ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía. Ltda.

JULIO , 2026

Contenido

1. SIGLAS Y ABREVIATURAS. 2
1.1. SIGLAS. 2
1.2. ABREVIATURAS. 4
2. FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO. 5
3. INTRODUCCIÓN. 10
3.1. Antecedentes. 11
3.2. OBJETIVOS. 13
3.2.1. Objetivo general. 13
3.2.2. Objetivos específicos. 13
3.3. Alcance. 14
3.3.1. Alcance Legal. 14
3.3.2. Alcance geográfico. 15
3.3.3. Alcance Técnico. 15
3.4. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL. 16
3.4.1. Marco legal aplicable al Proyecto. 16
3.4.2. Marco Institucional. 20

Tabla 3.1. Legislación y normativa vigente. 16

1. SIGLAS Y ABREVIATURAS.

1.1. SIGLAS.

Nro.	SIGLA	DESCRIPCIÓN
1	AAAc	Autoridad Ambiental de Aplicación cooperante
2	AAAr	Autoridad Ambiental de Aplicación responsable
3	AAN	Autoridad Ambiental Nacional
4	AC	Corriente alterna
5	ACV	Análisis del Ciclo de Vida
6	AID	Área de influencia Directa
7	AII	Área de influencia Indirecta
8	AM	Acuerdo Ministerial
9	AMC	Análisis Multicriterio
10	ARCONEL	Agencia de Regulación y Control de Electricidad
11	BT	Baja tensión
12	CAN	Categorización Ambiental Nacional
13	CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
14	CICAM	Centro de Investigaciones y Control Ambiental
15	CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
16	CMNUCC	Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático
17	COA	Código Orgánico del Ambiente
18	COE	Costo de la Energía
19	DAP	Diámetro altura del pecho
20	dB	Decibeles
21	DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
22	BC	Corriente continua
23	DQO	Demanda química de oxígeno
24	DGA	Dirección de Gestión Ambiental
25	EER	Evaluación Ecológica Rápida
26	EPP	Equipo de protección personal
27	EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
28	ET	Evapotranspiración
29	FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
30	GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
31	GWh	Gigavatio hora
32	HR	Humedad relativa
33	IDW	Inverse Distance Weighting
34	INPC	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
35	INEC	Instituto Nacional de Censos y Estadísticas

Nro.	SIGLA	DESCRIPCIÓN
36	INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
37	INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
38	ISA	Índice de Sensibilidad Ambiental
39	ISO	Organización Internacional de Normalización
40	LMP	Límite máximo permisible
41	LEAT	Línea de Alta Tensión
42	MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
43	MEER	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
44	MT	Media tensión
45	MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
46	NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
47	PDOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
48	PEA	Población económicamente activa
49	PFLA	Parque Fotovoltaico La Ceiba
50	pH	Potencial de Hidrógeno
51	PMA	Plan de Manejo Ambiental
52	PPC-CA	Proceso de Participación Ciudadana para la consulta ambiental
53	RCOA	Reglamento al Código Orgánico del Ambiente
54	RL	Recorridos libres
55	RNI	Radiaciones No Ionizantes
56	RO	Registro Oficial
57	SAE	Servicio de Acreditación Ecuatoriana
58	SIG	Sistemas de Información Geográfica
59	SFG	Sistema de fallas geológicas.
60	SFL	Sistema de fallas de Loja
61	SIISE	Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador
62	SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
63	SNI	Sistema Nacional Interconectado
64	SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
65	SUMA	Sistema Único de Manejo Ambiental
66	TNC	The Nature Conservancy
67	RCOA	Reglamento al Código Orgánico del Ambiente
68	RGDP	Registro de generador de desechos peligrosos
69	TL	Transectos Lineales
70	TULSMA	Texto Unificado de legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
71	WGS	World Geodetic System

1.2. ABREVIATURAS.

Nro.	ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
1	Art.	Artículo
2	Cía.	Compañía
3	CO	Monóxido de carbono
4	CO2	Dióxido de carbono
5	ºC	Grados Celsius
6	dB	Decibel
7	Ha	Hectárea
8	Hab.	Habitante
9	Ing.	Ingeniero
10	kg/cm2	Kilogramo por centímetro cuadrado
11	Km	Kilómetro
12	Km2	Kilómetro cuadrado
13	km/h	Kilómetro por hora
14	kV	Kilovoltio
15	kW	Kilovatio
16	Ltda	Limitada
17	m s.n.m.	metros sobre el nivel del mar
18	m^2	Metro cuadrado
19	m/s	Metro por segundo
20	Mw	Megavoltios
21	Nro.	Número
22	V	Voltio

2. FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO.

A	DATOS DEL PROYECTO	NOMBRE DEL PROYECTO	Proyecto Fotovoltaico La Ceiba de 200 MW.
		CODIGO CIIU[1]	D3510.01
		AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA AMBIENTAL	LICENCIA AMBIENTAL
		TIPO DE ESTUDIO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)
		CERTIFICADO INTERSECCIÓN	MAATE-SUIA-RA-DZDL-2025-01962
		CODIGO PROYECTO	MAATE-RA-2025-569127
		FASES DEL PROYECTO	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y CIERRE.
		UBICACIÓN POLÍTICA	Provincia: Loja
			Cantón: Zapotillo
			Parroquia: Zapotillo
			Barrio: Catamahillo
		SUPERFICIE	AREA GEOGRÁFICA
			401,31 ha
			AREA DE IMPLANTACIÓN
			401,31 ha

UBICACIÓN CARTOGRÁFICA.
COORDENADAS GEOGRAFICAS DATUM WGS 84 ZONA 17 SUR

AREA GEOGRÁFICA

Nro.	UTM WGS84 Z 17S		Nro.	UTM WGS84 Z 17S	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
1	586625,51	9521981,60	64	586662,28	9519124,62
2	586645,35	9521980,01	65	586370,18	9518735,15
3	586669,16	9521985,57	66	586329,97	9518739,39
4	586685,83	9521985,57	67	586315,15	9518711,87
5	586708,06	9521976,84	68	586315,15	9518697,05
6	586719,96	9521967,31	69	586277,05	9518694,94
7	586742,19	9521937,94	70	586241,07	9518720,34
8	586755,68	9521929,21	71	586183,92	9518720,34
9	586783,46	9521918,10	72	586175,45	9518711,87
10	586798,54	9521911,75	73	586128,88	9518730,92
11	586804,10	9521888,73	74	586126,77	9518783,84
12	586835,06	9521863,33	75	586126,77	9518828,29
13	586878,71	9521842,69	76	586111,95	9518849,46
14	586907,29	9521832,37	77	586126,77	9518889,67
15	586948,56	9521815,70	78	586099,25	9518908,72
16	586964,44	9521801,42	79	586063,27	9518898,14
17	587328,50	9521584,57	80	586048,45	9518912,96
18	587606,48	9521460,78	81	586054,80	9518948,94
19	587767,15	9521397,23	82	586046,33	9518972,22
20	587669,28	9521000,54	83	586023,05	9518982,81
21	587551,29	9520921,68	84	586035,75	9519016,67
22	587384,07	9520286,67	85	586065,38	9519069,59
23	587477,20	9520286,67	86	586044,22	9519094,99
24	587506,84	9520233,76	87	585993,42	9519139,44
25	587540,70	9520157,56	88	585980,72	9519224,11
26	587563,99	9520081,36	89	585957,43	9519241,04
27	587589,39	9520005,16	90	585860,07	9519228,34
28	587627,49	9519969,17	91	585832,55	9519234,69
29	587674,05	9519967,06	92	585796,57	9519287,61
30	587705,80	9519922,61	93	585769,05	9519287,61
31	587699,45	9519854,87	94	585733,07	9519317,24
32	587655,00	9519789,26	95	585680,15	9519359,57
33	587661,35	9519729,99	96	585529,86	9519431,54

[1] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC). 2012. CLASIFICACIÓN NACIONAL DE ACTIVIDADES ECONOMICAS. CIIU 4.0

34	587644,42	9519689,77	97	585618,76	9519651,67
35	587629,60	9519626,27	98	585760,58	9519873,92
36	587604,20	9519571,24	99	585834,67	9519996,69
37	587568,22	9519535,26	100	585957,43	9520138,51
38	587481,44	9519545,84	101	586118,30	9520329,01
39	587443,34	9519528,91	102	586181,80	9520563,96
40	587415,82	9519514,09	103	586253,77	9520828,54
41	587396,77	9519484,46	104	586319,38	9520913,21
42	587377,72	9519475,99	105	586410,40	9521027,51
43	587356,55	9519425,19	106	586444,27	9521146,04
44	587331,15	9519382,86	107	586478,13	9521315,38
45	587320,57	9519340,52	108	586459,08	9521476,24
46	587297,28	9519317,24	109	586435,80	9521651,93
47	587276,12	9519262,21	110	586382,88	9521836,08
48	587259,18	9519219,87	111	586370,18	9521905,93
49	587274,00	9519160,61	112	586364,36	9521973,66
50	587252,83	9519162,72	113	586397,70	9521982,39
51	587195,68	9519139,44	114	586402,46	9521980,81
52	587140,65	9519196,59	115	586419,92	9521961,76
53	587091,97	9519183,89	116	586438,97	9521947,47
54	587100,43	9519160,61	117	586457,23	9521939,53
55	587060,22	9519126,74	118	586473,11	9521935,56
56	587015,77	9519124,62	119	586495,33	9521935,56
57	587011,53	9519137,32	120	586524,70	9521950,64
58	586964,97	9519130,97	121	586547,72	9521966,52
59	586833,73	9519126,74	122	586591,38	9521991,92
60	586785,05	9519166,96	123	586606,46	9521989,54
61	586715,20	9519194,47	124	586625,51	9521981,60
62	586696,15	9519186,01	125	586625,51	9521981,60
63	586662,28	9519152,14			

AREA DE IMPLANTACIÓN

Nro.	UTM WGS84 Z 17S		Nro.	UTM WGS84 Z 17S	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
1	586625,51	9521981,60	64	586662,28	9519124,62
2	586645,35	9521980,01	65	586370,18	9518735,15
3	586669,16	9521985,57	66	586329,97	9518739,39
4	586685,83	9521985,57	67	586315,15	9518711,87
5	586708,06	9521976,84	68	586315,15	9518697,05
6	586719,96	9521967,31	69	586277,05	9518694,94
7	586742,19	9521937,94	70	586241,07	9518720,34
8	586755,68	9521929,21	71	586183,92	9518720,34
9	586783,46	9521918,10	72	586175,45	9518711,87
10	586798,54	9521911,75	73	586128,88	9518730,92
11	586804,10	9521888,73	74	586126,77	9518783,84
12	586835,06	9521863,33	75	586126,77	9518828,29
13	586878,71	9521842,69	76	586111,95	9518849,46
14	586907,29	9521832,37	77	586126,77	9518889,67
15	586948,56	9521815,70	78	586099,25	9518908,72
16	586964,44	9521801,42	79	586063,27	9518898,14
17	587328,50	9521584,57	80	586048,45	9518912,96
18	587606,48	9521460,78	81	586054,80	9518948,94
19	587767,15	9521397,23	82	586046,33	9518972,22
20	587669,28	9521000,54	83	586023,05	9518982,81
21	587551,29	9520921,68	84	586035,75	9519016,67
22	587384,07	9520286,67	85	586065,38	9519069,59
23	587477,20	9520286,67	86	586044,22	9519094,99
24	587506,84	9520233,76	87	585993,42	9519139,44
25	587540,70	9520157,56	88	585980,72	9519224,11
26	587563,99	9520081,36	89	585957,43	9519241,04
27	587589,39	9520005,16	90	585860,07	9519228,34
28	587627,49	9519969,17	91	585832,55	9519234,69
29	587674,05	9519967,06	92	585796,57	9519287,61
30	587705,80	9519922,61	93	585769,05	9519287,61
31	587699,45	9519854,87	94	585733,07	9519317,24
32	587655,00	9519789,26	95	585680,15	9519359,57
33	587661,35	9519729,99	96	585529,86	9519431,54
34	587644,42	9519689,77	97	585618,76	9519651,67
35	587629,60	9519626,27	98	585760,58	9519873,92
36	587604,20	9519571,24	99	585834,67	9519996,69
37	587568,22	9519535,26	100	585957,43	9520138,51
38	587481,44	9519545,84	101	586118,30	9520329,01
39	587443,34	9519528,91	102	586181,80	9520563,96
40	587415,82	9519514,09	103	586253,77	9520828,54
41	587396,77	9519484,46	104	586319,38	9520913,21
42	587377,72	9519475,99	105	586410,40	9521027,51
43	587356,55	9519425,19	106	586444,27	9521146,04
44	587331,15	9519382,86	107	586478,13	9521315,38
45	587320,57	9519340,52	108	586459,08	9521476,24
46	587297,28	9519317,24	109	586435,80	9521651,93
47	587276,12	9519262,21	110	586382,88	9521836,08

<table>
<tr><td></td><td></td><td colspan="3">
<table>
<tr><td>48</td><td>587259,18</td><td>9519219,87</td><td>111</td><td>586370,18</td><td>9521905,93</td></tr>
<tr><td>49</td><td>587274,00</td><td>9519160,61</td><td>112</td><td>586364,36</td><td>9521973,66</td></tr>
<tr><td>50</td><td>587252,83</td><td>9519162,72</td><td>113</td><td>586397,70</td><td>9521982,39</td></tr>
<tr><td>51</td><td>587195,68</td><td>9519139,44</td><td>114</td><td>586402,46</td><td>9521980,81</td></tr>
<tr><td>52</td><td>587140,65</td><td>9519196,59</td><td>115</td><td>586419,92</td><td>9521961,76</td></tr>
<tr><td>53</td><td>587091,97</td><td>9519183,89</td><td>116</td><td>586438,97</td><td>9521947,47</td></tr>
<tr><td>54</td><td>587100,43</td><td>9519160,61</td><td>117</td><td>586457,23</td><td>9521939,53</td></tr>
<tr><td>55</td><td>587060,22</td><td>9519126,74</td><td>118</td><td>586473,11</td><td>9521935,56</td></tr>
<tr><td>56</td><td>587015,77</td><td>9519124,62</td><td>119</td><td>586495,33</td><td>9521935,56</td></tr>
<tr><td>57</td><td>587011,53</td><td>9519137,32</td><td>120</td><td>586524,70</td><td>9521950,64</td></tr>
<tr><td>58</td><td>586964,97</td><td>9519130,97</td><td>121</td><td>586547,72</td><td>9521966,52</td></tr>
<tr><td>59</td><td>586833,73</td><td>9519126,74</td><td>122</td><td>586591,38</td><td>9521991,92</td></tr>
<tr><td>60</td><td>586785,05</td><td>9519166,96</td><td>123</td><td>586606,46</td><td>9521989,54</td></tr>
<tr><td>61</td><td>586715,20</td><td>9519194,47</td><td>124</td><td>586625,51</td><td>9521981,60</td></tr>
<tr><td>62</td><td>586696,15</td><td>9519186,01</td><td>125</td><td>586625,51</td><td>9521981,60</td></tr>
<tr><td>63</td><td>586662,28</td><td>9519152,14</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
Ver Anexo 2.1. Coordenadas geográficas (Plataforma SUIA)
</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>RESUMEN DEL PROYECTO</td><td>La planta contará con una capacidad instalada de 200 MW de potencia nominal en corriente alterna (AC) y estará compuesta por 400.088 módulos solares bifaciales aproximadamente, montados sobre estructuras con seguimiento solar monoaxial. La infraestructura se ubicará en un polígono de 401,31 hectáreas, en proceso de adquisición por la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP). El sistema incluirá 38 inversores solares, una subestación elevadora de 34,5/230 kV y un Sistema colector necesaria para inyectar a la Sub estación elevadora del proyecto. Se proyecta una generación anual cercana a los 397 GWh, con un factor de planta del 22,65 %.</td></tr>
<tr><td>B</td><td>DATOS DEL OPERADOR</td><td>RAZÓN SOCIAL</td><td>Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Unidad de Negocio – GENSUR</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>RUC</td><td>1768152800001</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>REPRESENTANTE LEGAL</td><td>Ing. Germán Israel Casillas Peña</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Dirección</td><td>París S/N y Zoilo Rodríguez</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Teléfono</td><td>593 7 2 593 570</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Email</td><td>informacion@celec.gob.ec</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Página web</td><td>https://www.celec.gob.ec/gensur/</td></tr>
<tr><td>C</td><td>DATOS DE LA CONSULTORA AMBIENTAL</td><td>RAZON SOCIAL</td><td>CONSULTORA AMBIENTAL CGA CÍA. LTDA.</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>GERENTE</td><td>Ing. Telmo Fabricio Granda Carrión</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>REGISTRO NRO.</td><td>MAATE-SUIA-0112-EC</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Dirección</td><td>Loja – Ecuador.
Miguel Riofrío Nro. 170-29 y Av. Emiliano Ortega</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Teléfono</td><td>0997783745 / 0991470765</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Email:</td><td>info@cgaconsultora.com</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Página web</td><td>www.cgaconsultora.com</td></tr>
</table>

D. EQUIPO TÉCNICO CONSULTOR.			
NOMBRE Y APELLIDO / C.I.	CARGO	COMPONENTE REVISADO	FIRMA DE RESPONSABILIDAD
Santiago Ruiz Vivanco INGENIERO AMBIENTAL MASTER EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL C.I. 1103667224	DIRECTOR DEL PROYECTO	Dirección del proyecto Análisis de riesgos	Firmado electrónicamente por: SANTIAGO ALEJANDRO RUIZ VIVANCO Validar únicamente con FirmaEC
Telmo Fabricio Granda Carrión. INGENEIRO AMBIENTAL MASTER EN ENERGÍAS RENOVABLES C.I. 1103877914	ESPECIALISTA MEDIO FÍSICO	Descripción componente físico Monitoreos Físicos - PMA	Firmado electrónicamente por TELMO FABRICIO GRANDA CARRION Validar únicamente con FirmaEC
Hermogenes Favian Mosquera Ordoñez BIOLOGO MASTER EN GESTIÓN AMBIENTAL C.I. 0103569133	ESPECIALISTA MEDIO BIÓTICO (FLORA)	Descripción componente biótico (flora) Monitoreos de bióticos (flora) - PMA.	Firmado electrónicamente por: HERMOGENES FAVIAN MOSQUERA ORDONEZ Validar únicamente con FirmaEC
Mariuxi del Cisne Cuenca Aguilar BIOLOGA C.I. 1104736648	ESPECIALISTA MEDIO BIÓTICO (FAUNA)	Descripción componente biótico (fauna) MACRO INVERTEBRADOS E ICTIOFAUNA	Firmado electrónicamente por MARIUXI DEL CISNE CUENCA AGUILAR Validar únicamente con FirmaEC
Catherin Salinas BIÓLOGA CI. 0150106110	ESPECIALISTA MEDIO BIÓTICO (FAUNA)	Caracterización componente biótico (fauna) MASTOFAUNA	Firmado electrónicamente por: KATHERIN JANETH SALINAS ESPINOSA Validar únicamente con FirmaEC
Jaime Fajardo BIÓLOGO CI. 0104834395	ESPECIALISTA MEDIO BIÓTICO (FAUNA)	Caracterización componente biótico (fauna) HERPETOFAUNA	Firmado electrónicamente por: JAIME DANIEL FAJARDO TORRES Validar únicamente con FirmaEC
Miguel Angel Vizhco BIÓLOGO MASTER EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES CI. 0105293948	ESPECIALISTA MEDIO BIÓTICO (FAUNA)	Caracterización componente biótico (fauna) ENTOMOFAUNA	Firmado electrónicamente por: MIGUEL FERNANDO MEJIA MEJIA Validar únicamente con FirmaEC
Tania Peñaloza BIÓLOGA CI. 0102958410	ESPECIALISTA MEDIO BIÓTICO (FLORA)	Caracterización componente biótico (Flora)	Firmado electrónicamente por: TANIA MARITZA PENALOZA PAUTA Validar únicamente con FirmaEC
Victoria Argudo BIÓLOGA CI. 0301949533	ESPECIALISTA MEDIO BIÓTICO (FAUNA)	Caracterización componente biótico (fauna) AVIFAUNA	Firmado electrónicamente por: VICTORIA ALEXANDRA ARGUDO MOSQUERA Validar únicamente con FirmaEC

D. EQUIPO TÉCNICO CONSULTOR.			
NOMBRE Y APELLIDO / C.I.	CARGO	COMPONENTE REVISADO	FIRMA DE RESPONSABILIDAD
Dani Wilfrido Luzuriaga H. INGENIERO FORESTAL C.I. 1104288061	ESPECIALISTA MEDIO BIÓTICO (INVENTARIO FORESTAL)	Inventario Forestal	Firmado electrónicamente por: DANI WILFRIDO LUZURIAGA HERRERA Validar únicamente con FirmaEC
Fabián Esteban Martínez Romero SOCIÓLOGO C.I. 0102157278	ESPECIALISTA SOCIOECONÓMICO	Componente Social y Cultural Especificaciones al PMA	Firmado electrónicamente por: FABIAN ESTEBAN MARTINEZ ROMERO Validar únicamente con FirmaEC
Fabián Camilo Martínez Agredo SOCIOLOGO C.I. 0105775704	ESPECIALISTA SOCIOECONÓMICO	Componente Social y Cultural Especificaciones al PMA	Fabian Camilo Martinez Agredo Time Stamping Security Data
Joel Andrés Jaramillo Idrobo. INGENIERO AMBIENTAL C.I. 1103851216	ESPECIALISTA AMBIENTAL	Identificación y Evaluación de Impactos. Especificaciones al PMA.	Firmado electrónicamente por: JOEL ANDRES JARAMILLO IDROBO Validar únicamente con FirmaEC
Miguel Fernando Mejía Mejía LICENCIADO EN ARQUEOLOGIA. C.I. 0915101257	ESPECIALISTA EN ARQUEOLOGÍA	Componente Arqueológico	Firmado electrónicamente por: MIGUEL ANGEL VIZHCO CORAIZACA Validar únicamente con FirmaEC
Tannya Mariela Naranjo Valdivieso INGENIERA GEOGRAFA Y DEL MEDIO AMBIENTE. CI. 1706932389	ESPECIALISTA EN CARTOGRAFÍA	Componente Cartográfico	Firmado electrónicamente por: TANNYA MARIELA NARANJO VALDIVIESO Validar únicamente con FirmaEC

En el Anexo 2-2 se presenta las firmas electrónicas originales del equipo consultor.

3. INTRODUCCIÓN.

La construcción, operación y mantenimiento de un parque fotovoltaico representa un elemento fundamental en el proceso de transición energética hacia fuentes más limpias, renovables y sostenibles. Este tipo de iniciativas permite reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar los efectos adversos del cambio climático, consolidándose como una inversión estratégica para el futuro energético y ambiental del Ecuador.

El Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se encuentra ubicado en la provincia de Loja, cantón y parroquia Zapotillo, y tiene como objetivo la generación y suministro de energía eléctrica proveniente de una fuente 100 % renovable y limpia, mediante tecnología solar fotovoltaica, para su posterior inyección al Sistema Nacional Interconectado (SNI).

La fase de construcción contempla un plazo estimado de 18 meses, mientras que la operación de la planta está proyectada para un período de 25 años, bajo un esquema de monitoreo remoto en tiempo real, complementado con la presencia de personal técnico permanente en turnos rotativos, así como trabajadores temporales durante las actividades de mantenimiento programadas.

Como parte del componente ambiental del proyecto, se estableció la conservación de los márgenes de protección de las quebradas efímeras, previamente identificadas y delimitadas a través de los estudios de línea base ambiental.

El Proyecto se desarrollará sobre un terreno que será adquirido en su totalidad por CELEC EP, y contempla la instalación de una planta fotovoltaica de 200 MW de potencia nominal en corriente alterna (AC), conformada por 400.088 módulos solares aproximadamente. Además, se implementarán instalaciones temporales asociadas a las fases de construcción y cierre, así como estructuras permanentes para la operación y mantenimiento.

La energía generada será entregada al Sistema Nacional Interconectado SNI a través de una subestación elevadora de potencia que permitirá su adecuada conexión y evacuación.

El proyecto incluye los siguientes componentes principales:

- Red vial interna de acceso y operación.
- Planta fotovoltaica y facilidades asociadas.
- Sistema colector en media tensión.
- Subestación elevadora de tensión y sus facilidades.

La implementación exitosa del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba contribuirá significativamente a la diversificación de la matriz energética nacional, mejorará la confiabilidad del sistema de abastecimiento eléctrico y fomentará el desarrollo sostenible del país, en alineación con los compromisos del Ecuador en materia de reducción de emisiones y protección ambiental.

La elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y del Plan de Manejo Ambiental (PMA) requerirá un enfoque técnico riguroso, que aborde integralmente los aspectos ambientales, sociales y económicos del proyecto. Este proceso garantizará el cumplimiento de la normativa

vigente y la aplicación de medidas eficaces para prevenir, mitigar y controlar los posibles impactos negativos, contribuyendo así a una ejecución ambientalmente responsable y socialmente aceptable.

3.1. *Antecedentes*

El Gobierno Nacional del Ecuador impulsa activamente el desarrollo de procesos transparentes y competitivos que fomenten la participación de inversión privada en sectores estratégicos como la generación y transmisión de energía eléctrica. Para ello, se promueve un marco normativo sólido, acompañado de gobernabilidad institucional, sostenibilidad ambiental y un entorno favorable para la inversión nacional e internacional.

Según el Ministerio de Energía y Minas (2024), el país cuenta con un potencial aprovechable de 660 MWp en energía solar fotovoltaica. Este potencial fue determinado mediante un análisis multicriterio con base en información secundaria, que consideró variables como niveles de irradiación solar, factibilidad de conexión eléctrica y ausencia de restricciones ambientales o sociales significativas. Las provincias identificadas con mayor potencial incluyen Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Manabí, Imbabura, Chimborazo, El Oro, Loja y Guayas. En estas zonas, la tecnología fotovoltaica representa una alternativa altamente viable, más aún considerando la notable reducción de costos de instalación en los últimos años, tendencia que continúa a la baja.

El Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR, 2023), como entidad rectora del sector energético, lidera la planificación y formulación de políticas para el aprovechamiento de fuentes renovables. Dentro de su estrategia, promueve procesos públicos de selección para la concesión de proyectos de generación y transmisión eléctrica a empresas privadas. Como parte de este enfoque, se ha actualizado el Plan Maestro de Electricidad, que identifica proyectos prioritarios para satisfacer la demanda nacional en el corto, mediano y largo plazo.

En ese contexto, se enmarca la ejecución del Bloque de Energías Renovables No Convencionales (ERNC I – 500 MW), que contempla tecnologías como hidroeléctrica, solar fotovoltaica, eólica y biomasa, ubicadas estratégicamente según la disponibilidad del recurso, condiciones logísticas y ambientales.

Uno de los proyectos priorizados dentro de esta política energética es el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, ubicado en el cantón Zapotillo, provincia de Loja. Esta zona se caracteriza por un alto nivel de irradiación solar, estimado en 5.700 Wh/m²/día, lo que la convierte en una de las regiones más adecuadas para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos a escala industrial.

La planta contará con una capacidad instalada de 200 MW de potencia nominal en corriente alterna (AC) y estará compuesta por 400.088 módulos solares bifaciales, montados sobre estructuras con seguimiento solar monoaxial. La infraestructura se ubicará en un predio de aproximadamente 401,31 hectáreas, adquirido en su totalidad por la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP). El sistema incluirá 38 inversores solares, una red colectora de media tensión y una subestación elevadora de 34,5/230 kV, necesaria para inyectar la energía generada al

Sistema Nacional Interconectado (SNI). Se proyecta una generación anual cercana a los 397 GWh, con un factor de planta del 22,65 %.

El proyecto fue concebido hace más de una década junto a otras iniciativas planificadas para el sur del país, como el Proyecto Matala (100 MW), también en Zapotillo. No obstante, su ejecución fue postergada debido a factores técnicos e institucionales, así como limitaciones en la infraestructura de conexión. En 2024, CELEC EP reactivó oficialmente el desarrollo del Proyecto La Ceiba como parte de su compromiso con la diversificación de la matriz energética y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

La presentación oficial del proyecto tuvo lugar en enero de 2025, en un evento que contó con la participación de autoridades del Viceministerio de Electricidad y Energías Renovables, CELEC EP, la Gobernación de Loja y representantes del gobierno local. Este evento marcó el inicio del proceso de participación ciudadana con las comunidades del área de influencia, así como la ejecución de los estudios técnicos y ambientales necesarios para su desarrollo, entre ellos: estudios de irradiación solar, topografía, factibilidad eléctrica y caracterización ambiental.

La inversión estimada para la ejecución del Proyecto La Ceiba es de aproximadamente USD 150 millones de dólares. Durante su fase de construcción se generarán alrededor de 500 empleos directos, lo cual dinamizará la economía local mediante la contratación de mano de obra y servicios locales. El proyecto representa una contribución significativa al fortalecimiento de la soberanía energética del país, además de ser coherente con los compromisos internacionales de Ecuador en materia de cambio climático y desarrollo sostenible.

Con fecha 23 de junio de 2025, la Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial del GAD Zapotillo certificó (Ver Anexo 3-1) que el polígono del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se localiza en suelo rural bajo los PIT SRP-2 (áreas agrícolas de temporal, uso agropecuario), SRPR2 (áreas de conservación natural controlada, uso de protección ecológica) y SRPR7 (protección de cuerpos de agua, uso de protección ecológica), en concordancia con el Plan de Uso y Gestión del Suelo cantonal (GAD Zapotillo, 2025). Esta zonificación y sus tratamientos están definidos por el PUGS como instrumento normativo vinculante para regular el uso, ocupación y transformación del suelo urbano y rural, estableciendo los PIT rurales y su finalidad (GAD Zapotillo, 2020), lo que aporta un marco territorial explícito para la compatibilidad, restricciones y condicionantes del EsIA.

En cumplimiento de la normativa ambiental vigente, el proyecto se acoge al proceso de regularización ambiental establecido en el Código Orgánico del Ambiente (COA) y su Reglamento (RCOA). Según lo dispuesto en el artículo 172 del COA, toda actividad o proyecto debe ser sometido a un proceso de evaluación en función de la magnitud de sus impactos ambientales. El Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) determina de forma automática el tipo de permiso ambiental requerido.

Asimismo, conforme a los artículos 422 y 423 del RCOA, se establece que los proyectos deben contar con un Certificado de Intersección (Ver Anexo 3-2), documento generado por el SUIA que verifica si el proyecto se superpone con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), el

Patrimonio Forestal Nacional o zonas intangibles. En el caso del Proyecto La Ceiba, dicho certificado (N.º MAATE-SUIA-RA-DZDL-2025-01962) establece que no existe intersección con áreas protegidas ni restricciones territoriales ambientales.

Para la obtención de la Licencia Ambiental, CELEC EP ha contratado a la Consultora Ambiental CGA CÍA. LTDA., calificada por el MAE bajo el registro MAATE-SUIA-0112-CC (Ver Anexo 3-3), con el objetivo de elaborar el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA). Este documento es un requisito técnico y legal que analiza de forma integral los posibles efectos ambientales y socioeconómicos del proyecto.

En cumplimiento de la normativa ambiental vigente en el Ecuador, el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) incluyó, entre sus componentes obligatorios, la descripción detallada del proyecto, el análisis de alternativas, la caracterización ambiental de línea base, el inventario forestal realizado, la identificación de áreas sensibles, el análisis de riesgos, la evaluación de impactos y el Plan de Manejo Ambiental (PMA) con sus respectivos subplanes.

Una vez concluido el proceso de participación ciudadana con la consulta ambiental, el EsIA incorporará todas las observaciones técnica y económicamente viables emitidas por los actores sociales involucrados. También se adjuntará la documentación de respaldo correspondiente, con el fin de sustentar los análisis e información presentada.

3.2. *OBJETIVOS.*

3.2.1. Objetivo general.

- Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental EIA y Plan de Manejo Ambiental PMA para las fases de construcción, operación, mantenimiento y cierre del proyecto “Parque Fotovoltaico La Ceiba” de 200 MW, a emplazarse en el cantón Zapotillo, provincia de Loja.

3.2.2. Objetivos específicos.

- Describir y analizar los principales cuerpos legales aplicables al Proyecto.
- Efectuar una descripción de medio físico, biótico y socioeconómico del área de influencia del proyecto.
- Identificar, evaluar y describir los impactos ambientales que se generan en las fases de construcción, operación, mantenimiento y cierre del Proyecto en estudio.
- Elaborar el respectivo Plan de Manejo Ambiental con medidas que permitan prevenir, controlar, compensar, y mitigar los impactos socio ambiental que se pueden generar por el Proyecto.
- Dar a conocer a la comunidad el contenido del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto en análisis por medio de los mecanismos establecidos en la normativa vigente.

3.3. *Alcance.*

3.3.1. Alcance Legal.

La elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) para el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba de 200 MW se enmarca en el ordenamiento jurídico ecuatoriano aplicable en materia ambiental, energética y de ordenamiento territorial, cuyo cumplimiento resulta obligatorio para la obtención de la Autorización Administrativa Ambiental. El alcance legal incluye los siguientes instrumentos normativos:

Constitución de la República del Ecuador (2008):

- Artículos 71 al 74: reconocimiento de los derechos de la naturaleza y obligación de precautelar su conservación.
- Artículo 395: establece el principio de precaución y la obligatoriedad de realizar estudios de impacto ambiental para proyectos susceptibles de afectar el ambiente.

Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017) y su Reglamento General (2019):

- Regulan el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), la Evaluación de Impacto Ambiental, los requisitos para la obtención de registros y licencias ambientales, y las responsabilidades administrativas de los operadores.
- Determinan que los proyectos de generación de energía renovable deben someterse obligatoriamente al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA):

- Aunque derogado parcialmente, mantiene vigencia en disposiciones específicas sobre normas técnicas y procedimientos, para el cumplimiento de límites máximos permisibles, estándares de calidad ambiental y requisitos de monitoreo.

Ley de Régimen del Sector Eléctrico y normativa de la ARCONEL (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables):

- Regula la planificación, autorización y control de proyectos de generación eléctrica, incluyendo la incorporación de energías renovables no convencionales al Sistema Nacional Interconectado (SNI).

Acuerdos Ministeriales del MAE:

- Lineamientos técnicos y Términos de Referencia (TdR) específicos para proyectos de energía solar fotovoltaica, que definen los contenidos mínimos del EsIA: descripción del proyecto, caracterización ambiental de línea base, determinación de áreas sensibles, análisis de riesgos, evaluación de impactos, Plan de Manejo Ambiental (PMA) con sus subplanes, y resultados del Proceso de Participación Ciudadana (PPC) de la Consulta Ambiental.

Normativa sectorial complementaria:

- Resolución Nro. MAATE-MAATE-2025-0002-R, publicada el 22 de abril de 2025, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) acreditó a la Agencia de Regulación y Control de la Electricidad (ARCONEL) como la Autoridad Ambiental Competente del sector

eléctrico a nivel nacional, habilitándola también para utilizar el sello del Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA).

Instrumentos internacionales aplicables:

- Normas ISO 14001 (Gestión Ambiental).

En conclusión; El EsIA para el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba de 200 MW se elaboró bajo este marco normativo, garantizando que la planificación, construcción, operación y mantenimiento del parque fotovoltaico cumplan con los principios de precaución, prevención, participación ciudadana y desarrollo sostenible, así como con los requisitos técnicos y legales que aseguran la protección de los recursos naturales y la gobernanza ambiental en el territorio.

3.3.2. Alcance geográfico.

El alcance geográfico del EsIA se define como el espacio físico en el cual se identificaron, analizaron y evaluaron los posibles impactos ambientales generados por el proyecto; para el Parque Fotovoltaico La Ceiba de 200 MW, este alcance comprende:

El Área de influencia directa (AID), que corresponde al predio o terrenos donde se ejecutará la construcción, instalación y operación de los módulos fotovoltaicos, infraestructura eléctrica, caminos internos, sistema colector, subestación elevadora y otras obras civiles asociadas. Incluye también las áreas de protección de márgenes de las quebradas, vegetación nativa y zonas de conservación ambiental que se ven directamente afectadas por la obra.

El Área de influencia indirecta (AII), que comprende zonas adyacentes al proyecto que podrían verse afectadas por impactos indirectos, tales como cambios en el uso del suelo, alteración de la flora y fauna, generación de ruido, polvo y modificaciones en la hidrología local.

Incluye los asentamientos humanos cercanos como Catamahillo y La Ceiba Chica, accesos viales principales y áreas de tránsito de personal y maquinaria.

El delimitado geográfico del EIA se realizó con base en estudios de línea base, inventarios ambientales, topografía, análisis hidrológicos y la identificación de áreas sensibles, asegurando que todos los efectos ambientales potenciales, tanto directos como indirectos, fueran considerados en la evaluación y en la planificación del Plan de Manejo Ambiental (PMA).

3.3.3. Alcance Técnico.

Se analizó las fases de construcción, operación, mantenimiento y cierre del proyecto Fotovoltaico, que pueden generar algún impacto y/o riesgo socio ambiental, en el que se incluye los principales componentes como el Parque fotovoltaico. Entre las principales actividades a analizar tenemos las siguientes:

- Actividades en general de construcción (movimiento de tierras, conformación de terraplanes, excavaciones, compactaciones, entre otras).
- Instalación de Bodega, facilidades en general y otras áreas auxiliares temporales.
- Construcción de Caminos internos.

- Instalación de Planta Fotovoltaica.
- Construcción de facilidades permanentes (garita, cerramiento perimetral, área de operación, entre otras).
- Construcción de Subestación.
- Instalación de Red colectora.
- Conexión a Subestación.
- Desmantelamiento de instalación y restauración de área intervenida.

3.4. *MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL*

3.4.1. Marco legal aplicable al Proyecto.

En el presente capítulo, se incluye la descripción de los principales aspectos normativos que regulan las actividades relacionadas con los permisos, Licencias Ambientales; así como, los que rigen la intervención y/o uso de los recursos naturales. Se consideró todas la Leyes, Reglamentos Ordenanzas Municipales y Provinciales, Códigos, etc. que tienen relación y aplicación con el Proyecto en estudio.

La Constitución en su Artículo 425 contempla que: El orden jerárquico de la aplicación de las normas será el siguiente: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos. A continuación, se describe las principales leyes y normas vigentes que fueron analizadas:

Tabla 3.1. Legislación y normativa vigente.

Instrumento jurídico	Registro oficial y fecha de publicación	Artículo Nro.
Constitución de la República del Ecuador		
Constitución de la República del Ecuador	Registro Oficial No. 449 20 de octubre del 2008	Art. 3, Art. 14, Art 15, Art. 66, Art. 72, Art. 83, Art. 276, Art. 278, Art. 313, Art. 395, Art. 396, Art. 397, Art. 398, Art. 399, Art. 400, Art. 404, Art. 405, Art. 406, Art. 407, Art. 408, Art. 409, Art. 410, Art. 411, Art. 412, Art. 413, Art. 414, Art. 415, Art. 425
Tratados y convenios internacionales		
Convenio de ESCAZU.	Firma del acuerdo 27/09/2018	Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe.
Protocolo de Nagoya	Firma del acuerdo 20/09/2017	Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica.
Acuerdo de París.	Firma del Acuerdo 20/09/2017	De la Convención Marco sobre el Cambio Climático
Convenio de Estocolmo	Firma del Acuerdo 07/06/2004	Contaminantes Orgánicos Persistentes
Convenio de Basilea	Firma del Acuerdo	Control de los Movimientos Transfronterizos de los

Instrumento jurídico	Registro oficial y fecha de publicación	Artículo Nro.
	23/02/1993	Deshechos Peligrosos y su Eliminación
CDB	Firma del Acuerdo 23/02/1993	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CMNUCC	Firma del Acuerdo 23/02/1993	Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático
Protocolo De Montreal	Firma del Acuerdo 30/04/1990	Relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono
Convenio de Viena	Firma del Acuerdo 10/04/1990	Protección de la Capa de Ozono
Leyes Orgánicas y Ordinarias		
Código Civil	R.O. Suplemento 46 de 24-jun.-2005 Última modificación: 19-jun.-2015.	Art. 1, Art. 13
Código Orgánico Integral Penal (COIP)	12 de febrero de 2014 en el R. O. Suplemento No. 180.	Art. 16, Art. 71, Art. 247, Art. 251, Art 252, Art. 253, Art. 257, Art. 251.
Código del Trabajo	R. O. No. 167 el 16 de diciembre del 2005	Art. 42, Art. 47.
Ley Orgánica de Salud	R. O. No. 423 del 22 de diciembre de 2006	Art. 126, Art. 131, Art. 138, Art. 139
Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)	R. O. No. 166 el 21 de enero de 2014	Art. 54, Art. 55.
Código Orgánico del Ambiente (COA)	12 de abril de 2017 Suplemento – Registro Oficial N° 983	Art. 1, Art. 2, Art. 3, Art. 19, Art. 172, Art. 173, Art. 179, Art. 184, Art. 208, Art. 238,
Ley Orgánica de Participación Ciudadana	R. O. Suplemento No. 175 de 20 de abril de 2010	Art. 1, Art. 82
Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua	R.O. No. 339 de 20 de mayo de 2014	Art. 13, Art. 60, Art. 64,
Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE)	Registro Oficial 418 del 16 de enero de 2015	Art. 15, Art. 26, Art 77, Art 78, Art 79, Art 80, Art. 83, Art. 84,
Ley Orgánica de Eficiencia Energética	R.O. No. 449 del 19 de marzo de 2019	Art 1, Art 2, Art 3.
Ley de Patrimonio Cultural	Registro Oficial Suplemento 465 de 19-nov-2004.	Art. 395.
Ley de defensa contra incendios	Codificación Ley 2003 -6 publicada en	Art. 35.

Instrumento jurídico	Registro oficial y fecha de publicación	Artículo Nro.
	el Registro Oficial 99 del 9 de junio de 2003	
	Decretos, reglamentos y Acuerdos Ministeriales	
Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).	Decreto Ejecutivo 3516 Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003 Última modificación: 29-mar.-2017	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA); cuyo contenido se divide en un título preliminar y nueve libros: Título Preliminar: De las Políticas Básicas Ambientales del Ecuador. Libro I: De la Autoridad Ambiental. Libro II: De la Gestión Ambiental. Libro III: Del Régimen Forestal. Libro IV: De la Biodiversidad. Libro V: De los Recursos Pesqueros. Libro VI: De la Calidad Ambiental. Libro VII: Galápagos Libro VIII: ECORAE Libro IX: Derechos de tasas y servicios
Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCOA)	Registro Oficial, Año III – Nro. 507, del 12 de junio de 2019. Registro Oficial Suplemento 347 del 16 de abril de 2024.	Art. 46, Art. 420, Art. 421, Art. 426, Art., Art. 431, Art. 432, Art. 436, Art. 440, Art. 443, Art. 461, Art. 466, Art. 469, Art. 483, Art. 484, Art. 491, Art. 492, Art. 493, Art. 505, Art. 519, Art. 623, Art. 626. Art. 627, Art. 628
Reglamento a Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica	Decreto Ejecutivo 856 Registro Oficial Suplemento 21 de 20- de agosto de 2019	Art. 1, Art. 76, Art. 150, Art. 152, Art. 156, Art. 172, Art. 173, Art. 420, Art. 421, Art. 423, Art. 426, Art. 431, Art. 432, Art. 436, Art, 443.
Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo	Decreto Ejecutivo 255 del 02 de mayo de 2024.	Art. 1, Art. 50, Art. 52, Art. 53, Art. 54, Art. 56, Art. 57, Art. 58, Art. 64,
Reglamento a la Ley de Patrimonio Cultural	R.O. 787 del 16 de julio de 1984.	Art. 1, Art. 6, Art. 19, Art. 37, Art. 39, Art. 63, Art. 64, Art. 65, Art. 66, Art, 67, Art. 73,
Acuerdo Ministerial No. 061 del Ministerio del Ambiente	R.O. del 04 de mayo de 2015	Art. 1, Art. 2, Art. 5, Art. 6, Art. 22, Art. 27, Art. 29, Art. 37, Art. 54, Art. 192, Art. 224, Art. 234, Art. 249, Art. 281.
Acuerdo Ministerial No. 026 del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	R. O. No. 334, publicado el 12 de mayo del 2008	Procedimiento para Registro de Generadores de Desechos Peligrosos, Gestión de Desechos Peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte Peligrosos. Art.1, Art. 2 y Art. 3
Acuerdo Ministerial No. 142 del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	R. O. No. 856 el 21 de diciembre de 2012	Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales. Art. 1, Art. 2, Art. 3

Instrumento jurídico	Registro oficial y fecha de publicación	Artículo Nro.
Acuerdo Ministerial No. 097–A del Ministerio del Ambiente.	R.O. Edición Especial Nº 387 – miércoles 4 de noviembre de 2015	Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente Art. 1, Art, 2 Art. 3 Art. 4 y Art. 5. Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4, Anexo 5
Acuerdo Ministerial No. 083–B del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	08 de junio de 2015.	Art. 1, Art 2, Art3, Art. 4
Acuerdo Ministerial No. 109 del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	Registro Oficial No. 316 de 04 de mayo de 2015	Art. 1. Art. 8, Art. 9, Art. 10, Art. 15.
Acuerdo Ministerial No. MAATE-2022-067 del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	07 de julio de 2022	Instructivo para la aplicación de la responsabilidad extendida en la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) de origen doméstico Art 1, Art 2, Art 3, Art. 14.
Sentencia Nro. Sentencia 51-23-IN/2	09 de noviembre de 2023	La Corte Constitucional acepta la acción pública de inconstitucionalidad propuesta en contra del decreto ejecutivo 754 emitido por la presidencia de la República, que reforma el reglamento al Código Orgánico del Ambiente. Esta Corte encuentra que el decreto impugnado transgrede el principio de reserva de ley contenido en los artículos 132 y 133 de la Constitución, en concordancia con la reserva de ley reforzada contenida en el artículo 398 de la Constitución. Adicionalmente, esta Corte Constitucional declara que los efectos de la sentencia serán diferidos en el tiempo hasta que la Asamblea Nacional emita una ley que desarrolle el contenido de la consulta ambiental, de conformidad con el artículo 398 de la Constitución. Por otra parte, la Corte constitucional resuelve revocar la medida de suspensión provisional de la norma dictada por el Tribunal de Sala de Admisión. 7. Decisión.
Decreto Ejecutivo 754. Refórmese el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente	Segundo Suplemento Nro. 323 - Registro Oficial del 31 de mayo de 2023	Art. 1, Art. 2, Art. 3, Art.5.
Resoluciones y Normas técnicas		
Resolución Nro. MAATE-MAATE-2025-0002-R,	Publicada el 22 de abril de 2025	El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) acreditó a la Agencia de Regulación y Control de la Electricidad (ARCONEL) como la Autoridad Ambiental Competente del sector eléctrico a nivel

Instrumento jurídico	Registro oficial y fecha de publicación	Artículo Nro.
		nacional, habilitándola también para utilizar el sello del Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA).
Resolución Nro. ARCONEL-O18/18	Regulación Nro. ARCONEL 001/18 de 13 de abril de 2018.	Franjas de servidumbre en líneas del servicio de energía eléctrica y distancias de seguridad entre las redes eléctricas y edificaciones. Numeral 1, 2, 5, 6, 7, 10, 11, 12.
Resolución Nro. 037-DE-INPC-2021	21 de junio de 2021	Instructivo Técnico para la presentación de propuestas e informes de proyectos arqueológicos y paleontológicos. Art. 1, Art. 2, Art. 3, Art. 7, Art. 8.
Sentencia Nro. 22-18-IN/21	08 de septiembre de 2021	La Corte acepta parcialmente la acción pública de inconstitucionalidad propuesta en contra de varias normas del Código Orgánico del Ambiente y su reglamento, que tienen relación con los manglares, monocultivos, los derechos de la naturaleza y sobre la regulación del derecho a la consulta previa y a la consulta ambiental. 109, IV.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266:2013. Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos Peligrosos	2009	Relacionada con el transporte, almacenamiento, y manejo de materiales peligrosos. Esta norma establece los requisitos y precauciones que se deben tener en cuenta para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos.
Norma Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 3864-1:2013.	2013	Colores, señales y símbolos de seguridad. - Esta norma establece los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente ante las emergencias. Esta norma se aplica a la identificación de posibles fuentes de peligros y para marcar la posición de equipos de emergencia o de protección
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2841: 2014	2014	Gestión ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO 3864−1	2013	Símbolos Gráficos. Colores de Seguridad y Señales de Seguridad.

Elaborado por: Equipo Consultor, 2024.

En el Anexo 3-4 se presenta la descripción del Marco legal del proyecto.

3.4.2. Marco Institucional.

En el contexto del Marco Institucional Ambiental, se identificó las instituciones que regulan la gestión ambiental aplicable a la construcción y operación del Proyecto, estas son:

- Ministerio del Ambiente y Energía MAE: que tiene como misión ejercer de forma eficaz y eficiente la rectoría en gestión ambiental.

- Ministerio de Energía y Minas MEN: que tiene como misión "Impulsar el desarrollo y aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos y mineros, con responsabilidad social y ambiental, mediante la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de las políticas públicas, aplicando en su gestión principios de eficiencia, transparencia e integridad".

- Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL): Es el organismo técnico administrativo encargado del ejercicio de la potestad estatal de regular y controlar las actividades relacionadas con el servicio público de energía eléctrica.

- Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP): Su finalidad es la provisión de servicio eléctrico y éste debe responder a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. Las principales actividades son la generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de energía eléctrica; para lo cual está facultada a realizar todas las actividades relacionadas.

- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Zapotillo: En el Código Orgánico del Ambiente COA Art. 25 y 27. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y metropolitanos en materia ambiental. En el marco del Sistema Nacional de Competencias y del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental, los Gobiernos Autónomos Descentralizados en todos sus niveles, ejercerán las competencias en materia ambiental asignadas de conformidad con la Constitución y la ley. Para efectos de la acreditación estarán sujetos al control y seguimiento de la Autoridad Ambiental Nacional.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía Ltda

JULIO , 2026

Contenido

4. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO 23
4.1 Metodología 23
4.1.1. Categorías de impacto ambiental. 24
4.1.2. Evaluación del Ciclo de Vida 25
4.2 Desarrollo. 38
4.2.1. Objetivos 38
4.2.2. Alcance 38
4.2.3. Unidad Funcional 38
4.2.4. Monto Estimado y Vida Útil 39
4.2.5. Límites del Sistema 39
4.2.6. Descripción del Análisis de Inventario 39
4.2.7. Cálculo del impacto 45
4.2.8. Impacto ambiental del proyecto 47
4.2.9. Simulación del impacto 47
4.2.10. Limitaciones del estudio 48
4.3 Análisis e interpretación de resultados. 49
4.3.1. Resultados globales 49
4.3.2. Análisis por fases del ciclo de vida 49
4.3.3. Conclusiones 50
4.3.4. Recomendaciones técnicas 51
4.3.5. Lineamientos y beneficios ambientales derivados del análisis 52
5. Bibliografía 55

Tabla 4-1. Categoría de impacto ambiental. 25
Tabla 4-2. Valores de ponderación del proyecto. 29
Tabla 4-3. Componentes tecnológicos. 41
Tabla 4-4. Materias primas 41
Tabla 4-5. Inventario de materias primas y procesos para la fase de construcción. 42
Tabla 4-6. Inventario para la fase de operación. 44
Tabla 4-7. Inventario para la fase de cierre. 45

4. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

El análisis del ciclo de vida del proyecto es esencial para asegurar que el proyecto de energía fotovoltaica sea sostenible, rentable y resiliente. Este enfoque integral permite gestionar de manera eficiente los recursos, minimizar impactos negativos, cumplir con las normativas y maximizar los beneficios económicos y ambientales a lo largo de la vida útil del proyecto.

4.1 Metodología

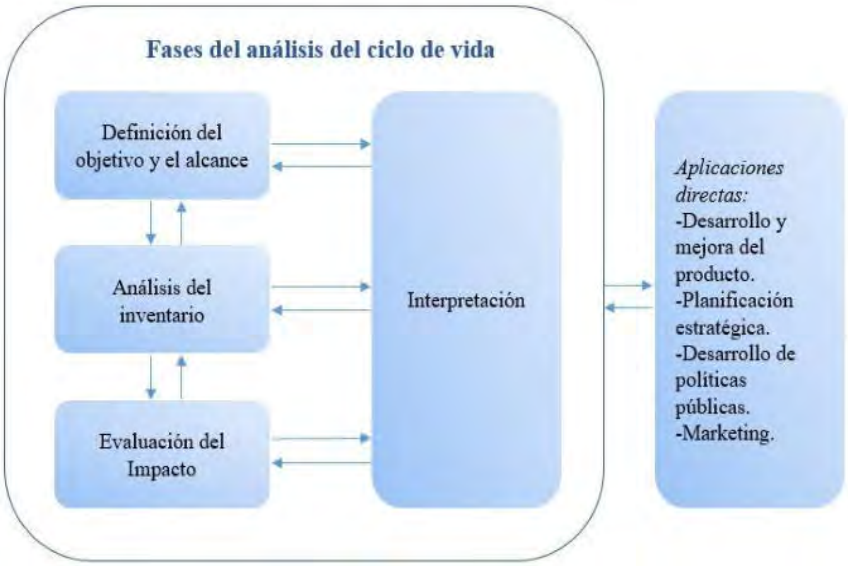
El Análisis del Ciclo de Vida (ACV), de acuerdo a la Norma NTE-ISO 14040: 2000, es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados con un producto, a través de las siguientes acciones:

- Compilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema.
- Evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas.
- Interpretación de los resultados de las fases de inventario e impactos en relación con los objetivos del estudio (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2000).

El alcance y resultados obtenidos por el ACV, contribuyen a: la identificación de oportunidades para mejorar los aspectos ambientales en los diversos puntos de su ciclo de vida, la toma de decisiones en organizaciones del sector privado o gubernamental, selección de indicadores importantes de desempeño ambiental y mercadeo ambiental de la empresa. Para su análisis se determinan las siguientes etapas:

- Definición del objetivo y alcance de estudio
- Análisis del inventario
- Evaluación de impacto ambiental
- Interpretación (INEN, 2000)

Figura 4-1. Estructuras Ciclo de Vida (ACV).



Fuente: Tomado de Martínez (2017), basado en ISO 14040.

Para establecer el alcance del estudio se debe definir entre otros puntos: funciones del sistema o producto, unidad funcional, tipo de sistema a estudiar, límites de este, requisitos de los datos, supuestos, limitaciones y tipo de revisión crítica.

Dentro del análisis del inventario, se recolecta datos y procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas pertinentes del sistema del producto. Entre los ingresos y salidas, se puede incluir el uso de recursos y las descargas al aire, agua y suelo, asociados con el sistema.

La evaluación del impacto va dirigida a evaluar la importancia de los potenciales impactos ambientales, utilizando los resultados del análisis de inventario. En general, este proceso implica relacionar los datos del inventario con impactos ambientales específicos, tratando de valorar dichos impactos. El nivel de detalle, la selección de los impactos evaluados y las metodologías usadas dependen del objetivo y alcance del estudio.

La interpretación de resultados consiste en la evaluación sistemática de las necesidades y oportunidades para reducir las cargas ambientales asociadas con el consumo de energía, de materias primas y el impacto ambiental de las emisiones que tienen lugar durante el ciclo de vida de un producto, proceso o actividad; En esta etapa se combinan los resultados de las dos etapas anteriores (análisis de inventario y evaluación de impacto), con la finalidad de extraer, de acuerdo con los objetivos y alcance del estudio, conclusiones y recomendaciones que permitan la toma de decisiones futuras.

4.1.1. Categorías de impacto ambiental.

El estudio de ACV evalúa varias categorías de impacto según el sector y objetivo del proceso del producto y/o servicio en estudio; para la declaración ambiental de un producto se debe considerar la norma ISO 14025: Reglas de Categorización de un Producto y dependerá del tipo de sistema bajo estudio. Las categorías de impacto evaluadas por la metodología ILCD 2011 (El método ILCD Midpoint fue publicado por el *Joint Research Centre* de la Comisión Europea en 2012, empleando los factores de caracterización para la evaluación de impacto según lo recomendado en el documento "*Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context - based on existing environmental impact assessment models and factors (EC-JRC, 2011)*".)

Tabla 4-1. Categoría de impacto ambiental.

CATEGORÍA DE IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE REFERENCIA
Cambio climático:	Cambios extremos del clima: de lluvias y sequías, incremento de la temperatura atmosférica debido a la emisión de gases de efecto invernadero	kg eq. CO2
Agotamiento del ozono:	Efectos negativos sobre la capacidad de protección frente a las radiaciones ultravioletas solares de la capa de ozono atmosférica.	kg eq. CFC- 11
Toxicidad humana, efectos no carcinogénicos:	Riesgos relativos y consecuencias sobre la salud.	CTUh
Partículas:	Impactos respiratorios causados por sustancias inorgánicas respirables provenientes de emisiones de fuentes primarias y secundarias	kg PM 2.5 eq.
Radiación ionizante E (ecosistemas):	Efecto de la exposición a la radiación sobre la salud humana y el ecosistema	kBq. U235 eq.
Formación de oxidantes fotoquímicos:	Formación de los precursores que dan lugar a la contaminación fotoquímica. La luz solar incide sobre dichos precursores, provocando la formación de una serie de compuestos conocidos como oxidantes fotoquímicos (ejemplo: Ozono-O3).	kg eq. C2H4
Acidificación	Pérdida de la capacidad neutralizante del suelo y del agua, como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra, en forma de ácidos, de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera.	mole H+
Eutrofización:	Crecimiento excesivo de la población de algas originado por el enriquecimiento artificial de las aguas de ríos y embalses como consecuencia del empleo masivo de fertilizantes y detergentes que provoca un alto consumo del oxígeno del agua.	kg. Eq. de NO3
Ecotoxicidad	Probabilidad de un efecto tóxico sobre el tiempo y el espacio asociados con la descarga de una sustancia química en el ambiente	CTUe
Uso del suelo	Daño al ecosistema debido a los efectos de la ocupación y transformación del suelo	(kg C / m2 / a), kg de déficit de C
Agotamiento de recursos minerales, fósiles y renovables	Reducción de los recursos renovables (recursos bióticos) y no renovables (minerales y combustibles fósiles).	kg Sb eq

Fuente: European Commission & Joint Research Centre Institute for Environmental and Sustainability, 2012.

4.1.2. Evaluación del Ciclo de Vida

Para el actual proyecto se ha definido analizar y evaluar el ciclo de vida con el "Eco-indicador 99" (Anexo 4-1), los Eco-indicadores son números que expresan el impacto ambiental total de un proceso o producto. Con los Eco-indicadores estándar se puede analizar las cargas ambientales de determinados procesos o productos durante su Ciclo de Vida.

Impactos ambientales de los productos

Todos los productos dañan el medio ambiente de una forma u otra. Las materias primas tienen que extraerse, el producto tiene que fabricarse, distribuirse, embalarse y por último, eliminarse. Durante la utilización de los productos suele producirse también un impacto ambiental, ya que

en esta etapa del Ciclo de Vida se suele consumir energía o materiales. Si deseamos valorar el daño ambiental de un producto, debemos estudiar todas las etapas de su Ciclo de Vida. El análisis ambiental de todas las fases del Ciclo de Vida recibe el nombre de Análisis del Ciclo de Vida ACV (LCA o Life Cicle Assessment).

El método ACV se ha desarrollado incorporando un sistema de coeficientes de ponderación, lo que permite calcular un valor único que representa el impacto ambiental total a partir de los efectos evaluados. Este valor se denomina Ecoindicador.

Los datos se han recopilado previamente en el caso de la mayoría de los materiales y procesos, y de ahí se ha calculado el Eco-indicador. Se han definido los materiales y los procesos de tal forma que encajen entre sí, se esta manera, se obtiene un indicador de la producción de cada uno de los materiales a ser utilizados en el proyecto.

El Eco-indicador de un material o proceso consiste por lo tanto en un número que indica el impacto ambiental de dicho material o proceso, a partir de los datos obtenidos del Análisis de Ciclo de Vida. Cuanto mayor es el indicador, mayor es el impacto ambiental. En el Eco-indicador 99 se ha definido el término "medio ambiente" según tres tipos de daños:

- *A la salud humana:* En esta categoría se incluye el número y la duración de las enfermedades, y los años de vida perdidos debido a la muerte prematura por causas ambientales. Los efectos aquí incluidos son: cambio climático, disminución de la capa de ozono, efectos cancerígenos y respiratorios y radiación ionizante (nuclear).

- *A la calidad del medio ambiente:* En esta categoría se incluye el efecto sobre la diversidad de especies, especialmente en las plantas vasculares y los organismos sencillos. Entre los efectos incluidos están: la ecotoxicidad, acidificación, eutrofización y el uso del suelo.

- *A los recursos*: En esta categoría se incluye la necesidad extra de energía requerida en el futuro para extraer mineral de baja calidad y recursos fósiles. La disminución de los recursos brutos, tales como arena y gravilla se incluyen dentro del uso del suelo.

Junto a los impactos ambientales aquí mencionados hay otros impactos adicionales que podrían contribuir a estas tres categorías de daño. Bajo criterio del equipo técnico, se han incluido los más relevantes.

Usos y limitaciones

Durante el proceso de diseño, se genera un gran número de opciones que pueden ser analizadas para elegir la que se crea más conveniente. Para desarrollar proyectos compatibles con el medio ambiente, debe ser posible se debe incluir los aspectos ambientales de un producto en el análisis y la selección de las opciones de diseño.

Los valores estándar de ecoindicadores se han desarrollado como una herramienta práctica que apoya en la búsqueda de alternativas más sostenibles. Su propósito principal es facilitar la toma de decisiones con criterios ambientales y servir como un recurso de uso interno.

No están concebidos para su aplicación en el marketing ambiental, el etiquetado ecológico ni para realizar comparaciones públicas que afirmen que un producto es superior a otro. Asimismo, tampoco han sido diseñados para que los gobiernos los utilicen como normas, patrones o directrices oficiales. El uso de Eco-indicadores sólo tiene un propósito: hacer productos más compatibles con el medio ambiente; es por tanto, una herramienta que puede utilizarse en todas las empresas y sectores (Ministery of Housing, 2000).

Unidades de los Eco-indicadores

Los valores estándar de los Eco-indicadores se pueden considerar como cifras sin dimensión. Como base utiliza el "punto Eco-indicador" (Pt). En las listas de Eco-indicadores se emplea normalmente la unidad de milipuntos (mPt), es decir: 700 mPt= 0.7 Pt.

El valor absoluto de los puntos no es demasiado relevante ya que el objetivo principal es el de comparar las diferencias relativas entre productos o componentes. La escala se ha elegido de tal forma que el valor de 1 Pt represente 1 centésima parte de la carga ambiental anual de un ciudadano medio.

Los valores estándar de Eco-indicador 99 se clasifican en:

- Materiales: los indicadores de materiales se miden según la medida de 1 kilo de material.
- Procesos de producción: tratamiento y procesado de varios materiales. Cada tratamiento se expresa en la unidad apropiada al proceso particular (metros cuadrados, kilos, metros soldados, etc.).
- Procesos de transporte: se expresan normalmente en toneladas por kilómetro.
- Procesos de generación de energía: se determinan unidades para electricidad y calor.
- Escenarios de eliminación: se expresan por kilos o por materiales, subdivididos en los tipos de materiales y en los métodos para proceder a su desecho.

Las cifras de las medias se utilizan para realizar estas estimaciones, empleando una definición particular de los términos "material" y "proceso".

Para calcular los Eco-indicadores es necesario dar tres pasos:

- Inventario de las emisiones relevantes, la extracción de recursos y el uso del suelo de todos los procesos incluidos en el Ciclo de Vida de un producto. Es un procedimiento estándar de los LCA.
- Cálculo de los daños que pueden causar esos flujos a la salud humana, a la calidad del ecosistema y a los recursos.
- Ponderación de las tres categorías de daño.

Inventario de los procesos

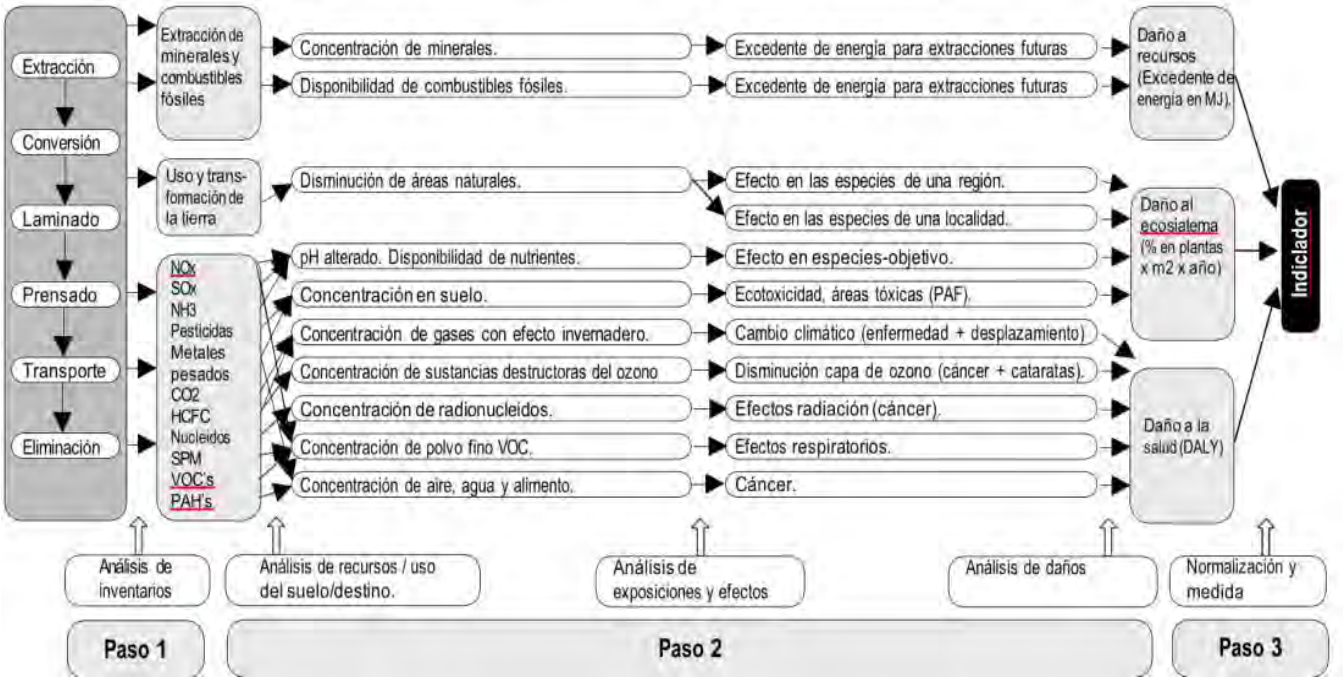
En el inventario de esos datos se empleó una metodología consistente que incluye elementos tales como:

- Límites del sistema: lo que se incluye y lo que no;
- Clasificación: cómo tratar procesos industriales que generan más de una salida;
- Aspectos regionales: si se utilizan datos alemanes, suizos o de otros países europeos;
- Temas sobre la calidad de los datos generales: edad, representatividad, medias, tecnología moderna etc.

El modelo de daños

Para poder utilizar las medidas de las tres categorías de daño se ha desarrollado una serie de modelos de daño complejos. En la siguiente figura se representa los mismos de forma esquemática.

Figura 4-2. Representación detallada del modelo de daños.



Fuente: Anexo A Eco-Indicador 99.

Ponderación

El paso más crítico y controvertido en una metodología es el paso de ponderación. En el desarrollo de la metodología con Eco-indicator 99 se inicia con el diseño del procedimiento de ponderación y se investiga el tipo de información que podía manejar un equipo de personas para realizar el procedimiento de ponderación; en este caso se miden los diferentes tipos de daños que causan

esos impactos y se limita sólo a tres el número de elementos a analizar. De esta forma, sólo se tiene que evaluar la seriedad de estas tres categorías de impactos:

- Daño a la salud humana: expresado como el número de años de vida perdidos y el número de años que ha sufrido una enfermedad. Se combinan bajo el nombre de "años de vida sometidos a una discapacidad" (DALYs), término también utilizado por el banco mundial y la OMS.

- Daño a la calidad del ecosistema: expresado como la pérdida de especies en un área determinada durante un tiempo determinado.

- Daño a los recursos: expresados como el exceso de energía que se necesitará para extraer minerales y combustibles fósiles en el futuro.

Los resultados obtenidos indican que los miembros de este grupo consideran igualmente importante los daños ocasionados a la salud y al ecosistema, considerando la mitad de importante los daños a los recursos.

Tabla 4-2. Valores de ponderación del proyecto.

Material	Indicador	Descripción	Cantidad Kg
Producción de metales férricos (en milipuntos por Kg)			
Hierro fundido	240	Hierro fundido con >2% de carbón	1
Acero de convertidores	94	Bloques de material que sólo contienen acero primario	1
Acero de arco eléctrico	24	Bloques de material que sólo contienen chatarra (acero secundario)	1
Acero	86	Bloques de material que sólo contienen 80% de hierro primario y 20% de restos	1
Acero de alta aleación	910	Bloques de material que sólo contienen 71% de acero primario, 16% Cr, 13% Ni.	1
Acero de baja aleación	110	Bloques de material que sólo contienen 93% de acero primario, 5% de restos y 1% de materiales de aleación	1
Producción de metales no férricos (en milipuntos por Kg)			
Aluminio 100% rec	60	Bloques de material que sólo contienen materiales secundarios	1
Aluminio 0% rec.	780	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Cromo	970	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Cobre	1400	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Plomo	640	Bloques de material que contienen 50% de plomo secundario	1
Níquel enriquecido	5200	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1

Material	Indicador	Descripción	Cantidad Kg
Paladio enriquecido	4600000	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Platino	7000000	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Rodio enriquecido	12000000	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Zinc	3200	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios (baño de calidad)	1
Procesado de metales (en milipuntos)			
Curvado-aluminio	0,000047	Una hoja de 1 mm de espesor y 1 m de ancho, curvada 90º	4
Curvado-acero	0,00008	Una hoja de 1 mm de espesor y 1 m de ancho, curvada 90º	4
Curvado-RVS	0,00011	Una hoja de 1 mm de espesor y 1 m de ancho, curvada 90º	4
Soldadura fuerte (con plata, cobre o latón)	4000	Por kg de cobresoldadura, incluyendo material de cobresoldado (45% de plata, 27% de cobre, 25% de latón)	1
Laminado en frio de rollos	18	Reducción de 1 mm en cada bandeja de 1 m2.	4
Cromado electrolítico	1100	Por m2, de 1 µm de espesor, doble cara, datos poco fiables	4
Galvanizado electrolítico	130	Por m2, de 2,5 µm de espesor, doble cara, datos poco fiables	4
Extrusión – aluminio	72	Por kg	4
Fresado, torneado, perforación	800	Por dm3 de material eliminado sin producción de material de desecho	4
Prensado	23	Por kg de material deformado sin incluir las partes no deformadas	4
Soldado por puntos – aluminio	2,7	Por soldadura de 7 mm de diámetro, ancho de la lámina: 2 mm	4
Corte / estampación – aluminio	0,000036	Por mm2 de superficie de corte	4
Corte / estampación – acero	0,00006	Por mm2 de superficie de corte	4
Corte / estampación – RVS	0,000086	Por mm2 de superficie de corte	4
Laminado	30	Por kg producido de láminas fuera del material del bloque	4
Zincado de bandas	4300	(Baño de zinc sedzimir) por m2, de 20-45 µm de espesor, incluyendo el zinc	1
Galvanizado en caliente	3300	Por m2, espesor de 100 µm incluyendo zinc	1
Baño de zinc (conversión um)	49	Por m2, espesor extra µm, incluyendo zinc	1
Producción de Plástico Granulado (en milipuntos por Kg)			
ABS	400		3

Material	Indicador	Descripción	Cantidad Kg
HDPE	330		1
LDPE	360		1
PA 6.6	630		3
PC	510		1
PET	380		1
PET botellas	390	Para botellas	3
PP	330		1
PS (GPPS)	370	Uso general	3
PS (HIPS)	360	Gran impacto	1
PS (EPS)	360	Expandible	3
PUR absorción de energía	490		3
PUR bloques de espuma flexible	480	Para muebles, camas, ropa	3
PUR espuma dura	420	Para elaborar electrodomésticos, aislamientos, materiales de construcción	1
PUR espuma semirígida	480		3
PVC gran impacto	280	Sin estabilizador de metales (Pb o Ba) ni plastificantes (véase químicos)	1
PVC rígido	270	PVC rígido con 10% de plastificantes (estimación aproximada)	1
PVC flexible	240	PVC flexible con 50% de plastificantes (estimación aproximada)	1
PVDC	440	Para capas finas	3
Procesados de Plásticos (en milipuntos)			
Extrusión con soplado de aire de PE	2,1	Por kg de PE granulado, pero sin producción de PE. Láminas para fabricar bolsas	2
Calandrado de láminas de PVC	3,7	Por kg de PVC granulado, pero sin producción de PVC	2
Moldeado por inyección –1	21	Por kg de PE; PP; PS y ABS granulado, pero sin producción de material	4
Moldeado por inyección –2	44	Por kg de PVC y PC, pero sin producción de material	4
Granceado, taladrado	6,4	Por dm3 de material procesado, pero sin producción de material de desecho	4
Modelado por presión	6,4	Por kg	4
Moldeado de PUR por inyección	12	Por kg, sin producción de PUR ni otros posibles componentes	4
Soldadura ultrasónica	0,098	Por metro soldado	4
Moldeo o conformado en vacio	9,1	Por kg de material, pero sin producción del mismo	4
Producción de caucho (en milipuntos por Kg)			
Gomas EPDM	360	Vulcanizado con 44% de carbono, incluyendo el moldeado	1
Producción de materiales de embalaje (en milipuntos por Kg)			

Material	Indicador	Descripción	Cantidad Kg
Cartón de embalaje	69	Omisión de la absorción de CO2 en la fase de dilatación	1
Papel	96	Contiene 65% de papel de deshecho, omisión de la absorción de CO2 en la fase de dilatación	1
Vidrio (marrón)	50	Vidrio para envases que contiene un 61% de vidrio reciclado	2
Vidrio (verde)	51	Vidrio para envases que contiene un 99% de vidrio reciclado	2
Vidrio (blanco)	58	Vidrio para envases que contiene un 55% de vidrio reciclado	2
Producción de productos químicos y otros (en milipuntos por Kg)			
Amoniaco	160	NH3	1
Argón	7,8	Gas inerte empleado en bombillas, soldadura de metales reactivos como el aluminio	1
Betonita	13	Para la arena de los gatos, porcelana etc.	1
Negro de humo	180	Empleado como colorante y relleno	1
Productos químicos inorgánicos	53	Valor medio de producción de químicos inorgánicos	1
Productos químicos orgánicos	99	Valor medio de producción de químicos orgánicos	1
Cloro	38	Cl2 producido mediante procesos de diagrama (tecnología punta)	1
Dimetil p-pathalate	190	Como plastificante para suavizar el PVC	1
Etilenglicol / óxido de etileno	330	Como disolvente artificial y limpiador	1
Fueloil	180	Sólo para producción. Sin combustión	1
Gasolina sin plomo	210	Sólo para producción. Sin combustión	1
Diesel (Gasóleo)	180	Sólo para producción. Sin combustión	1
H2	830	Gas hidrógeno. Empleado en procesos de reducción	1
H2SO4	22	Ácido sulfúrico. Empleado para limpieza y mordentado	1
HCl	39	Ácido hidroclorhídrico. Empleado para procesar metales y en limpieza	1
HF	140	Ácido fluorhídrico	1
N2	12	Nitrógeno. Empleado como atmósfera inerte	1
NaCl	6,6	Cloruro de sodio	1
NaOH	38	Sosa cáustica	1
Ácido nítrico	55	HNO3. Empleado para evitar la oxidación de los metales (mordentado)	1
O2	12	Oxígeno	1
Ácido fosfórico	99	H3PO4 Empleada en preparados y fertilizantes	1
Polipropilen glicol	200	Utilizado como anticongelante y disolvente	1
R134a (refrigerante)	150	Sólo producción de R134. La emisión de 1 kg de R134 genera 7300 mPt	1

Material	Indicador	Descripción	Cantidad Kg
R22 (refrigerante)	240	Sólo producción de R22. La emisión de 1 kg de R22 genera 8400 mPt	1
Silicato (vidrio soluble)	60	Empleado en la fabricación de gel de sílice (silica gel), detergentes y en la limpieza de metales	1
Sosa	45	Na2CO3. Empleado en detergentes	1
Urea	130	En fertilizantes	1
Agua descarbonizada	0,0026	Sólo procesado. No se contemplan los efectos en aguas subterráneas (si los hubiera)	1
Agua desmineralizada	0,026	Sólo procesado. No se contemplan los efectos en aguas subterráneas (si los hubiera)	1
Zeolita	160	Utilizada en procesos de absorción y en detergentes	1
Producción de material de construcción (en milipuntos por Kg)			
Barniz alquídico	520	Producción y emisiones durante el barnizado, conteniendo 55% de disolventes	5
Cemento	20	Cemento portland	1
Material cerámico	28	Ladrillos etc.	1
Hormigón sin refuerzo	3,8	Hormigón con densidad de 2200 kg/m3	1
Vidrio templado revestido	51	Para ventanas. Cubierta de estaño, plata y níquel (77 g/m2)	1
Vidrio templado no revestido	49	Para ventanas	1
Yeso	9,9	Selenita. Empleada como relleno	1
Gravilla	0,84	Extracción y transporte	1
Cal (quemada)	28	CaO. Empleado para producir cementos. También se puede utilizar como base consistente.	1
Cal (hidratada)	21	Ca(OH)2 . Empleado para fabricar mortero	1
Lana mineral	61	Para aislamientos	1
Construcción sólida	1500	Estimación para un edificio (cemento) por m3 de volumen (bienes de equipo)	1
Construcción en metal	4300	Estimación para un edificio (cemento) por m3 de volumen (bienes de equipo)	1
Arena	0,82	Extracción y transporte	1
Tableros de madera	39	Madera europea (criterios FSC). Omisión de la absorción de CO2 en la fase de crecimiento	1
Madera maciza	6,6	Madera europea (criterios FSC). Omisión de la absorción de CO2 en la fase de crecimiento	1
Uso del suelo	45	Ocupación como suelo urbano por m2 al año	1
Calor (en milipuntos por MJ)			
Briqueta de carbón (estufas)	4,6	Combustión de carbón en un horno de 5-15 kW	1
Carbón para hornos industriales	4,2	Combustión de carbón en un horno industrial (1-10 MW)	1

Material	Indicador	Descripción	Cantidad Kg
Aglomerado de lignito	3,2	Combustión de lignito en un horno de 5-15 kW	1
Gas (calderas)	5,4	Combustión de gas en una caldera atmosférica (<100 kW) con NOx bajo	1
Gas para hornos industriales	5,3	Combustión de gas en un horno industrial (<100 kW) con NOx bajo	1
Petróleo (calderas)	5,6	Combustión de petróleo en una caldera 10 kW	1
Petróleo para hornos industriales	11	Combustión de petróleo en un horno industrial	1
Madera para combustión	1,6	Combustión de madera. Omisión de la absorción y emisión de CO2	1
Energía solar (en milipuntos por kWh)			
Placa solar de fachada m-Si	9,7	Pequeña instalación (3 kWp) con células monocristalinas, empleada en fachadas de edificios	1
Placa solar de fachada p-Si	14	Pequeña instalación (3 kWp) con células policristalinas, empleada en fachadas de edificios	1
Techo solar m-Si	7,2	Pequeña instalación (3 kWp) con células monocristalinas, empleada en techos de edificios	1
Techo solar p-Si	10	Pequeña instalación (3 kWp) con células policristalinas, empleada en techos de edificios	1
Electricidad (en milipuntos por kWh)			
Electricidad AV Europa (UCPTE)	22	Alto voltaje (<24 kVolt)	1
Electricidad MV Europa (UCPTE)	22	Voltaje medio (1kV-24 kVolt)	1
Electricidad BV Europa (UCPTE)	26	Bajo voltaje (<1000 Volt)	1
Electricidad BV Austria	18	Bajo voltaje (<1000 Volt)	1
Electricidad BV Bélgica	22	Bajo voltaje (<1000 Volt)	1
Electricidad BV Suiza	8,4	Bajo voltaje (<1000 Volt)	1
Electricidad BV Gran Bretaña	33	Bajo voltaje (<1000 Volt)	1
Electricidad BV Francia	8,9	Bajo voltaje (<1000 Volt)	1
Electricidad BV Grecia	61	Bajo voltaje (<1000 Volt)	1
Electricidad BV Italia	47	Bajo voltaje (<1000 Volt)	1
Electricidad BV Países Bajos	37	Bajo voltaje (<1000 Volt)	1
Electricidad BV Portugal	46	Bajo voltaje (<1000 Volt)	1
Transporte (en milipuntos por tkm)			
Camión de reparto <3,5 t	140	Transporte por carretera con 30% de carga, 33% de gasolina sin plomo, 38% de gasolina	1

Material	Indicador	Descripción	Cantidad Kg
		con plomo, 29% de diesel (38% sin catalizador). Media europea incluyendo viaje de vuelta	
Camión 16 t	34	Transporte por carretera con 40% de carga, Media europea incluyendo viaje de vuelta	1
Camión 28 t	22	Transporte por carretera con 40% de carga, Media europea incluyendo viaje de vuelta	1
Camión 28 t (volumen)	8	Transporte por carretera por m3km. Se emplea cuando el factor determinante es le volumen y no la carga	1
Camión 40 t	15	Transporte por carretera con 50% de carga, Media europea incluyendo viaje de vuelta	1
Utilitario W-Europa	29	Transporte por carretera por km	1
Transporte por ferrocarril	3,9	Transporte por tren, 20% diesel y 80% mediante trenes eléctricos	1
Buque cisterna fluvial	5	Transporte marítimo con 65% de carga. Media europea incluyendo el viaje de vuelta	1
Buque cisterna oceánico	0,8	Transporte marítimo con 54% de carga. Media europea incluyendo el viaje de vuelta	1
Buque carguero fluvial	5,1	Transporte marítimo con 70% de carga. Media europea incluyendo el viaje de vuelta	1
Buque carguero oceánico	1,1	Transporte marítimo con 70% de carga. Media europea incluyendo el viaje de vuelta	1
Transporte aéreo medio	78	Transporte aéreo con 78% de carga. Media de todos los vuelos	6
Transporte aéreo continental	120	Transporte aéreo en un Boeing 737 con carga del 62%. Media de todos los vuelos	6
Transporte aéreo intercontinental	80	Transporte aéreo en un Boeing 747 con carga del 78%. Media de todos los vuelos	6
Transporte aéreo intercontinental	72	Transporte aéreo en un Boeing 767 o MD 11 con carga del 71%. Media de todos los vuelos	6

Reciclado de basuras (en milipuntos por kg)

Material	Indicador			Descripción	Cantidad Kg
	Total	Proceso	Prod. Eliminado		
Reciclado de PE	-240	86	-330	Si no se mezcla con otros plásticos	7
Reciclado de PP	-210	86	-300	Si no se mezcla con otros plásticos	7
Reciclado de PS	-240	86	-330	Si no se mezcla con otros plásticos	7
Reciclado de PVC	-170	86	-250	Si no se mezcla con otros plásticos	7
Reciclado de papel	-1,2	32	-33	El reciclado evita producir papel virgen	2
Reciclado de cartón	-8,3	41	-50	El reciclado evita producir cartón virgen	2

Material	Indicador			Descripción	Cantidad Kg
Reciclado de vidrio	-15	51	-66	El reciclado evita producir vidrio virgen	2
Reciclado de aluminio	-720	60	-780	El reciclado evita producir aluminio primario	1
Reciclado de metales de hierro	-70	24	-94	El reciclado evita producir acero primario	1
Tratamiento de residuos (en milipuntos por kg)					
Incineración	Realizada en una planta de incineración de basuras. Medio de recuperación de energía, el 22% de los residuos urbanos de Europa es incinerada				
Incineración de PE	-19			Este indicador puede utilizarse para HDPE y LDPE	2
Incineración de PP	-13				2
Incineración de PUR	2,8			Este indicador puede utilizarse para todos los tipos de PUR	2
Incineración de PET	-6,3				2
Incineración de PS	-5,3			Producción de energía relativamente baja, también puede usarse para ABS, HIPS, GPPS, EPS	2
Incineración de nylon	1,1			Liberación de energía relativamente baja	2
Incineración de PVC	37			Liberación de energía relativamente baja	2
Incineración de PVDC	66			Liberación de energía relativamente baja	2
Incineración de papel	-12			Gran liberación de energía. Emisiones de CO2 no contempladas	2
Incineración de cartón	-12			Gran liberación de energía. Emisiones de CO2 no contempladas	2
Incineración de acero	-32			40% de separación magnética para reciclado, eliminando el hierro crudo (media europea)	2
Incineración de aluminio	-110			15% de separación magnética para reciclado, eliminando aluminio primario	2
Incineración de vidrio	5,1			Se trata de un material casi inerte. El indicador se puede aplicar a otros materiales inertes	2
Vertederos	Vertederos controlados. El 78% de los residuos urbanos europeos se lleva a vertederos				
Vertederos de PE	3,9				2
Vertederos de PP	3,5				2
Vertederos de PET	3,1				2
Vertederos de PS	4,1			Este indicador también puede aplicarse a los vertederos de ABS	2
Vertederos de espuma EPS	7,4			Espuma de PS, 40 kg/m3	2
Vertederos de espuma 20 kg/m3	9,7			Vertederos de espuma tipo PUR con 20 kg/m3	2

Material	Indicador	Descripción	Cantidad Kg
Vertederos de espuma 100 kg/m3	4,3	Vertederos de espuma tipo PUR con 100 kg/m3	2
Vertedero de Nylon	3,6		2
Vertederos de PVC	2,8	Se excluye el filtrado de estabilizadores del metal	2
Vertederos de PVDC	2,2		2
Vertederos de papel	4,3	No se consideran las emisiones de CO2 y metano	2
Vertederos de cartón	4,2	No se consideran las emisiones de CO2 y metano	2
Vertederos de vidrio	1,4	Se trata de un material casi inerte. El indicador se puede aplicar a otros materiales inertes	2
Vertederos de acero	1,4	Se trata de un material casi inerte. El indicador se puede aplicar a otros materiales inertes	2
Vertederos de aluminio	1,4	Se trata de un material casi inerte. El indicador se puede aplicar a otros materiales inertes	2
Vertederos de 1 m3 de volumen	140	Volumen del vertedero por m3, empleo de restos voluminosos, como espuma y derivados	2
Residuos Urbanos	En Europa, el 22% de los residuos urbanos se incinera y el 78% se lleva a vertederos. Este indicador no es válido para residuos voluminosos y materiales secundarios		
Residuos urbanos de PE	-1,1		2
Residuos urbanos de PP	-0,13		2
Residuos urbanos de PET	1		2
Residuos urbanos de PS	2	No aplicable a espumas	2
Residuos urbanos de PA 6.6	3,1		2
Residuos urbanos de PVC	10		2
Residuos urbanos de PVDC	16		2
Residuos urbanos de papel	0,71		2
Residuos urbanos de cartón	0,64		2
Residuos urbanos de acero ECCS	-5,9	Sólo válido para acero primario	2
Residuos urbanos de aluminio	-23	Sólo válido para aluminio primario	2
Residuos urbanos de vidrio	2,2		2

Material	Indicador	Descripción	Cantidad Kg
Basura domestica	Separación por consumidor de la Residuos destinados al reciclado (media europea)		
Papel	-0,13	44% de separación	2
Cartón	-3,3	44% de separación	2
Vidrio	-6,9	52% de separación	2

Fuente: (Ministery of Housing, 2000).

4.2 Desarrollo.

4.2.1. Objetivos

Objetivo General.

Evaluar los impactos ambientales potenciales del Parque Fotovoltaico La Ceiba mediante la aplicación de la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV), considerando todas las etapas del sistema, desde la construcción hasta su cierre, en la provincia de Loja, cantón Zapotillo, parroquia Zapotillo, sector La Ceiba.

Objetivos Específicos:

- ✓ Definir los límites del sistema, la unidad funcional y los supuestos del estudio de acuerdo con la metodología de análisis de ciclo de vida.
- ✓ Elaborar el inventario de ciclo de vida, identificando y cuantificando las entradas y salidas del sistema.
- ✓ Evaluar los impactos ambientales potenciales a partir del inventario generado.
- ✓ Interpretar los resultados obtenidos para identificar las etapas críticas del sistema y proponer mejoras orientadas a la reducción de impactos ambientales.

4.2.2. Alcance

La investigación del sistema se adaptó conforme a la información recopilada. En el presente estudio se considera el sistema desde el transporte de materias primas hasta el fin de vida útil del sistema considerando desmontaje y reciclaje.

4.2.3. Unidad Funcional

El estudio se basa en la unidad funcional de 1 KWh de electricidad, para permitir comparaciones con sistemas encontrados en la literatura y con otros tipos de tecnologías de generación solar fotovoltaica. Los impactos ambientales potenciales también están referenciados a la unidad de 1 KWh.

4.2.4. Monto Estimado y Vida Útil

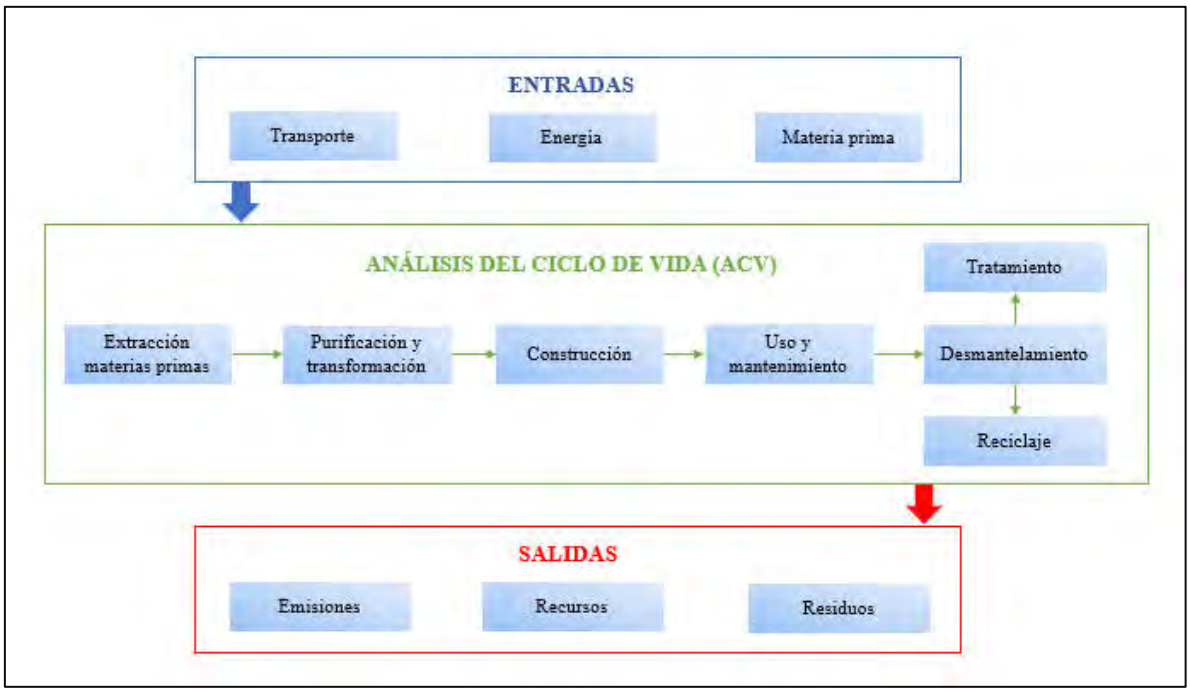
La inversión estimada para el Proyecto alcanza un total aproximado de 150 MMUSD (ciento cincuenta millones de dólares americanos). El Proyecto tiene una vida útil de 25 años, desde su entrada en operación comercial. Este plazo podrá ser extendido en la medida que las condiciones de los equipos instalados y del mercado eléctrico justifiquen el continuar con la inversión en el proyecto.

4.2.5. Límites del Sistema

El Parque Fotovoltaico La Ceiba incluye las siguientes etapas (ver la siguiente figura):

- Etapa de construcción (transporte, equipos.)
- Fase de operación y mantenimiento de la planta fotovoltaica.
- Fase de desmantelamiento o cierre del proyecto.

Figura 4-3. Límites del Sistema.



Elaborado: Equipo consultor, 2025

4.2.6. Descripción del Análisis de Inventario

El análisis de inventario de ciclo de vida (ACV) se desarrolló a partir de bases de datos sustentadas en supuestos técnicos y en información secundaria proveniente de estudios reconocidos, debido a la limitada disponibilidad de datos específicos del proyecto. En general, no se dispone de información detallada sobre variables clave asociadas a las distintas etapas del ciclo de vida, tales como consumos reales de insumos, tiempos efectivos de operación, frecuencias de uso, rendimientos específicos, así como parámetros logísticos y operativos. Esta falta de información

restringe la posibilidad de realizar estimaciones directas y precisas de los flujos de entrada y salida del sistema.

Ante estas limitaciones, se recurrió a bases de datos consolidadas y literatura especializada, como AMPYR y los trabajos de Frischknecht et al. (2020) y Vidal et al. (2017), que proporcionan información representativa sobre materiales, procesos y flujos asociados a sistemas fotovoltaicos. Este enfoque es consistente con metodologías empleadas en evaluaciones ambientales y análisis de ciclo de vida (ACV), donde, en ausencia de información específica del proyecto, se recurre a datos secundarios, factores de referencia o información derivada de experiencias documentadas, conforme a lineamientos establecidos en normas internacionales como la ISO 14044 y guías metodológicas del IPCC.

Asimismo, los valores reportados en dicho documento se basan en información consolidada a partir de proyectos ejecutados, lo que implica que reflejan condiciones reales de operación, incluyendo el uso efectivo de maquinaria pesada, logística de transporte y requerimientos energéticos asociados a la construcción. En este sentido, el uso de este tipo de referencia permite reducir la incertidumbre asociada a estimaciones teóricas, al apoyarse en datos empíricos representativos de proyectos similares.

Estas fuentes permiten caracterizar de manera consistente las distintas etapas del ciclo de vida del sistema, incluyendo la producción de materiales, el transporte, la construcción, la operación, el desmontaje y el reciclaje. A partir de esta información, se identificaron y cuantificaron las principales entradas y salidas del sistema, lo que posibilitó la evaluación de los impactos ambientales del proyecto con un nivel de aproximación acorde a la disponibilidad de datos.

La información consignada en el inventario de ciclo de vida fue desarrollada en el Capítulo 7 del presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA), correspondiente a la Demanda de Recursos Naturales, donde se expone de manera detallada la metodología empleada, así como los resultados del análisis realizado.

Inventario Ambiental.

Se trata de una zona que no forma parte de ningún espacio dentro del Sistema nacional de Áreas Protegidas, siendo el Área Protegida con Autonomía Descentralizada la más cercana en un radio de 15 km.

La vegetación que forma parte de este entorno y que será reducida con la instalación del Parque Fotovoltaico La Ceiba, se trata de

- ✓ Área sin cobertura vegetal.
- ✓ Bosque nativo.
- ✓ Vegetación Arbustiva y Herbácea

Adicionalmente dentro del área de implantación del proyecto nos encontramos con tres quebradas efímeras. La evaluación del impacto visual aquí se podría considerar como moderada, ya que se encuentra próxima al polígono industrial y lejos de cualquier zona de especial

protección, aunque dista pocos kilómetros del centro poblado de Catamaillo, por lo que puede generar impacto para la población.

Inventario del sistema.

En este apartado se consideraron las fases que se llevan a cabo en el sistema: transporte, materias primas usadas en la construcción, fase de generación (producción de energía del sistema), mantenimiento, desmantelamiento y reciclaje de la misma.

- ✓ *Componentes tecnológicos del proyecto.*

En el caso de los componentes tecnológicos al no ser fabricados en el Ecuador para su inventario y evaluación ambiental se considera el transporte que comprende el trayecto Puerto de Guayaquil – Zapotillo (La Ceiba) relacionando los 366 kilómetros de distancia con el peso de los componentes.

Tabla 4-3. Componentes tecnológicos.

Componente	Modelo	Peso unitario (Kg)	Cantidad
Modulo Fotovoltaico	TSM-500DE18M.08	34.6	400088

Elaborado: Equipo consultor, 2025
Nota: Datos tomados de la descripción del proyecto.

- ✓ *Materias Primas*

En cuanto a las materias primas directas y auxiliares se describen a continuación:

Tabla 4-4. Materias primas

MATERIAS PRIMAS	
Directas	**Auxiliares**
Acero	Electro suelda
Hormigón	Mixer
Agua	Agua
Combustibles Fósiles	Gasolina, diésel, aceite
Plástico	Recipientes
Cobre	Cables

Elaborado: Equipo consultor, 2025.
Nota: Datos tomados de la descripción del proyecto.

Estas serán estimadas con respecto a su impacto ambiental en razón del tiempo y capacidades de la maquinaria utilizada en cada una de las fases del proyecto.

- ✓ *Fase de construcción*

Se estima que la etapa de construcción del Parque Fotovoltaico La Ceiba, dure alrededor de 18 meses. Durante esta fase se consideran diversos procesos y materiales asociados a la instalación

de la infraestructura del proyecto, incluyendo la fabricación e instalación de módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, obras civiles, cableado y sistemas eléctricos, así como el transporte de materiales, agua y uso de maquinaria.

Tabla 4-5. Inventario de materias primas y procesos para la fase de construcción.

Fase	Procesos y materiales	Unidad	Cantidad
Construcción	Agua	Kg	8596125
	Diésel	Kg	37152
	Hormigón	Kg	10000000
	Acero	Kg	20000000
	Cobre	Kg	800000
	Aluminio	Kg	6000000
	Silicio	Kg	553721,792
	Metales	Kg	2491748,064
	Plástico	Kg	1522734,928
	Vidrio	Kg	9274840,016
	Transporte de materiales	tkm	4983496,128

Nota: Los cálculos realizados se muestran en el Anexo 4-2 (Hoja de cálculo 3).

Elaborado: Equipo consultor, 2025.

El cálculo de las cantidades del inventario del ciclo de vida descritas en la Tabla 4-5, se realizó a partir de los parámetros técnicos del proyecto y mediante el uso de factores de referencia provenientes de la literatura para sistemas fotovoltaicos de gran escala. A continuación, se describe el procedimiento aplicado:

En primer lugar, se establecieron los datos base del proyecto, considerando una capacidad instalada de 200 MW y una duración de la fase de construcción de 18 meses (Anexo 4-2; Hoja 1). Estos parámetros permitieron dimensionar el alcance del proyecto y sirvieron como base para la estimación de consumos y cantidades.

Para el cálculo del consumo de diésel en la fase de construcción, se utilizó un factor de referencia de 600 litros por mes por cada 50 MW de capacidad instalada. Dicha cifra se obtuvo de del reporte de Evaluación de Impacto Ambiental y Social de un proyecto de energía solar de 200 MWac / 260 MWp (AMPYR), como se muestra en la Tabla 2-6 denominada "*Materia prima estimada durante la fase de construcción*" del anexo 4-2, hoja 2. Este valor fue escalado a la capacidad total del proyecto (200 MW), equivalente a cuatro bloques de 50 MW. Posteriormente, el consumo mensual total fue multiplicado por la duración de la fase de construcción (18 meses), obteniendo un volumen total de 43,2 m³ de diésel.

En el caso del consumo de agua en la fase de construcción, se empleó un factor de 5730,75 m³/año, el cual involucra actividades de construcción, agua doméstica y potable. Dicha cifra se obtuvo del reporte de Evaluación de Impacto Ambiental y Social de un proyecto de energía solar de 200 MWac / 260 MWp (AMPYR) , como se muestra en la Tabla 2-4 denominada "*Requerimiento de agua durante la fase de construcción*" (del anexo 4-2, hoja 2). Este valor fue igualmente escalado a la capacidad total del proyecto, obteniendo un consumo total de 8596,125 m³.

Para efectos de modelación en el análisis de ciclo de vida, el consumo de agua y diésel fue convertido de unidades de volumen (m^3) a masa (kg), considerando una densidad de 1000 kg/m^3 y 860 kg/m^3 respectivamente, con el fin de mantener la coherencia de unidades dentro del inventario.

Con relación a los materiales de infraestructura de la planta de generación fotovoltaica (hormigón, acero, cobre y aluminio), se utilizaron factores de consumo por unidad de potencia instalada (t/MW), obtenidos del artículo científico "*Tendencias mundiales en el consumo y suministro de metales: el nexo entre materia prima y energía*" (Vidal, Rostom, François, & Giraud, 2017) , cuyos datos se muestran en la denominada Figura 2 del anexo 4-2, hoja 2.

Para el hormigón y el acero se adoptaron valores conservadores correspondientes al rango inferior reportado en la literatura (50 t/MW y 100 t/MW, respectivamente), mientras que para el cobre y el aluminio se utilizaron valores promedio (4 t/MW y 30 t/MW).

Esta selección se realizó con el fin de evitar la sobreestimación de impactos ambientales, considerando que estos materiales presentan una alta contribución en términos de masa dentro del sistema.

En cuanto a los módulos fotovoltaicos, se partió de un peso unitario de 34,6 kg por módulo y una composición porcentual de materiales: 67% vidrio, 18% metales, 11% plásticos y 4% silicio. Esta composición fue tomada del reporte denominado: Inventarios del ciclo de vida y evaluaciones del ciclo de vida de los sistemas fotovoltaicos (Frischknecht, Stolz, Krebs, de Wild-Scholten, & Sinha, 2020) como se muestra en la denominada Tabla 2 del anexo 4-2, hoja 2, titulada "Lista de materiales y eficiencia de paneles de silicio monocristalino y multicristalino". A partir de estos porcentajes, se aproximó la masa de cada material por módulo. Posteriormente, estos valores fueron multiplicados por el número total de módulos instalados (400.088 unidades), obteniendo las cantidades totales de materiales del sistema fotovoltaico.

Para el componente correspondiente al transporte de los módulos, se consideró una distancia de 366 km entre el puerto de Guayaquil y el sitio del proyecto. La masa total de los paneles fue multiplicada por la distancia, obteniendo un flujo de transporte en toneladas-kilómetro (tkm).

El detalle de los cálculos realizados, así como las fuentes de información empleadas para la estimación de dichas cantidades, se presenta en el anexo 4-2, (Hoja de cálculo 1 de cantidades) adjunta al presente estudio (*ACV_Proyecto_Fotovoltaico_La Ceiba*).

- ✓ *Fase de operación*

La fase de operación del Parque Fotovoltaico La Ceiba comprende principalmente actividades de mantenimiento preventivo y en caso necesario, correctivo de las instalaciones. Estas actividades incluyen la inspección visual y limpieza de los módulos fotovoltaicos, revisión de conexiones eléctricas y cableado, mantenimiento de inversores, lubricación de estructuras de seguimiento solar (trackers), así como la verificación de instalaciones eléctricas generales y de la subestación elevadora.

De acuerdo con la literatura especializada en análisis de ciclo de vida de sistemas fotovoltaicos, la fase de operación presenta impactos significativamente menores en comparación con la fase

de construcción, siendo el consumo de agua el principal flujo relevante, especialmente debido a las actividades de limpieza periódica de los módulos fotovoltaicos.

En este sentido, y con el fin de mantener la coherencia metodológica del estudio, se ha priorizado la inclusión del consumo de agua como el parámetro más representativo dentro de esta fase, sin perjuicio de considerar de manera secundaria otros consumos menores como energía auxiliar, combustibles y lubricantes. Los resultados asociados al componente agua para esta fase se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4-6. Inventario para la fase de operación.

Fase	Procesos	Unidad	Cantidad
Operación	Agua	Kg	43636915

Nota: Los cálculos realizados se muestran en el Anexo 4-2 (Hoja de cálculo 3).
Elaborado: Equipo consultor, 2025.

El consumo total de agua (doméstico, potable y para limpieza) se estimó a partir de un valor anual de 1856,89 m³/año, el cual fue obtenido del reporte de Evaluación de Impacto Ambiental y Social de un proyecto de energía solar de 200 MWac / 260 MWp (AMPYR) , y se muestra en la Tabla 2-5 denominada "*Requerimiento de agua durante la fase de construcción*" del anexo 4-2 (hoja 2). Posteriormente este factor fue multiplicado por el tiempo total de operación, obteniendo un consumo acumulado de 43.636,915 m³. Finalmente, se transformó de unidades de volumen (m³) a masa (kg), considerando una densidad de 1000 kg/m³.

- ✓ *Fase de desmantelamiento o cierre del proyecto.*

La fase de cierre o desmantelamiento del Parque Fotovoltaico La Ceiba contempla el retiro progresivo de todos los componentes e infraestructura instalada al final de la vida útil del proyecto, estimada en aproximadamente 12 meses.

Esta etapa incluye actividades como el desmontaje de módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, sistemas eléctricos, cableado, inversores, transformadores y demás equipos asociados, así como la rehabilitación del área intervenida en la medida de lo posible.

Los impactos ambientales en esta fase están asociados principalmente a los residuos de los módulos fotovoltaicos y su transporte hacia centros de acopio, reciclaje o disposición final (Tabla 4-7). En este sentido, se ha priorizado un escenario de reciclaje, en concordancia con prácticas actuales y recomendaciones de la literatura, lo cual permite reducir significativamente los impactos ambientales mediante la recuperación de materiales y la evitación de la producción de materias primas vírgenes.

En términos generales, la fase de cierre presenta un impacto ambiental moderado en comparación con la fase de construcción, pudiendo incluso generar beneficios ambientales netos cuando se implementan estrategias adecuadas de valorización de residuos como es el reciclaje.

Tabla 4-7. Inventario para la fase de cierre.

Fase	Procesos y materiales	Unidad	Cantidad
Cierre	Transporte de residuos	tkm	4706635,232
	Acero	Kg	20000000
	Metales	Kg	2491748,064
	Plástico	Kg	1522734,928
	Vidrio	Kg	9274840,016
	Aluminio	Kg	6000000

Nota: Los cálculos realizados se muestran en el Anexo 4-2 (Hoja de cálculo 3).
Elaborado: Equipo consultor, 2025.

En la Tabla 4-7, se planteó que las cantidades de residuos corresponden a los materiales de entrada del sistema, manteniendo la misma proporción de composición de los módulos fotovoltaicos y de la infraestructura instalada. Este enfoque es consistente con la metodología de análisis de ciclo de vida, bajo el principio de conservación de masa.

Para la modelación del transporte de residuos generados en la fase de cierre del proyecto, se consideró una distancia aproximada de 340 km hacia la ciudad de Cuenca, asumiendo que en esta localidad se realizará el tratamiento y reciclaje de los materiales recuperables. Se consideró una duración de 12 meses. La masa total de residuos fue calculada a partir de la masa de los módulos fotovoltaicos y materiales de instalación de la planta como referencia para estimar el flujo de transporte, obteniendo 4.706.635,232 tkm.

La selección de Cuenca como destino de los residuos se fundamenta en su condición de centro con infraestructura adecuada para la gestión de residuos, incluyendo la presencia de gestores ambientales autorizados y capacidades técnicas para el tratamiento, valorización y reciclaje de materiales como metales, vidrio y componentes eléctricos.

Asimismo, esta aproximación responde a un criterio conservador y representativo dentro del análisis de ciclo de vida, considerando escenarios realistas de logística regional en ausencia de información específica sobre el destino final exacto de los residuos al término de la vida útil del proyecto.

La inclusión de esta distancia permite capturar los impactos asociados al transporte en la fase de desmantelamiento, manteniendo la coherencia del modelo y alineándose con prácticas comunes en estudios de ACV, donde se emplean supuestos técnicamente justificados para representar escenarios de fin de vida.

En este contexto, el escenario de reciclaje en Cuenca resulta consistente con las políticas actuales de gestión de residuos y economía circular, contribuyendo a la reducción de impactos ambientales mediante la recuperación de materiales valorizables.

4.2.7. Cálculo del impacto

Para la obtención de los valores de impacto ambiental mediante el método Eco-indicator 99, se procedió a completar el formulario de ponderación correspondiente, respetando las unidades

establecidas para cada uno de los materiales y procesos considerados en el análisis.

Con el fin de garantizar la consistencia en los cálculos, todos los flujos de entrada (materiales y procesos) fueron expresados en unidades de masa (kg), lo que permitió su adecuada correlación con los factores de caracterización disponibles en el manual del método Eco-indicator 99.

Los factores de impacto (eco-indicadores) fueron obtenidos a partir de las tablas del manual electrónico del método descritas en las páginas A25 – A30 del documento adjunto denominado "ANEXO 4-1. Eco indicador 99", donde se identificaron los valores correspondientes a cada material o proceso analizado. Posteriormente, estos valores fueron multiplicados por las cantidades estimadas en el inventario, con el objetivo de calcular el impacto ambiental individual de cada componente. Esto se puede evidenciar en la Tabla 4-8.

Finalmente, los resultados fueron expresados en milipuntos (mPt), permitiendo así la agregación de impactos y la obtención del valor total por etapa del ciclo de vida (construcción, operación y cierre) del proyecto.

Este procedimiento permitió identificar los procesos y materiales más relevantes desde el punto de vista ambiental, facilitando la interpretación de resultados y la toma de decisiones orientadas a la sostenibilidad del sistema fotovoltaico.

Tabla 4-8. Ponderación de impactos ambientales.

Fases	Procesos y materiales	Indicador	Resultado en (mPt)	Impacto en (mPt)
Construcción	Agua	0,026	223499,25	9202958350
	Diésel	180	6687360	
	Hormigón	3,8	38000000	
	Acero	86	1720000000	
	Cobre	1400	1120000000	
	Aluminio	780	4680000000	
	Silicio	60	33223307,52	
	Metales	86	214290333,5	
	Plástico	510	776594813,3	
	Vidrio	58	537940720,9	
	Transporte de materiales	15	75998315,95	
Operación	Agua	0,026	1134559,79	1134559,79
Cierre	Transporte de residuos	15	70599528,48	-6328401819
	Acero	-70	-1400000000	
	Metales	-70	-174422364,5	
	Plástico	-240	-365456382,7	
	Vidrio	-15	-139122600,2	
	Aluminio	-720	-4320000000	

Elaborado: Equipo consultor, 2025.

El análisis de los resultados obtenidos mediante el método Eco-indicator 99 permitió identificar que los materiales con mayor contribución al impacto ambiental total, expresado en milipuntos (mPt), corresponden principalmente al aluminio y al acero. Este resultado es coherente, considerando que ambos materiales presentan elevados impactos asociados a sus procesos de producción, especialmente en términos de consumo energético y uso de recursos.

Adicionalmente, se evidenció que el tratamiento asignado a los residuos en la fase de cierre tiene

una influencia significativa en los resultados del análisis de impacto ambiental.

Cuando los residuos generados, especialmente los módulos fotovoltaicos, son modelados bajo un escenario de disposición final en vertedero, se observa un incremento considerable en el valor total de impacto expresado en milipuntos (mPt), debido a la pérdida de materiales valorizables y a los impactos asociados a su disposición.

Por el contrario, al considerar un escenario de reciclaje, los impactos ambientales se reducen de manera notable, ya que se incorpora el beneficio ambiental derivado de la recuperación de materiales como vidrio, aluminio y metales, evitando así la producción de materias primas vírgenes y sus impactos asociados.

Este comportamiento es consistente con la literatura especializada en análisis de ciclo de vida de sistemas fotovoltaicos, donde se destaca la importancia de las estrategias de gestión de residuos al final de la vida útil como un factor determinante en la sostenibilidad del sistema.

Bajo estas circunstancias, resulta fundamental definir adecuadamente el destino final de los módulos fotovoltaicos y demás componentes al término de su vida útil, ya que la elección entre reciclaje o disposición final puede modificar de manera significativa los resultados del análisis ambiental.

4.2.8. Impacto ambiental del proyecto

Se calculó la energía total producida por la planta fotovoltaica durante su periodo de operación, considerando una vida útil estimada de 25 años y una generación anual de aproximadamente 396,8 GWh/año.

El valor obtenido en la Tabla 4-9 representa, por tanto, el impacto ambiental asociado a la producción de 1 kWh de energía eléctrica a lo largo de toda la vida útil del sistema fotovoltaico, integrando las contribuciones de las fases de construcción, operación y cierre (Calculo en el anexo 4-2; hoja 4).

Tabla 4-9. Impacto del proyecto.

Componente	Cantidad	Unidad
Impacto	0,289888215	mPt/KWh

Elaborado: Equipo consultor, 2025.

4.2.9. Simulación del impacto

Con el fin de validar y complementar el análisis realizado, se llevó a cabo la simulación del sistema en el software OpenLCA, utilizando las bases de datos ecoinvent_3.9.1_LCIA_Methods y elcd_3_2_greendelta, junto con el método IPCC 2013 GWP 100a, orientado a la evaluación del potencial de calentamiento global (Anexo 4-2; hojas 5 y 6).

A partir de esta simulación, se obtuvo un impacto de 0,0536 kg CO_2 equivalente por kWh generado. Este valor evidencia que los materiales con mayor contribución al calentamiento global corresponden al hormigón, seguido del aluminio y el acero, lo cual es consistente con las emisiones asociadas a la producción de estos materiales.

Cabe destacar que las capturas del modelado y de la evaluación obtenida en OpenLCA se adjuntan como parte del presente estudio dentro de la plantilla de Excel (hojas 5 y 6), permitiendo evidenciar la trazabilidad del proceso de cálculo y la consistencia del modelado desarrollado.

4.2.10. Limitaciones del estudio

El presente análisis de ciclo de vida (ACV) del Parque Fotovoltaico La Ceiba se desarrolló con base en información técnica disponible, literatura especializada y supuestos metodológicos representativos. No obstante, es importante señalar que el estudio presenta ciertas limitaciones inherentes a la disponibilidad de datos y a las decisiones de modelación adoptadas, las cuales se detallan a continuación.

En primer lugar, varias de las cantidades de materiales y consumos fueron estimadas mediante factores de referencia por unidad de potencia instalada (t/MW o consumos por MW), debido a la ausencia de información específica del proyecto en fase de diseño detallado. Si bien estos factores provienen de literatura científica y estudios de proyectos fotovoltaicos de características similares, su aplicación puede introducir incertidumbre en los resultados finales.

En segundo lugar, la composición de los módulos fotovoltaicos se basó en valores promedio reportados en estudios internacionales. Sin embargo, esta composición puede variar dependiendo del fabricante, la tecnología específica del módulo y las condiciones del mercado, lo cual no fue considerado de manera particular en este análisis.

Asimismo, el modelado del transporte de materiales y residuos se realizó utilizando distancias promedio representativas (366 km para el transporte de módulos y 340 km para la gestión de residuos), lo cual puede generar variaciones respecto a escenarios reales.

En relación con la fase de operación, se priorizó el consumo de agua como principal flujo relevante, dado que la literatura especializada indica que otros consumos (energía auxiliar, combustibles y lubricantes) tienen una contribución menor. No obstante, la exclusión detallada de estos flujos secundarios podría subestimar ligeramente los impactos asociados a esta fase.

Por otra parte, la fase de cierre fue modelada bajo un escenario de reciclaje para la mayoría de los materiales, lo cual representa una condición favorable desde el punto de vista ambiental. Sin embargo, este escenario depende de la disponibilidad futura de infraestructura y políticas de gestión de residuos, por lo que podría diferir de la realidad al final de la vida útil del proyecto.

Adicionalmente, el análisis se basó en bases de datos internacionales (ecoinvent 3.9.1 y ELCD 3.2), las cuales contienen información representativa de contextos globales o europeos. En consecuencia, los procesos modelados pueden no reflejar completamente las condiciones específicas del contexto local, especialmente en términos de matriz energética, tecnologías utilizadas y eficiencia de procesos.

Finalmente, los resultados obtenidos deben ser interpretados como una aproximación representativa del comportamiento ambiental del sistema, más que como valores absolutos. A pesar de estas limitaciones, el estudio proporciona una base sólida para la evaluación ambiental del proyecto y permite identificar los principales puntos críticos del ciclo de vida, contribuyendo

a la toma de decisiones orientadas a la sostenibilidad.

4.3 Análisis e interpretación de resultados.

El alcance del estudio se definió considerando como unidad funcional la generación de 1 KWh de electricidad, estableciendo como límites del sistema todas las etapas del ciclo de vida del proyecto, que incluyen el transporte de materias primas, la fase de construcción, la operación y mantenimiento a lo largo de 25 años de vida útil, así como el desmantelamiento y reciclaje de los componentes al final de su funcionamiento. La inversión estimada asciende a 150 millones de dólares, lo que permite dimensionar la magnitud del proyecto y, al mismo tiempo, facilita la comparación objetiva de la tecnología solar fotovoltaica frente a otras fuentes de generación eléctrica bajo una misma base funcional de referencia.

4.3.1. Resultados globales

Los resultados de la etapa de ponderación obtenidos mediante la metodología Eco-indicador 99 determinan que la carga ambiental total asociada al proyecto asciende a 2 875 691 091 milipuntos (mPt), valor que se desagrega en diferentes categorías de impacto. La fase de construcción representa el punto crítico del ciclo de vida, concentrando la casi totalidad de los impactos ambientales, lo que sugiere que las estrategias de mitigación deben focalizarse en la optimización del diseño estructural, la reducción en el consumo de materiales de construcción de alto impacto y la incorporación de alternativas de eficiencia energética y gestión sostenible de recursos.

4.3.2. Análisis por fases del ciclo de vida

Fase de Construcción

La fase de construcción representa el punto crítico del ciclo de vida del proyecto fotovoltaico, al concentrar la mayor parte de las cargas ambientales acumuladas, especialmente en lo que respecta a la categoría de uso de recursos naturales y materiales con alta huella ambiental. Los resultados del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) evidencian que aproximadamente el 97% del impacto total asociado al uso de recursos se origina en esta etapa, lo que la convierte en el principal foco de atención para estrategias de mitigación ambiental.

Este elevado impacto responde a la alta demanda de materiales de construcción intensivos en energía y recursos naturales, tales como:

- Hormigón estructural, utilizado en las bases de cimentación de los módulos y en las estructuras auxiliares.
- Metales como acero, aluminio y cobre, presentes en estructuras de soporte, cableado, canalizaciones eléctricas y componentes electromecánicos.

A ello se suma el consumo intensivo de combustibles fósiles para el funcionamiento de maquinaria pesada, equipos de movimiento de tierras, transporte de materiales y generación de energía en obra, generando un importante volumen de emisiones indirectas de gases de efecto invernadero (GEI), además de impactos asociados al agotamiento de recursos no renovables, acidificación, y generación de partículas contaminantes.

Desde un punto de vista técnico, se puede concluir que la huella ambiental de esta fase no es simplemente una consecuencia circunstancial del diseño del proyecto, sino que es estructuralmente elevada, dada la naturaleza de la infraestructura y la escala del desarrollo. No obstante, si bien estos impactos son difíciles de evitar completamente, existen márgenes significativos para su mitigación a través de estrategias de mejora tecnológica, eficiencia de procesos y sustitución de materiales.

Fase de Operación y Mantenimiento

Durante los 25 años de vida útil del proyecto, la fase de operación se caracteriza por un perfil de impactos ambientales relativamente bajo en comparación con la construcción. El aspecto más relevante se asocia al consumo de agua para la limpieza de módulos fotovoltaicos. Aunque esta magnitud representa una fracción menor del impacto global, adquieren especial relevancia en contextos hídricamente vulnerables como el cantón Zapotillo. Desde una perspectiva técnica, la implementación de sistemas de limpieza en seco, tecnologías de reducción de consumo hídrico y reutilización de aguas tratadas o recicladas constituye una medida prioritaria de mitigación. Adicionalmente, el uso de autoconsumo eléctrico generado por el propio parque para cubrir los requerimientos auxiliares contribuye a minimizar la huella energética de esta fase. Para el desarrollo de las actividades de la fase de operación, el operador del proyecto contempla el abastecimiento de agua mediante tanqueros contratados a proveedores autorizados. El agua será destinada exclusivamente a las labores de limpieza de los paneles fotovoltaicos, sin contemplarse la captación directa de fuentes superficiales o subterráneas del área de influencia.

Fase de Desmantelamiento

La fase de desmantelamiento comprende el desmontaje, transporte y disposición final de los 400.088 módulos fotovoltaicos, junto con estructuras metálicas y componentes eléctricos. Bajo el escenario actual, el traslado de estos materiales hacia plantas de reciclaje en el país involucra las cargas asociadas al transporte. Sin embargo, esta etapa puede transformarse en una oportunidad estratégica de economía circular, mediante la implementación de cadenas de reciclaje locales o regionales que permitan recuperar materiales de alto valor como aluminio, vidrio y silicio, reduciendo al mismo tiempo las emisiones de gases de efecto invernadero vinculadas al transporte de larga distancia. De este modo, el desmantelamiento puede evolucionar de ser una fuente de impacto a un componente clave en la mejora del desempeño ambiental global del proyecto.

4.3.3. Conclusiones

- El análisis del ciclo de vida (ACV) revela que la etapa de construcción del parque solar fotovoltaico constituye la principal fuente de impactos ambientales del proyecto, concentrando 9 202 958 350 mPt.
- La fase operativa del sistema solar fotovoltaico genera beneficios netos ambientales, al desplazar la generación eléctrica convencional de origen fósil. Esto se traduce en una reducción significativa de emisiones de CO_2, óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxidos de azufre (SO_2) y partículas en suspensión, además de disminuir la dependencia energética de fuentes no renovables. La prolongación de la vida útil de los componentes y el

mantenimiento predictivo emergen como estrategias clave para maximizar este beneficio.

- La etapa de desmantelamiento plantea desafíos relevantes tanto desde el punto de vista ambiental como logístico, debido al volumen y variedad de residuos generados, incluyendo materiales potencialmente reciclables y componentes con riesgo de contaminación si no se gestionan adecuadamente. Sin embargo, esta fase también representa una oportunidad para la implementación de principios de economía circular, a través del reaprovechamiento y valorización de materiales, así como el diseño de sistemas modulares y fácilmente desmontables desde la fase de planificación.

4.3.4. Recomendaciones técnicas

El uso intensivo de recursos constituye la categoría de impacto más significativa, atribuible principalmente al consumo de materiales con alta huella ambiental como hormigón, acero y aluminio primario, así como al uso de agua y combustibles fósiles durante la etapa constructiva. Esta categoría refleja impactos acumulativos relacionados con el agotamiento de recursos no renovables y las emisiones indirectas asociadas a su extracción y transformación. Las recomendaciones de mitigación para este caso serían:

- Aplicar criterios de optimización estructural mediante modelado BIM y análisis estructurales avanzados para minimizar volúmenes de hormigón, acero y áridos sin comprometer la integridad estructural.
- Sustituir materiales vírgenes de alta carga ambiental por insumos reciclados o secundarios (por ejemplo, uso de aluminio reciclado, cementos con adiciones puzolánicas, áridos reciclados).
- Durante la construcción, incorporar equipos y maquinaria con alta eficiencia energética o sistemas de propulsión alternativos (eléctricos, híbridos o alimentados con biocombustibles certificados). Evaluar la viabilidad de electrificación parcial de los procesos constructivos mediante fuentes renovables temporales.
- Implementar planes de uso eficiente del agua, incluyendo sistemas de recirculación y reutilización de aguas grises en actividades como curado de hormigón, limpieza de maquinaria y control de polvo.

Los impactos de la categoría de generación de residuos sólidos provienen fundamentalmente de la generación de residuos en las fases de construcción, operación y mantenimiento, incluyendo efluentes contaminados, residuos peligrosos (aceites, solventes), restos de materiales y embalajes. Las recomendaciones de mitigación son las siguientes:

- Diseñar e implementar un Plan de Gestión de Residuos Sólidos adaptado al ciclo de vida del proyecto, con énfasis en la segregación en origen, trazabilidad, valorización de residuos reciclables y minimización de disposición final.
- Instalar plantas modulares de tratamiento in situ (sistemas físico-químicos y biológicos compactos) para reducir la carga contaminante de aguas residuales y mitigar el riesgo de contaminación del suelo y aguas superficiales/subterráneas.
- Establecer alianzas con gestores autorizados para la disposición adecuada de residuos peligrosos, cumpliendo con la normativa nacional vigente (por ejemplo, aceites usados, baterías, solventes, pinturas).

Aunque cuantitativamente marginal, la categoría de materiales, procesos y transporte, representa impactos relevantes asociados al transporte de módulos fotovoltaicos, estructuras metálicas y equipos desde los países de origen, lo que implica un componente importante de emisiones indirectas por logística internacional. Las recomendaciones de mitigación son las siguientes:

- Optimizar las rutas y modos de transporte mediante estrategias de consolidación de carga, priorización del transporte marítimo sobre terrestre o aéreo, y uso de transportistas certificados con flotas de alta eficiencia.
- Incentivar la cadena de suministro local para componentes no críticos (estructuras secundarias, cableado, partes mecánicas) con el fin de reducir distancias logísticas, plazos de entrega y huella de carbono.
- Emplear técnicas de prefabricación para componentes estructurales y eléctricos, con el objetivo de reducir retrabajos en obra, minimizar residuos y acortar tiempos de montaje, lo que también reduce el consumo energético y logístico.

4.3.5. Lineamientos y beneficios ambientales derivados del análisis

El análisis del ciclo de vida (ACV) asociado al proyecto permiten establecer una serie de lineamientos estratégicos y beneficios potenciales que pueden ser aplicados transversalmente en las distintas etapas del proyecto, con el objetivo de mejorar su desempeño ambiental, reducir externalidades negativas y aumentar su sostenibilidad a largo plazo.

Fase de diseño.

Lineamientos:

- Integrar criterios de ecodiseño y análisis multicriterio ambiental en la selección de materiales, tecnologías y configuración del sistema.
- Incorporar principios de economía circular desde el diseño, facilitando desmontaje, reciclaje y reutilización futura de componentes.
- Priorizar tecnologías y materiales con Declaración Ambiental de Producto (EPD) o certificaciones equivalentes.

Beneficios:

- Reducción anticipada de impactos ambientales asociados a la extracción y transformación de materias primas.
- Mayor eficiencia en el uso de recursos y reducción del volumen de residuos a lo largo del ciclo de vida.
- Mejora en la trazabilidad y control de impactos indirectos (huella de carbono y huella hídrica).

Fase de Construcción

Lineamientos:

- Utilizar materiales de menor huella ambiental (reciclados, locales, certificados).

- Implementar prácticas de construcción sostenible: prefabricación, reducción de retrabajos, eficiencia en maquinaria.
- Aplicar un Plan Integral de Manejo de Residuos (PIMR) con segregación en origen y valorización de residuos.

Beneficios:

- Reducción significativa del impacto ambiental global del proyecto.- La implementación de estrategias orientadas a la eficiencia en el uso de recursos naturales como la optimización estructural, el empleo de materiales reciclados o de bajo impacto, y la prefabricación de componentes permite una disminución sustantiva de los impactos ambientales globales, particularmente en las categorías dominantes como el uso de recursos no renovables y las emisiones indirectas asociadas a la producción y transporte de materiales. Estas acciones contribuyen a una menor presión sobre ecosistemas, reducen la huella de carbono del proyecto y mejoran su desempeño en términos de sostenibilidad ambiental bajo metodologías como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV).
- Reducción de costos operativos mediante eficiencia logística y optimización del uso de materiales.- El rediseño de procesos constructivos con criterios de eficiencia permite no solo mitigar impactos ambientales, sino también alcanzar una reducción tangible de costos económicos asociados a la logística, transporte, almacenamiento y manejo de materiales. Estrategias como la consolidación de cargas, la priorización de proveedores locales, y la minimización de retrabajos a través del uso de elementos prefabricados generan economías de escala y reducen pérdidas por desperdicio. Además, el uso racional de insumos reduce los costos de disposición de residuos, transporte y consumo energético durante la construcción y mantenimiento.
- Mejora del cumplimiento normativo ambiental y fortalecimiento de la licencia social para operar.- La adopción de buenas prácticas ambientales desde el diseño hasta el desmantelamiento del proyecto fortalece el cumplimiento con la normativa ambiental vigente, incluyendo regulaciones sobre emisiones, gestión de residuos y uso de agua. Al mismo tiempo, el compromiso ambiental demostrado mediante acciones concretas, como planes de manejo ambiental, monitoreo continuo y participación comunitaria mejora la percepción del proyecto por parte de autoridades regulatorias, comunidades locales y otros actores clave, lo que se traduce en una mayor estabilidad operativa, reducción de riesgos legales o reputacionales, y facilitación de procesos de fiscalización, auditoría o renovación de permisos.

Fase de Mantenimiento

Lineamientos:

- Aplicar planes de mantenimiento predictivo y preventivo que minimicen paradas y consumo de recursos.
- Usar lubricantes, aceites y químicos con bajo impacto ambiental, certificados y compatibles con reciclaje.
- Capacitar al personal técnico en prácticas sostenibles de mantenimiento.

Beneficios:

- Reducción del consumo de insumos y minimización en la generación de residuos peligrosos. - La implementación de estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo, junto con la selección de insumos con menor carga ambiental (como lubricantes biodegradables, aceites de larga duración y productos certificados con bajo riesgo toxicológico), contribuye a una reducción sustancial en el volumen y peligrosidad de los insumos utilizados durante la operación y mantenimiento del proyecto. Esto se traduce en una disminución significativa de residuos peligrosos, como aceites usados, solventes y materiales contaminados, lo cual simplifica la gestión ambiental, reduce los costos de tratamiento y disposición final, y disminuye los riesgos asociados a la manipulación y almacenamiento de sustancias peligrosas.
- Disminución del impacto operativo sobre los componentes ambientales (aire, agua y suelos).- Una operación eficiente y ambientalmente controlada permite minimizar la liberación de contaminantes hacia los diferentes medios receptores. Por ejemplo, la reducción de fugas de fluidos contaminantes, el mantenimiento adecuado de los sistemas de contención y drenaje, y el uso de maquinaria de bajas emisiones contribuyen a reducir significativamente las emisiones atmosféricas (partículas, NO_x, CO, SO_2), así como las potenciales descargas accidentales de sustancias contaminantes hacia el suelo o cuerpos hídricos. Estas medidas aseguran la protección de los recursos naturales locales, previenen la degradación ambiental y favorecen el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental establecidos por la normativa vigente.
- Aumento de la confiabilidad operativa y mejora en la eficiencia energética de los equipos. - La aplicación sistemática de programas de mantenimiento basados en análisis de condición o mantenimiento predictivo mediante monitoreo en tiempo real permite optimizar el rendimiento técnico de los equipos electromecánicos, reducir el tiempo fuera de servicio y anticipar fallas críticas. Esto se traduce en una mayor disponibilidad y confiabilidad operacional del sistema, así como en una mejora de la eficiencia energética, dado que los equipos operan en condiciones óptimas de carga, temperatura y lubricación. Como resultado, se reducen tanto los consumos energéticos innecesarios como las emisiones asociadas a ineficiencias en la operación.

Fase de desmantelamiento

Lineamientos:

- Diseñar e implementar un Plan de Desmantelamiento con enfoque en economía circular.
- Establecer alianzas con gestores autorizados para reciclaje y recuperación de módulos, estructuras y componentes eléctricos.
- Aplicar metodologías de evaluación de fin de vida útil para determinar oportunidades de reutilización.

Beneficios:

- Recuperación de materiales valiosos y reducción significativa de residuos enviados a disposición final. - La aplicación de un enfoque de economía circular en la fase de desmantelamiento permite la recuperación y reutilización de materiales de alto valor económico y ambiental, como aluminio, acero, vidrio templado, cobre y módulos

fotovoltaicos parcialmente funcionales. Mediante el desmontaje planificado, la segregación adecuada y la trazabilidad de materiales, es posible redirigir un volumen significativo de componentes al reciclaje o a nuevos ciclos productivos. Esta estrategia no solo reduce drásticamente la cantidad de residuos enviados a vertederos o rellenos de seguridad, sino que también disminuye la demanda de materias primas vírgenes en otros sectores industriales, con el consiguiente ahorro energético y reducción de emisiones asociadas.

- Conversión de un pasivo ambiental en una oportunidad económica a través de la valorización de materiales. - El tratamiento adecuado de los residuos generados al final del ciclo de vida del proyecto transforma lo que tradicionalmente se considera un pasivo ambiental y financiero en una oportunidad de generación de valor económico. A través de alianzas con empresas recicladoras especializadas y la implementación de cadenas logísticas reversas, los materiales recuperados pueden comercializarse o reincorporarse como insumos en nuevos procesos constructivos o industriales. Este modelo de gestión no solo reduce costos asociados al tratamiento y disposición final, sino que también puede generar ingresos directos o beneficios fiscales, promoviendo una mayor sostenibilidad financiera del proyecto.
- Mejora sustancial del perfil ambiental y reputacional del proyecto frente a inversionistas, autoridades y comunidades.- La integración de criterios de sostenibilidad y circularidad en la fase de cierre del proyecto fortalece su licencia social para operar, mejora su alineación con estándares internacionales (como los Principios del Ecuador o los Objetivos de Desarrollo Sostenible) y aumenta su atractivo ante inversionistas institucionales que exigen criterios ESG (ambientales, sociales y de gobernanza) en sus decisiones de financiamiento. Además, la demostración de buenas prácticas ambientales durante el desmantelamiento mejora la percepción pública y la confianza por parte de comunidades locales y entidades regulatorias, reduciendo riesgos reputacionales y facilitando la aprobación de futuros desarrollos del promotor.

5. Bibliografía

AMPYR. (s.f.). *Environmental and social impact assessment for a 200 MWac / 260 MWp solar power project in Mhasale Village, Dhule District,Maharashtra.*

Frischknecht, R., Stolz, P., Krebs, L., de Wild-Scholten, M., & Sinha, P. (2020). *Life cycle inventories and life cycle assessments of photovoltaic systems.*

Ministery of Housing, S. P. (2000). *Eco-Indicator 99 Manual for Designers: A Damege Orientes Method for life Cycle Impact Assessmentes.* Den Haag, The Netherlands.

Vidal, O., Rostom, F., François, C., & Giraud, G. (2017). Global Trends in Metal Consumption and Supply: The Raw Material–Energy Nexus.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía. Ltda.

JULIO , 2026

Contenido

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 57
5.1. UBICACIÓN. 57
5.2. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL PROYECTO. 62
5.2. ETAPAS DEL PROYECTO. 63
5.2.1. Detalles Técnicos Etapa de Construcción. 65
5.3.1. Etapa de Operación del proyecto. 91
5.3.2. Inspección y mantenimiento técnico del parque solar. 92
5.3.3. Contratación de mano de obra. 92
5.3.4. Operación de la central. 92
5.3.5. Tareas de mantenimiento preventivo 93
5.4. ASPECTOS LEGALES. 99

Tabla 5-1. Coordenadas geográficas de referencia. 58
Tabla 5-2. Ubicación referencial de Instalaciones e Infraestructura temporal. 65
Tabla 5-3. Características técnicas del proyecto 68
Tabla 5-4. Principales actividades en la fase de construcción del proyecto. 70
Tabla 5-5. Principales equipos y maquinaria para la etapa de construcción. 71
Tabla 5-6. Principales materiales e insumos para la etapa de construcción del proyecto. 73
Tabla 5-7. Aproximación de mano de obra para la etapa de construcción. 74
Tabla 5-8. Cronograma general de la fase de construcción 75
Tabla 5-9. Ubicación referencial de Instalaciones e Infraestructura permanente. 76
Tabla 5-10. Estimación de material de desbroce. 78
Tabla 5-11. Estimación de material de excavación a remover. 80
Tabla 5-12. Estimación de desechos comunes a generar. 82
Tabla 5-13. Tipo de residuos sólidos no peligrosos que se puede generar en el proyecto. 85
Tabla 5-14. Tipo de desechos peligrosos a generarse en el proyecto (construcción) 88
Tabla 5-15. Cronograma de la Fase de Operación 96
Tabla 5-16. Estimado de residuos que se generarán en la etapa de operación 97
Tabla 5-17. Tipo de desechos peligrosos que se pueden generar (Operación) 98

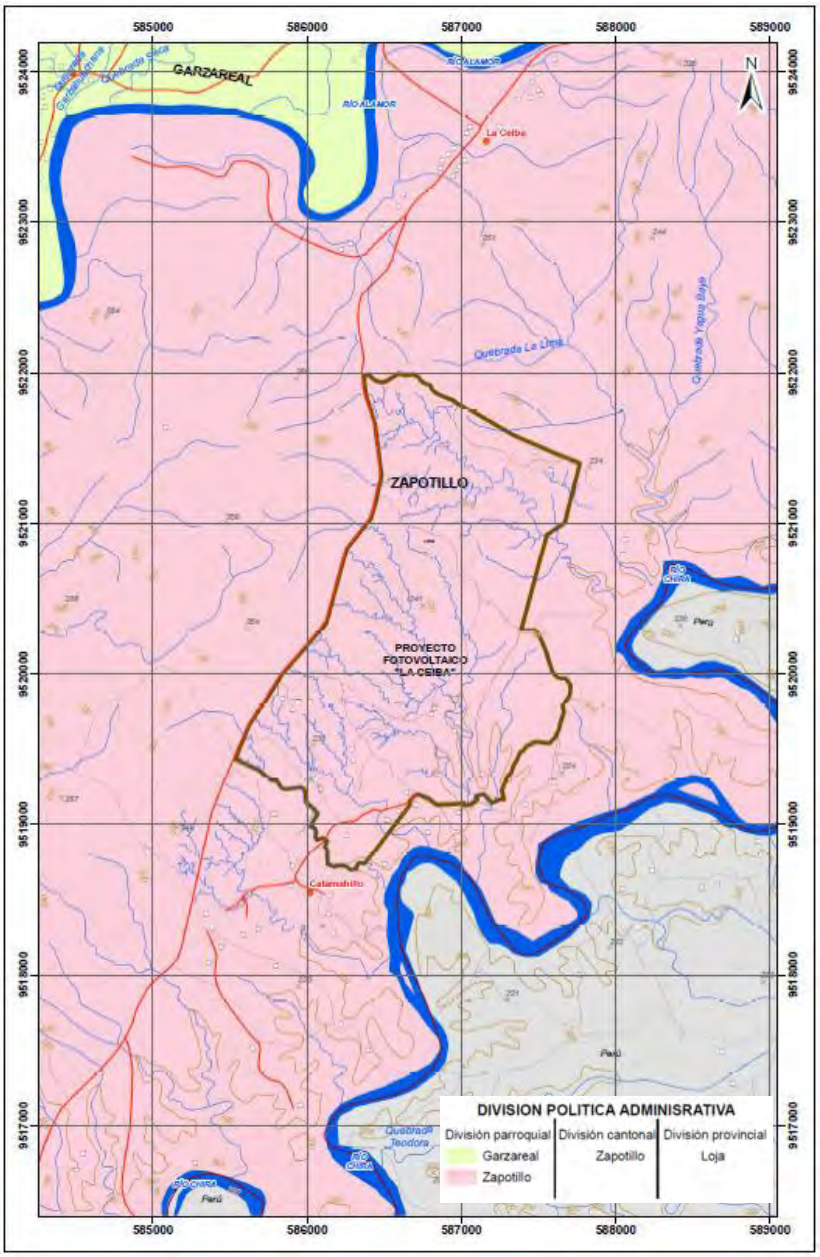
Figura 5-1. Mapa de ubicación geográfica del proyecto. 57
Figura 5.2. Mapa de pendientes del proyecto. 60
Figura 3. Ubicación de infraestructura temporal del proyecto. 67
Figura 4. Ubicación de infraestructura permanente del proyecto. 77
Figura 5-5. Proporcional de desechos no peligrosos – etapa de construcción 83
Figura 5-6. Curva de generación mensual de desechos no peligrosos. 84
Figura 5-7. Clasificación de desechos peligrosos- CRETIB. 91

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

5.1. UBICACIÓN.

El Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se emplaza en el cantón Zapotillo, provincia de Loja (Ecuador), cercano a la frontera con Perú. Su ubicación específica corresponde a la parroquia Zapotillo, en el sector conocido localmente como Catamahillo, aproximadamente a 1,6 km del poblado La Ceiba Chica y 4 km al noroeste de la cabecera cantonal de Zapotillo. Las coordenadas centrales del sitio son a X: 586737, Y: 9519747 (UTM WGS-84, Zona 17 Sur), lo que sitúa al proyecto junto a la carretera E25 (Troncal de la Costa), una vía principal que facilita el acceso al área. Los límites geográficos del predio se ubican en una zona de bosque seco tropical, sin solaparse con áreas protegidas o de conservación ecológica (el polígono no intersecta con el SNAP).

Figura 5-1. Mapa de ubicación geográfica del proyecto.



En el MAPA NRO. 1 se presenta el mapa de ubicación del proyecto.

El proyecto se encuentra geográficamente ubicado en las siguientes coordenadas geográficas Datum WGS 84 Datum 17S.

Tabla 5-1. Coordenadas geográficas de referencia.

Nro.	UTM WGS84 Z 17S		Nro.	UTM WGS84 Z 17S	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
1	586625,51	9521981,60	64	586662,28	9519124,62
2	586645,35	9521980,01	65	586370,18	9518735,15
3	586669,16	9521985,57	66	586329,97	9518739,39
4	586685,83	9521985,57	67	586315,15	9518711,87
5	586708,06	9521976,84	68	586315,15	9518697,05
6	586719,96	9521967,31	69	586277,05	9518694,94
7	586742,19	9521937,94	70	586241,07	9518720,34
8	586755,68	9521929,21	71	586183,92	9518720,34
9	586783,46	9521918,10	72	586175,45	9518711,87
10	586798,54	9521911,75	73	586128,88	9518730,92
11	586804,10	9521888,73	74	586126,77	9518783,84
12	586835,06	9521863,33	75	586126,77	9518828,29
13	586878,71	9521842,69	76	586111,95	9518849,46
14	586907,29	9521832,37	77	586126,77	9518889,67
15	586948,56	9521815,70	78	586099,25	9518908,72
16	586964,44	9521801,42	79	586063,27	9518898,14
17	587328,50	9521584,57	80	586048,45	9518912,96
18	587606,48	9521460,78	81	586054,80	9518948,94
19	587767,15	9521397,23	82	586046,33	9518972,22
20	587669,28	9521000,54	83	586023,05	9518982,81
21	587551,29	9520921,68	84	586035,75	9519016,67
22	587384,07	9520286,67	85	586065,38	9519069,59
23	587477,20	9520286,67	86	586044,22	9519094,99
24	587506,84	9520233,76	87	585993,42	9519139,44
25	587540,70	9520157,56	88	585980,72	9519224,11
26	587563,99	9520081,36	89	585957,43	9519241,04
27	587589,39	9520005,16	90	585860,07	9519228,34
28	587627,49	9519969,17	91	585832,55	9519234,69
29	587674,05	9519967,06	92	585796,57	9519287,61
30	587705,80	9519922,61	93	585769,05	9519287,61
31	587699,45	9519854,87	94	585733,07	9519317,24
32	587655,00	9519789,26	95	585680,15	9519359,57
33	587661,35	9519729,99	96	585529,86	9519431,54
34	587644,42	9519689,77	97	585618,76	9519651,67
35	587629,60	9519626,27	98	585760,58	9519873,92
36	587604,20	9519571,24	99	585834,67	9519996,69
37	587568,22	9519535,26	100	585957,43	9520138,51
38	587481,44	9519545,84	101	586118,30	9520329,01
39	587443,34	9519528,91	102	586181,80	9520563,96
40	587415,82	9519514,09	103	586253,77	9520828,54
41	587396,77	9519484,46	104	586319,38	9520913,21
42	587377,72	9519475,99	105	586410,40	9521027,51
43	587356,55	9519425,19	106	586444,27	9521146,04
44	587331,15	9519382,86	107	586478,13	9521315,38

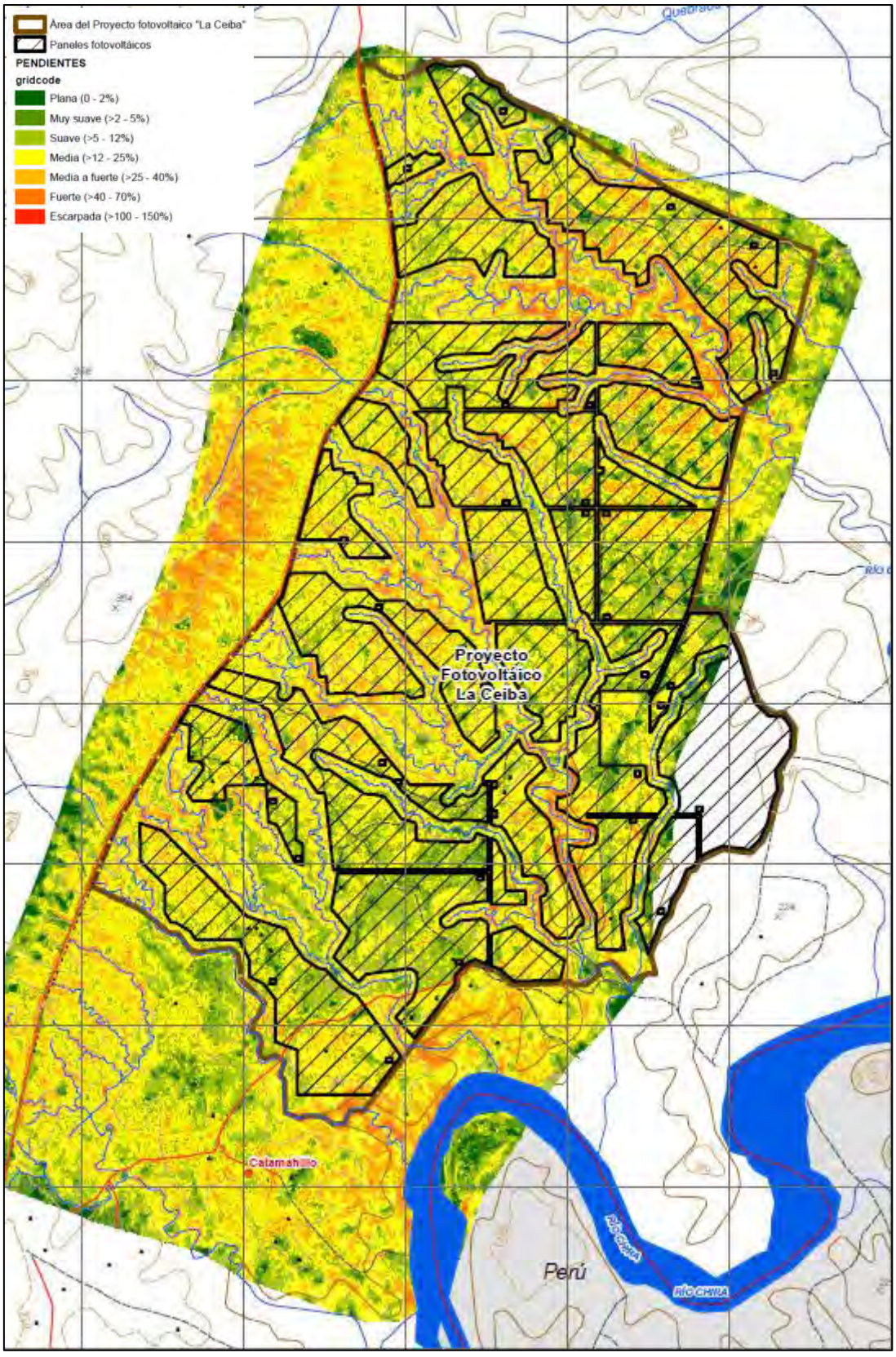
Nro.	UTM WGS84 Z 17S		Nro.	UTM WGS84 Z 17S	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
45	587320,57	9519340,52	108	586459,08	9521476,24
46	587297,28	9519317,24	109	586435,80	9521651,93
47	587276,12	9519262,21	110	586382,88	9521836,08
48	587259,18	9519219,87	111	586370,18	9521905,93
49	587274,00	9519160,61	112	586364,36	9521973,66
50	587252,83	9519162,72	113	586397,70	9521982,39
51	587195,68	9519139,44	114	586402,46	9521980,81
52	587140,65	9519196,59	115	586419,92	9521961,76
53	587091,97	9519183,89	116	586438,97	9521947,47
54	587100,43	9519160,61	117	586457,23	9521939,53
55	587060,22	9519126,74	118	586473,11	9521935,56
56	587015,77	9519124,62	119	586495,33	9521935,56
57	587011,53	9519137,32	120	586524,70	9521950,64
58	586964,97	9519130,97	121	586547,72	9521966,52
59	586833,73	9519126,74	122	586591,38	9521991,92
60	586785,05	9519166,96	123	586606,46	9521989,54
61	586715,20	9519194,47	124	586625,51	9521981,60
62	586696,15	9519186,01	125	586625,51	9521981,60
63	586662,28	9519152,14			

Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

El área total del emplazamiento abarca 401,31 hectáreas, de las cuales alrededor de 233,52 hectáreas son consideradas área útil para la instalación fotovoltaica. Este terreno presenta una topografía moderadamente accidentada, con elevaciones entre 180 y 250 m s.n.m. y desniveles locales de hasta 70 m. Las pendientes predominantes (hasta 20°, con máximas de 25°) requerirán adecuaciones topográficas (terrazas, rellenos o nivelaciones) para asegurar la correcta instalación de los paneles solares.

El presente Estudio de Impacto Ambiental comprende únicamente la Central Fotovoltaica La Ceiba y su Subestación Elevadora. La infraestructura de transmisión hasta la Subestación Colectora no forma parte del presente instrumento ambiental y será objeto del correspondiente procedimiento de licenciamiento ambiental cuando sea desarrollada.

Figura 5.2. Mapa de pendientes del proyecto.



Enel MAPA NRO. 6 se presenta el Mapa de pendientes del proyecto

- Principales vías de acceso al Proyecto:

El cantón Zapotillo registra como conexiones viales principales hacia la capital provincial de Loja dos corredores alternativos: **Zapotillo–Celica–Loja (225 km) y Zapotillo–Macará–Loja (250 km).** A continuación, se describe los principales poblados que se atraviesa con las dos rutas mencionadas:

Ruta 1: Loja → Catamayo → Paltas → Celica → Zapotillo.

Ruta 2: Loja → Catamayo → Paltas → Macará → Zapotillo.

La ruta principal de acceso regional desde la ciudad de Loja hacia Catamayo se realiza por el corredor estatal E35, el cual forma parte de la Red Vial Estatal y corresponde a una vía de 1er orden con carpeta asfáltica y pavimento, usada como eje estructurante de movilidad y carga en el sur del país. Desde Catamayo, la conectividad hacia el suroccidente de Loja se articula por ejes inter-cantonales que permiten enlazar Paltas (Catacocha) y Celica como nodos de paso hacia la frontera sur-occidental. La conexión final hacia el Proyecto La Ceiba se consolida al empalmar con la E25 (Troncal de la Costa) en el tramo Celica–Zapotillo, clasificada como red vial primaria estatal (1er orden) con capa de rodadura de pavimento/asfalto, condición clave para logística de equipos y reducción de tiempos de transporte

En el tramo de aproximación al emplazamiento, el acceso estratégico se realiza por la vía E25 (Troncal de la Costa), clasificada como red vial primaria estatal con capa de rodadura asfáltica, condición que favorece el transporte de equipos y materiales de gran porte, y reduce restricciones operativas asociadas a rutas no pavimentadas. En concordancia, el polígono del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba colinda con la E25, por lo que el ingreso principal de obra se estructura sobre una vía de 1er orden (asfaltada) y se complementa con ramales locales (2do–3er orden) según la logística de frentes y campamentos.

5.2. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL PROYECTO.

El objetivo general del Proyecto La Ceiba es construir y operar eficientemente una central fotovoltaica de 200 MWp en Zapotillo, Loja, asegurando su máxima generación de energía y contribuyendo a la sostenibilidad energética nacional (CELEC EP, 2025). En consonancia con este objetivo, se han definido varios objetivos específicos y metas:

- **Aportar energía renovable al SNI:** Inyectar aproximadamente 396 GWh al año de energía solar al Sistema Nacional Interconectado, reduciendo la dependencia de fuentes térmicas fósiles y mejorando la confiabilidad del suministro. Esta producción limpia ayudará a cubrir especialmente la demanda en horas diurnas y épocas de estiaje (baja hidrología), actuando como respaldo al parque hidroeléctrico nacional.
- **Garantizar alto desempeño operativo:** Alcanzar una disponibilidad de planta superior al *95%* anual, mediante un mantenimiento proactivo y gestión profesional de la operación. Asimismo, lograr que la capacidad efectiva de generación (159,6 MW_ac) esté plenamente aprovechada en condiciones óptimas, maximizando el despacho cuando la irradiancia lo permita (se busca que la planta opere cercanamente a su máximo potencial en las horas pico de sol).
- **Optimizar costos y asegurar sostenibilidad financiera:** El proyecto apunta a un Costo Nivelado de Energía (LCOE) competitivo para el mercado ecuatoriano, asegurando que la tarifa resultante sea atractiva. Los análisis iniciales indican una TIR del ~14,8%, superior a la tasa mínima atractiva requerida (~7%), lo que demuestra su rentabilidad (Perfil del

Proyecto, 2025). Se implementarán mecanismos de financiamiento innovadores (p. ej. financiamiento verde) que reduzcan el costo de capital.

- Indicadores de sostenibilidad ambiental: Medir y lograr una reducción sustancial de emisiones de CO_2 evitadas gracias al proyecto (estimadas en cientos de miles de toneladas anuales, dependiendo del factor de emisión del sistema). También, mantener una integración ambiental correcta, con cero incidentes ambientales mayores durante la construcción y operación, cumpliendo con todos los parámetros de control ambiental establecidos en la licencia (ruido, manejo de residuos, preservación de vegetación fuera del polígono, etc.).
- Beneficios socioeconómicos locales: Potenciar el desarrollo local mediante la generación de empleos y mejora de infraestructura. Durante la fase de construcción se estima la creación de varios cientos de puestos de trabajo directos e indirectos, priorizando la contratación de mano de obra local no calificada y servicios de la zona. Esto dinamizará la economía del cantón Zapotillo. Adicionalmente, el proyecto contempla la rehabilitación de caminos vecinales y aportes a obras comunitarias (por ejemplo, dotación de sistemas fotovoltaicos menores para comunidades aisladas, programas de reforestación de áreas cercanas) como parte de su plan de responsabilidad social.
- Innovación y transferencia tecnológica: Al ser uno de los primeros parques solares a gran escala en el país, La Ceiba servirá para transferir conocimiento en tecnología fotovoltaica al talento humano ecuatoriano. Se buscará capacitar personal local en operación de plantas solares, y generar aprendizajes que puedan replicarse en futuros proyectos. Tecnológicamente, se evaluará la inclusión de sistemas de almacenamiento (baterías) en una fase posterior, y la aplicación de técnicas de monitoreo inteligente (por ejemplo, limpieza automatizada de paneles, sensores IoT), manteniendo a La Ceiba a la vanguardia tecnológica.

Para monitorear estos objetivos, se establecerán indicadores de desempeño contractuales, por ejemplo: energía entregada vs. energía esperada (índice de producción), disponibilidad (%) anual, horas de indisponibilidad forzada, emisiones evitadas (tCO_2/año), número de empleos locales generados, etc. CELEC EP, a través de GENSUR, supervisará el cumplimiento de estos indicadores una vez que la planta esté operativa. El contrato asociativo también distribuirá los riesgos de forma equilibrada: el socio privado asumirá riesgos de construcción (ej. sobrecostos, retrasos) y de rendimiento tecnológico, mientras que CELEC EP retendrá riesgos regulatorios y de despacho, según mejor capacidad de gestión de cada parte.

5.2. ETAPAS DEL PROYECTO.

El hito de inicio del Proyecto consistirá en la habilitación del área de la Instalación de frentes de obra, en específico la instalación de los contenedores de oficinas, la que incluye actividades de limpieza, despeje, nivelación del área de trabajo y montaje de las instalaciones temporales. Estas acciones se consideran como sistemáticas y temporales, y darán cuenta del inicio de la ejecución del Proyecto. De acuerdo con lo anterior, la siguiente tabla especifica los hitos estimados de inicio y término de cada fase del Proyecto, los cuales podrían estar sujetos a pequeñas modificaciones, debido a factores externos.

Flujograma de Fases del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba (200 MW)

- Etapa de Construcción:

La fase de construcción abarca la preparación del sitio y la instalación física de la planta. Incluye tareas de movimiento de tierras (excavación, nivelación), obras civiles (cimientos y cimentaciones para seguidores y estructuras) e instalación eléctrica (tendido de cables, montajes de inversores y subestaciones). En proyectos de escala industrial como La Ceiba (200 MWp), "cada poste [de soporte] se instala con tolerancias estrictas" para garantizar la integridad estructural bajo cargas dinámicas. Esta etapa demanda ingeniería civil rigurosa y coordinación de maquinaria pesada (grúas, pilotes, camiones) y equipos especializados (véase tabla adjunta). El objetivo principal es completar la planta según diseño detallado, asegurando la interconexión a red y las condiciones de terreno previstas para la operación estable a largo plazo (Gillam, 2025; Zetterlund, 2025).

- Etapa de Operación:

Durante la fase de operación y mantenimiento (O&M) se gestiona la planta para maximizar su desempeño y disponibilidad. El objetivo es "maximizar la capacidad productiva" de la instalación, ya que de ello dependen los ingresos y la rentabilidad del proyecto. Esto incluye inspecciones periódicas, limpieza de módulos, ajuste de seguidores y monitoreo continuo de la producción (Collado, 2015). Las prácticas O&M preventivas buscan minimizar tiempos de inactividad y corregir fallos antes de que se conviertan en averías mayores. Es fundamental contar con sistemas de supervisión en línea (SCADA) y personal técnico calificado para detectar y resolver anomalías. Según PF Nexus, esta fase es "crítica" para asegurar que el sistema opere "lo más eficientemente posible" durante toda su vida útil.

- Etapa de cierre y desmantelamiento:

Al término de la vida útil (25–30 años típicos) se planifica el cierre y desmantelamiento de la planta. Esta última etapa implica la retirada ordenada de módulos, estructuras (postes hincados, racks), inversores, cables, transformadores y demás equipos eléctricos. Según la industria (American Clean Power Association, 2021), el desmantelamiento contempla "la remoción de equipos y la restauración del sitio". En la práctica se desmontan o reciclan los componentes (los postes pueden retirarse con retroexcavadoras o cortarse bajo tierra) y se venden como chatarra los metales galvanizados; los paneles viejos pueden ser reciclados o reutilizados según normas ambientales. Al final, el terreno se revegeta o nivela al estado previo, pudiendo incluso destinarse a otros usos (agricultura o infraestructura). El objetivo es minimizar impactos ambientales pos-operación y dar cumplimiento a las obligaciones de licencia ambiental, asegurando la descontaminación y devolución del área a condiciones seguras (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2025; ACP, 2021).

5.2.1. Detalles Técnicos Etapa de Construcción.

La fase de construcción comprende en términos generales una serie de actividades, cuyo período de ejecución se estima en 18 meses. A continuación, se describe las instalaciones temporales de la obra a instalar (infraestructura necesaria para la construcción del proyecto).

- Instalación de Obras Temporales:

Las obras temporales corresponden a las obras e instalaciones necesarias para el desarrollo de la Fase de Construcción del Proyecto. Las obras temporales se emplazarán completamente al interior del proyecto. Estas obras serán desmanteladas una vez finalizada la Fase de Construcción. En términos específicos, corresponden a las instalaciones requeridas para entregar logística a las labores a realizar, así como dotar de servicios al personal que realizará las labores constructivas durante esta fase del Proyecto. Cabe recalcar que no se contempla la construcción de campamento por la cercanía a los poblados Catamahillo, Ceiba Chica y Ciudad de Zapotillo. A continuación, se enumeran las principales estructuras definitivas a construir.

Tabla 5-2. Ubicación referencial de Instalaciones e Infraestructura temporal.

No.	Infraestructura	Área (m^2)	X	Y
1	Parque vehículos livianos	931,12	586062,59	9519207,38
2	Oficinas	178,39	586016,01	9519300,47
3	Grupo electrógeno	1461,37	586120,54	9519180,41
4	Comedor	91,41	586055,10	9519280,70
5	Bodega de materiales 2	377,79	586039,71	9519298,96
6	Oficinas	268,09	586074,46	9519291,84
7	Baterías sanitarias	102,36	586089,99	9519228,13
8	Área parqueo maquinaria	3820,13	586109,57	9519274,55
9	Área desechos peligrosos	213,24	586103,83	9519201,84
10	Área desechos comunes	158,75	586121,71	9519207,26
11	Área acopio temporal material desbroce	23984,90	586238,31	9519104,39
12	Parque vehículos emergencia y livianos	349,17	585879,80	9519800,93
13	Oficinas - Ingeniería - Fiscalización	537,41	585947,93	9519812,39
14	Bodega de almacenamiento	306,79	585908,02	9519750,06
15	Parqueo de maquinaria	817,79	585900,30	9519814,13
	Centroide de posible Escombreras			
1	Escombrera 1	7782,739	586416,70	9521911,70
2	Escombrera 2	11421,05	587055,10	9521310,80
3	Escombrera 3	8193,385	586543,30	9521225,40
4	Escombrera 4	5700,735	586588,70	9520556,00
5	Escombrera 5	10681,2	586509,50	9520486,80
6	Escombrera 6	21756,38	586133,00	9519413,80

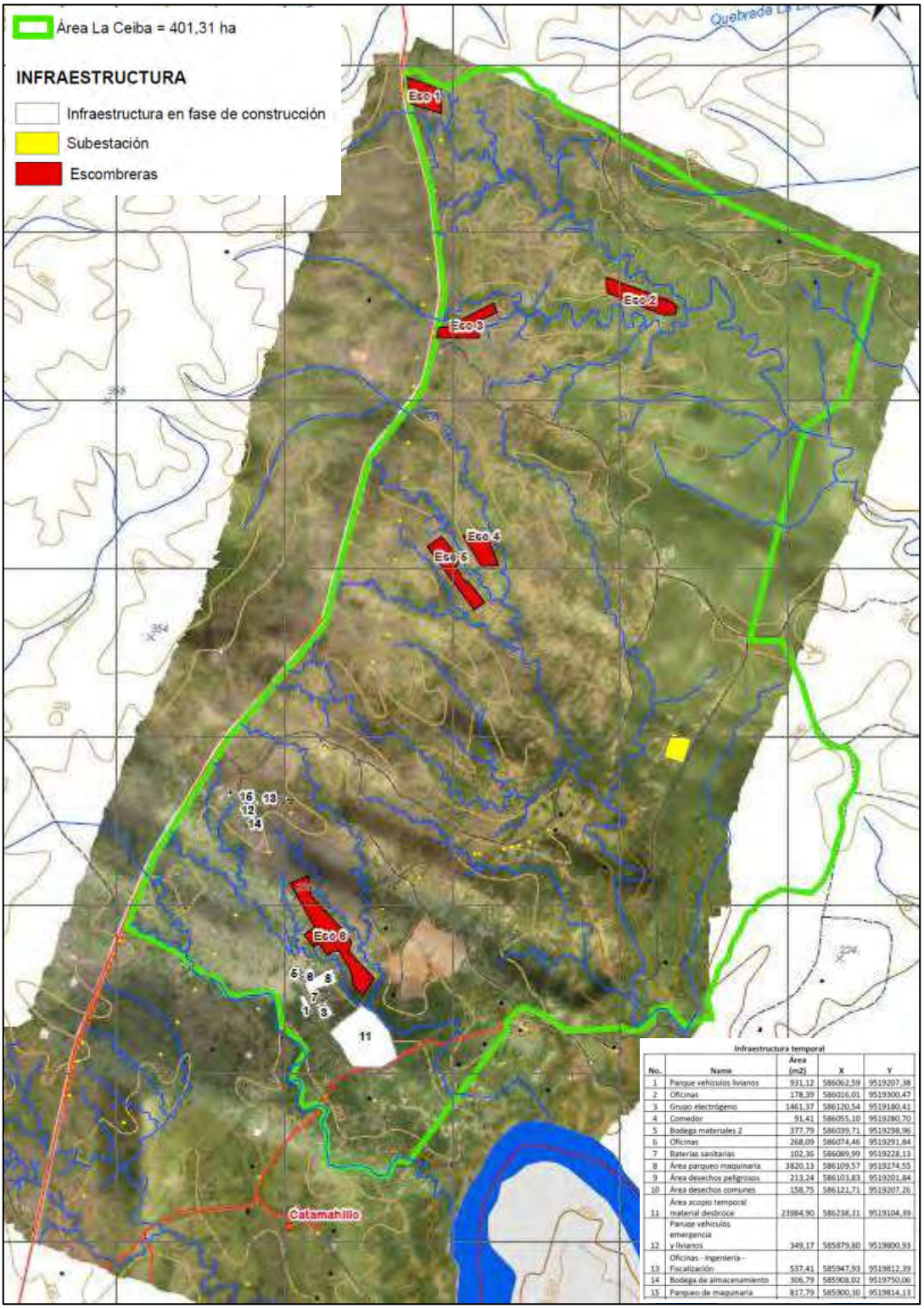
ESCOMBRERA	X	Y	ESCOMBRERA	X	Y
Esc 1	586466,92	9521924,05	Esc 5	586596,77	9520400,05
Esc 1	586468,80	9521854,02	Esc 5	586565,26	9520377,36
Esc 1	586374,21	9521883,78	Esc 5	586425,33	9520564,76
Esc 1	586365,27	9521963,05	Esc 5	586467,55	9520595,78
			Esc 5	586519,32	9520533,07
Esc 2	587163,54	9521256,02	Esc 5	586513,28	9520503,59

No.	Infraestructura		Área (m²)	X	Y
Esc 2	587128,48	9521254,87	Esc 5	586531,67	9520469,24
Esc 2	586960,23	9521321,23	Esc 5	586552,31	9520455,22
Esc 2	586959,07	9521367,28			
Esc 2	587149,75	9521295,83	Esc 6	586181,23	9519416,25
Esc 2	587169,76	9521279,15	Esc 6	586198,70	9519390,06
			Esc 6	586192,35	9519360,96
Esc 3	586452,46	9521187,01	Esc 6	586267,85	9519281,12
Esc 3	586460,53	9521218,75	Esc 6	586232,84	9519229,43
Esc 3	586485,76	9521218,32	Esc 6	586208,28	9519257,55
Esc 3	586597,36	9521276,21	Esc 6	586195,57	9519306,64
Esc 3	586623,07	9521289,18	Esc 6	586163,89	9519362,28
Esc 3	586634,04	9521262,33	Esc 6	586148,65	9519364,87
Esc 3	586580,22	9521238,29	Esc 6	586129,49	9519350,65
Esc 3	586580,22	9521187,01	Esc 6	586101,05	9519385,85
			Esc 6	586085,68	9519375,59
Esc 4	586604,68	9520598,82	Esc 6	586060,18	9519410,62
Esc 4	586637,73	9520510,81	Esc 6	586089,90	9519434,22
Esc 4	586586,20	9520506,54	Esc 6	586017,06	9519564,82
Esc 4	586531,79	9520598,82	Esc 6	586072,09	9519586,93
			Esc 6	586079,09	9519528,57

Elaboración: Equipo consultor, 2026.

- **Construcción de Obras definitivas:**
  - Parque Fotovoltaico:
    - Garitas, Cerco Perimetral, Bodega general
    - Caminos Interiores y Acceso Principal
    - Centros de Transformación, Inversores
    - Conexiones Internas
    - Estructuras de Soporte
    - Área de desechos comunes, Área de desechos peligrosos
    - Paneles fotovoltaicos, Sistema colector.
    - Subestación Elevadora, Edificio de Control Subestación, Almacenamiento de energía de Baterías.

Figura 3. Ubicación de infraestructura temporal del proyecto.



En el MAPA NRO. 5-1 se presenta el mapa de ubicación de infraestructura temporal (etapa de construcción).

La capacidad instalada prevista es de 200 MWp (megavatios pico en corriente continua), con una capacidad de entrega a la red de unos 159,6 MW_AC en condiciones nominales. En la siguiente tabla se resumen las principales características técnicas del proyecto:

Tabla 5-3. Características técnicas del proyecto.

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Capacidad fotovoltaica (DC)	200,0 MW_p (≈159,6 MW_ac de salida)
Generación anual esperada	~396,5 GWh/año (escenario P50)
Número de módulos FV	400.088 paneles fotovoltaicos (aprox.)
Tipo de módulo	Silicio monocristalino (estimado, alta eficiencia)
Seguimiento solar	Estructuras con seguidor solar a un eje (N-S), ±55° de inclinación
Número de inversores	38 inversores centrales (≈4,2 MW_ac c/u)
Transformadores elevadores	38 transformadores 0,63/34,5 kV (≈5,2 MVA c/u, tipo pad-mount)
Subestación de interconexión	Nueva S/E *La Ceiba* 34,5 kV a 230 kV, capacidad ~2×100 MVA (en sitio)
Tensión de transmisión	230 kV (alto voltaje de evacuación)
Área total del sitio	401,31 ha (polígono completo)
Área utilizable para paneles	233,52 ha (dentro del polígono)
Altitud y terreno	180–250 m.s.n.m.; lomas de pendiente moderada
Recurso solar	5,3–5,5 kWh/m²/día (estimado promedio anual)
Factor de planta esperado	22,6% (indicativo, según P50)
Vida útil estimada	≥25 años (operación prevista de largo plazo)

Fuente: CELEC EP – UN GENSUR. (2024). **Elaboración:** Equipo consultor, 2025.

Elementos principales de la infraestructura: Los componentes clave del proyecto incluyen:

- **Campo fotovoltaico:** Aproximadamente 400 mil módulos solares de silicio cristalino, montados en filas con seguidores solares de un eje horizontal. Los seguidores permiten optimizar la captación solar inclinándose ±55° respecto al eje para seguir el recorrido del sol.
- **Inversores:** 38 inversores centrales (cada uno de ~4,2 MW_AC), que convierten la corriente continua de los paneles en corriente alterna. Están dispuestos en estaciones asociadas a 38 centros de transformación elevando de 630 V a 34,5 kV. Cada inversor recibe la energía de múltiples strings de paneles a través de cajas combinadoras (aprox. 17 combiner boxes por inversor, 24 entradas c/u, 1500 V_DC) según el diseño tecnológico detallado (Informe de Evaluación Tecnológica, 2024).
- **Sistema colector:** Los inversores alimentan circuitos en 34,5 kV; se agrupan típicamente en 6 alimentadores que conducen la energía hacia la subestación onsite.
- **Subestación elevadora La Ceiba:** Se construirá una subestación nueva dentro del sitio, con transformadores de potencia (ej. 2×100 MVA, 34,5/230 kV) que elevarán la tensión de 34,5 kV a 230 kV para la evacuación de la energía. La subestación incluirá patio de maniobras, seccionadores, breakers y un transformador de servicios auxiliares, así como sistemas de protección, control, SCADA y comunicaciones. También se prevé una playa de equipamiento y área para futuras expansiones.
- **Patio de maniobras de transmisión a S/E Colectora (Bahías de línea):** En el patio de maniobras proyectará la infraestructura eléctrica necesaria que permita conectar la S/E La Ceiba con la subestación Colectora (posiblemente en la provincia de El Oro). Desde la SE Colectora, la energía del proyecto se integrará al Sistema Nacional Interconectado (SNI)

e incluso se contempla la conexión posterior en la S/E Pasaje a 500 kV, garantizando la evacuación eficiente de la generación.

- Vías de acceso y caminos internos: El proyecto aprovechará la vía existente E25 para acceso principal. Adicionalmente, se construirán vías internas cuya estructura propuesta corresponde a un pavimento flexible (asfalto) conformado por: subrasante conformada y compactada (mejorada si aplica), subbase granular, base granular y carpeta asfáltica (capa de rodadura), con espesores finales definidos por estudio geotécnico (MR/CBR), cargas de diseño (tránsito de camiones de equipos) y vida útil de servicio, conforme a criterios de diseño estructural de pavimentos. La solución asfaltada incorporará: pendiente transversal para evacuar escorrentía, cunetas laterales y obras menores de drenaje (Alcantarillas) para evitar erosión y encharcamientos; además, señalización vertical y horizontal (limitación de velocidad, advertencias, delineadores y control temporal durante mantenimiento) conforme a estándares de dispositivos del Ministerio de Infraestructura y Transporte MIT.

- La decisión de asfaltar responde además a un criterio operativo del parque, la acumulación de polvo es uno de los factores más influyentes en la pérdida de rendimiento de plantas FV, especialmente en zonas áridas, con pérdidas promedio globales reportadas en el orden de 3–5% anual, lo que justifica controles preventivos desde el diseño (IEA-PVPS, 2025). En ese marco, la reducción de material particulado por vías asfaltadas (vs. lastre/suelo natural) es una medida de prevención de soiling y de disminución de costos de limpieza, coherente con el objetivo de mantener alta disponibilidad y desempeño del proyecto.

- De manera expresa, se establece que las aperturas y mejoras viales, así como la construcción de la infraestructura definitiva del proyecto, no cubrirán ni interrumpirán cursos de agua estacionales, debido a que el trazado y el diseño geométrico se ajustarán al microdrenaje del terreno, manteniendo la continuidad hidráulica natural mediante drenaje lateral (cunetas) y conducción superficial (Alcantarillas), evitando rellenos, bloqueos o intervenciones sobre cauces.

- Como parte del proyecto, se ejecutará el lastrado y mejoramiento de vías locales de acceso (conformación de subrasante, aporte y compactación de material granular), con el fin de asegurar transitabilidad en todo tiempo para el transporte de equipos y la operación/mantenimiento; esta intervención mejorará la conectividad rural del cantón al optimizar la accesibilidad y reducir tiempos de desplazamiento

En cuanto a la situación del terreno, el área comprende alrededor de 24 predios rústicos (de propietarios privados) que suman 401,31 ha. Un alto porcentaje de estos terrenos carece de escrituras o títulos de propiedad formales, por lo que el proyecto deberá gestionar la regularización y saneamiento de tierras previo a la construcción. Este proceso implicará trabajos de levantamiento topográfico, deslinde y negociación con propietarios o posesionarios, con posibles declaratorias de utilidad pública para expropiación (ver Aspectos Legales).

La adquisición de terrenos será vía declaratoria de utilidad pública, esto debido a que CELEC EP, es el proponente del proyecto es una empresa pública; sin embargo en caso de que en el futuro el proyecto sea ejecutado por empresa privadas o mixtas, la primera forma de negociación será una venta entre particulares, siempre que lleguen a un acuerdo del precio de compra venta que beneficie a las partes; en caso de no llegar a un acuerdo, la empresa privada podría gestionar la

declaratoria de utilidad pública (Reglamento a Ley Orgánica del Servicio Publico de Energía Eléctrica, Art. 150) y el precio a pagar por la propiedad será en definido en el avaluó determinado por el GAD Municipal de Zapotillo como ente rector..

Desde el punto de vista de producción energética, la planta La Ceiba de 200 MW_p generará en promedio de 396 GWh por año (estimado con un P50 anual). Esto equivale a la demanda anual de decenas de miles de hogares y contribuirá significativamente a la matriz energética nacional con energía limpia. El rendimiento o factor de planta se calcula en 22,6%, acorde a la radiación de la zona. Se espera lograr un índice de desempeño elevado, con una disponibilidad operacional >95% anual (planta en servicio la mayor parte del tiempo). La energía generada reemplazará generación termoeléctrica fósil, evitando emisiones de CO_2; a plena operación se proyecta una reducción de emisiones significativa (del orden de centenas de miles de toneladas de CO_2 evitadas en su vida útil, según estimaciones proporcionales a 396 GWh/año).

Tabla 5-4. Principales actividades en la fase de construcción del proyecto.

Actividad	Descripción técnica	Especificaciones	Observaciones
Preparación del sitio	Limpieza, desbroce y nivelación del terreno en el área útil (233,52 ha).	- Desbroce de vegetación rala de bosque seco. - Movimientos de tierra (corte y relleno, pendientes 5–20°). - Nivelación de plataformas para seguidores solares.	Minimizar afectación al suelo y aplicar control de erosión.
Obras civiles iniciales	Construcción de plataformas y drenajes.	- Cunetas de drenaje pluvial en áreas de pendiente. - Rellenos compactados en plataformas de inversores y subestación. - Cercado perimetral (~10 km). Construcción de infraestrura temporal (bodega, oficinas, etc). Instalación de alcantarillas y obras hidráulicas.	Requiere estudio geotécnico previo.
Instalación de estructuras de soporte	Montaje de seguidores solares a un eje.	- ~400.000 módulos en seguidores N-S, inclinación ±55°. - Fundaciones hincadas o micro-pilotes según suelo. - Altura típica: 2,5–3 m.	Permite maximizar radiación captada.
Montaje de módulos FV	Colocación de paneles sobre estructuras.	- ~400.088 módulos monocristalinos (200 MWp). - Potencia unitaria: ~500 Wp. - Cableado DC 1500 V.	Ensamblaje en bloques de ~5,27 MW_dc cada uno.
Instalación de inversores y transformadores	Montaje de estaciones de conversión.	- 38 inversores centrales de 4,2 MW_ac. - 38 transformadores elevadores 0,63/34,5 kV (≈5,2 MVA).	Dispuestos en estaciones intermedias conectadas a red 34,5 kV.

Actividad	Descripción técnica	Especificaciones	Observaciones
Red interna de media tensión (34,5 kV)	Cableado subterráneo o aéreo entre estaciones.	- 6 alimentadores principales. - Conductores de media tensión XLPE. - Longitud estimada: 10–15 km internos.	Conduce energía hasta la subestación elevadora.
Construcción de subestación La Ceiba	Subestación elevadora 34,5/230 kV en ~7.890 m².	- 2×100 MVA, 34,5/230 kV. - Bahías de línea, transformadores, barras principal y transferencia. - Edificio de control, bodegas y guardianía.	Configuración doble barra para seguridad.
Caminos y accesos	Construcción y mejora de vías internas y externas.	- Vías internas de capa asfáltica: ~54,3 km. - Vía de acceso desde E25 mejorada.	Facilita ingreso de equipos y mantenimiento.
Obras auxiliares	Edificaciones y servicios internos.	- Oficinas y talleres). - Guardianía y parqueaderos. - Sistema contra incendios y cisterna. - Área de desechos y bodega.	Incluye sistemas de seguridad industrial.
Pruebas y puesta en marcha	Ensayos de equipos y conexión inicial.	- Pruebas de continuidad y resistencia eléctrica. - Ensayos de transformadores y subestación. - Sincronización con el CENACE.	Etapa final antes de operación comercial.

Fuente: CELEC EP – UN GENSUR. (2024). **Elaboración:** Equipo consultor, 2026.

Se resume de manera técnica y secuencial las etapas que conforman la fase de construcción del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba de 200MW, desde la preparación del sitio hasta la puesta en marcha de la central. Cada actividad contempla sus especificaciones técnicas, como los movimientos de tierra, instalación de estructuras y módulos fotovoltaicos, montaje eléctrico de media y alta tensión, construcción de la subestación elevadora, así como obras auxiliares y de acceso. Esta organización permite identificar con claridad el alcance de cada fase, los recursos requeridos y las interdependencias constructivas, facilitando la planificación, el control de calidad y la gestión de riesgos durante la ejecución del proyecto.

Tabla 5-5. Principales equipos y maquinaria para la etapa de construcción.

ETAPA	MAQUINARIA / EQUIPO PRINCIPAL	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	USO / OBSERVACIONES
Preparación del sitio y obras civiles	Excavadoras hidráulicas	20–30 t, con balde y martillo hidráulico	Movimiento de tierra, excavación de zanjas para drenaje y cimentaciones.
	Bulldozers	160–220 HP	Desbroce, nivelación y relleno de plataformas.

ETAPA	MAQUINARIA / EQUIPO PRINCIPAL	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	USO / OBSERVACIONES
	Motoniveladoras	140–200 HP	Conformación de caminos y nivelación final de terreno.
	Compactadores (liso y pata de cabra)	10–20 t	Compactación de suelos y subbase en vías internas y fundaciones.
	Camiones volquete	10–15 m³	Transporte de material excavado, lastre y rellenos.
Estructuras y montaje de paneles	Grúas móviles	25–50 t	Levantamiento de estructuras pesadas y seguidores solares.
	Perforadoras de pilotes / hincadoras	Capacidad 3–5 m profundidad	Instalación de fundaciones hincadas para seguidores solares.
	Plataformas elevadoras tipo tijera	10–15 m	Montaje de paneles solares en estructuras.
	Herramientas manuales (torquímetros, taladros eléctricos)	Set industrial	Ajuste y fijación de paneles e infraestructura.
Instalación eléctrica (DC y AC)	Bobinadoras / cabrestantes de cable	Capacidad 500–1000 m de cable	Instalación de cableado DC y MT (34,5 kV).
	Equipos de termofusión y compresión	10–20 kN	Conexión de conductores eléctricos y empalmes.
	Equipos de izado ligero	Polipastos y grúas de taller	Colocación de transformadores de media tensión (pad-mounted).
	Equipos de protección personal (EPP) especializados	Normas OSHA/IEC	Seguridad en trabajos eléctricos y altura.
Subestación eléctrica (34,5/230 kV)	Grúas pesadas	70–100 t	Montaje de transformadores de potencia 100 MVA y equipos de patio 230 kV.
	Camiones plataforma y lowboy	Capacidad 30–60 t	Transporte de transformadores, inversores y estructuras de gran porte.
	Equipos de izaje de precisión	Hidrogrúas, spreader beams	Alineación de equipos de subestación.
	Banco de pruebas eléctricas	Megger, analizadores de red, equipos de ensayo de relés	Comisionamiento de equipos de alta tensión.
	Grúas telescópicas	40–60 t	Montaje de torres auto-soportadas.
	Winches de tendido y frenos	3–5 t	Instalación de conductores y cable OPGW.
	Drones de inspección	Autonomía 30–45 min	Supervisión de tendido y torres en zonas de difícil acceso.
Vías internas y auxiliares	Rodillos compactadores vibratorios	10–15 t	Construcción de 17,9 km de vías internas (subbase).
	Retroexcavadoras mixtas	0,3–0,5 m³	Obras menores en caminos y drenajes.

ETAPA	MAQUINARIA / EQUIPO PRINCIPAL	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	USO / OBSERVACIONES
Pruebas y puesta en marcha	Equipos de medición solar y eléctrica	Piranómetros, termografía IR, analizadores de red	Calibración de sistema y pruebas de aceptación.
	Vehículos livianos 4×4	Pick-ups y camionetas	Logística de obra, traslado de personal y equipos menores.

Elaboración: Equipo consultor, 2025.

En el marco de la construcción del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, se establecerá la priorización del alquiler y contratación de maquinaria y equipos dentro del Área de Influencia Social Directa (AISD), con el fin de maximizar los beneficios socioeconómicos locales. Para ello, se dará preferencia a propietarios y empresas de la zona que cuenten con maquinaria pesada (retroexcavadoras, volquetes, tractores, compactadores) y equipos auxiliares (plataformas, generadores, herramientas) que cumplan con los requisitos técnicos, operativos y de seguridad exigidos en obra. Esta política permite no solo dinamizar el sector de servicios locales y reducir los costos logísticos de movilización de equipos desde otras provincias, sino también fortalecer la participación de actores productivos del cantón Zapotillo en el proceso constructivo, asegurando que el impacto económico positivo del proyecto se refleje directamente en el territorio.

Tabla 5-6. Principales materiales e insumos para la etapa de construcción del proyecto.

Categoría	Material / Insumo	Especificaciones técnicas	Cantidad estimada	Uso / Observaciones
Estructuras FV	Módulos fotovoltaicos	Silicio monocristalino, 500 Wp, 1500 V_dc	~400.088 unidades (200 MWp)	Generación de energía solar. Montados en seguidores solares.
	Seguidores solares a un eje	N-S, inclinación ±55°, acero galvanizado	~3.900 filas (≈100 módulos c/u)	Optimización del ángulo de captación solar.
	Tornillería y anclajes	Acero galvanizado, M12–M20	>2.000.000 unidades	Ensamblaje de módulos y estructuras.
Sistema eléctrico DC	Cables DC	XLPE, 1500 V, secciones 4–6 mm²	~1.500 km	Interconexión de strings de módulos.
	Cajas combinadoras	24 entradas, 1500 V_dc, IP65	~650 unidades	Agrupación de strings hacia inversores.
Sistema eléctrico AC	Inversores centrales	4,2 MW_ac, 630 V	38 unidades	Conversión de CC a CA.
	Transformadores MT	0,63/34,5 kV, 5,2 MVA, pad-mount	38 unidades	Elevación a media tensión en sitio.
	Cableado MT	XLPE, 34,5 kV, 240–400 mm²	~50 km	Conducción a subestación.
Subestación La Ceiba	Transformadores de potencia	34,5/230 kV, 100 MVA	2 unidades (1 + 1 backup)	Elevación a 230 kV para transmisión.
	Interruptores de potencia	230 kV, SF6	4 bahías	Seccionamiento y protección.
	Barrajes y pórticos	Aluminio y acero	1 sistema completo	Patio de maniobras 230 kV.
Obras civiles	Hormigón premezclado	f'c=210–280 kg/cm²	~30.000 m³	Fundaciones de estructuras, inversores y subestación.

Categoría	Material / Insumo	Especificaciones técnicas	Cantidad estimada	Uso / Observaciones
	Acero de refuerzo	Grado 60, Ø 12–25 mm	~3.500 t	Refuerzo estructural de fundaciones.
	Geotextiles	200–400 g/m²	~100.000 m²	Control de erosión y drenaje.
	Lastre y subbase granular	Material granular (INEN)	~100.000 m³	Vías internas (17,9 km) y plataformas.
Auxiliares y campamento	Contenedores prefabricados	20 pies, adaptados	10 unidades	Oficinas y bodegas temporales.
	Generadores auxiliares	200–500 kVA	2 unidades	Energía en construcción y pruebas.
	Tanques cisterna	30.000 L	3 tanqueros	Agua para obra.
	Combustible (diésel)	S10	~500.000 L (durante obra)	Alimentación de maquinaria pesada.

Elaboración: Equipo consultor, 2025.

La adquisición de materiales, insumos y suministros para la construcción del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se regirá bajo el principio de priorización de compras en el Área de Influencia Social Directa (AISD), con el objetivo de dinamizar la economía local y fortalecer el vínculo comunitario. En este sentido, se dará preferencia a proveedores, ferreterías, comercios y servicios establecidos en las parroquias y comunidades aledañas al proyecto, siempre que cumplan con los estándares técnicos, de calidad y seguridad requeridos para la obra. Esta estrategia, además de reducir costos logísticos y tiempos de traslado, promueve la generación de ingresos en la zona, fomenta la inclusión económica de micro y pequeños negocios locales y contribuye a que los beneficios del proyecto se reflejen de manera directa en las familias y actores productivos de Zapotillo y su entorno inmediato.

Tabla 5-7. Aproximación de mano de obra para la etapa de construcción.

FASE / ACTIVIDAD	PERSONAL CALIFICADO	TÉCNICOS ESPECIALIZADOS	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	TOTAL ESTIMADO
Preparación del sitio (limpieza, desbroce, nivelación)	5 ingenieros civiles y topógrafos	15 operadores de maquinaria	60 peones de limpieza y movimiento de tierra	80
Obras civiles iniciales (plataformas, drenajes, cercado)	6 ingenieros residentes / supervisores	25 operadores y técnicos en hormigón	90 ayudantes de construcción y albañiles	121
Montaje de estructuras FV (seguidores solares)	8 ingenieros eléctricos/mecánicos	40 técnicos de montaje y soldadores	150 ayudantes de ensamblaje	198
Instalación de módulos FV (~400.000 paneles)	6 supervisores eléctricos	60 técnicos en montaje FV	200 ayudantes locales (instalación y limpieza)	266
Instalación de inversores y transformadores	5 ingenieros eléctricos	20 técnicos eléctricos	40 ayudantes	65
Red interna de 34,5 kV (cableado MT)	4 ingenieros eléctricos	15 técnicos de cableado y empalme	30 ayudantes de zanja y tendido	49

FASE / ACTIVIDAD	PERSONAL CALIFICADO	TÉCNICOS ESPECIALIZADOS	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	TOTAL ESTIMADO
Subestación 34,5/230 kV	6 ingenieros especialistas en subestaciones	25 técnicos eléctricos y de control	30 ayudantes	61
Vías y accesos internos (17,9 km)	3 ingenieros civiles	15 operadores de maquinaria vial	40 ayudantes	58
Obras auxiliares y campamento	4 ingenieros de obra civil	10 técnicos (soldadores, plomeros, carpinteros)	20 ayudantes locales	34
Pruebas y puesta en marcha	6 ingenieros eléctricos	20 técnicos de pruebas	10 ayudantes	36

Elaboración: Equipo consultor, 2025.

Total aproximado (pico máximo simultáneo):

- Personal calificado: **61**
- Técnicos especializados: **285**
- Mano de obra no calificada (local): **770**
- **Total estimado: 1.116 trabajadores** durante la etapa de construcción.

La contratación de mano de obra no calificada será prioritaria en la población del área de influencia social directa (comunidades La Ceiba Chica, Catamahillo, Zapotillo, y otras cercanas), en coordinación con el GAD Municipal y juntas parroquiales, promoviendo beneficios económicos locales y fortaleciendo la aceptación social del proyecto.

- **CRONOGRAMA TENTATIVO.**

  A continuación, se presentan el cronograma general de la fase de construcción.

Tabla 5-8. Cronograma general de la fase de construcción.

ACTIVIDADES	MESES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Activación de proyecto y proveedores	■																	
Habilitación de Instalación	■	■																
Funcionamiento de Instalaciones	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Instalación de cerco perimetral	■	■	■	■														
Habilitación de caminos internos		■	■	■	■													
Instalación de componentes planta solar	■	■	■	■	■	■	■	■										
Hincado y montaje de estructuras			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Montaje de módulos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Instalación de Inversores y Centros de Transformación						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Conexiones eléctricas en BT y MT						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Sistema colector						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

ACTIVIDADES	MESES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Construcción de subestación																		
Construcción edificio de control de la Sub-Estación																		
Pruebas para puesta en marcha																		
Desmantelamiento de obras y limpieza de terreno																		

Fuente: CELEC, 2025. Elaboración: Equipo consultor, 2025.

- **Ubicación referencial de infraestructura permanente del proyecto.**

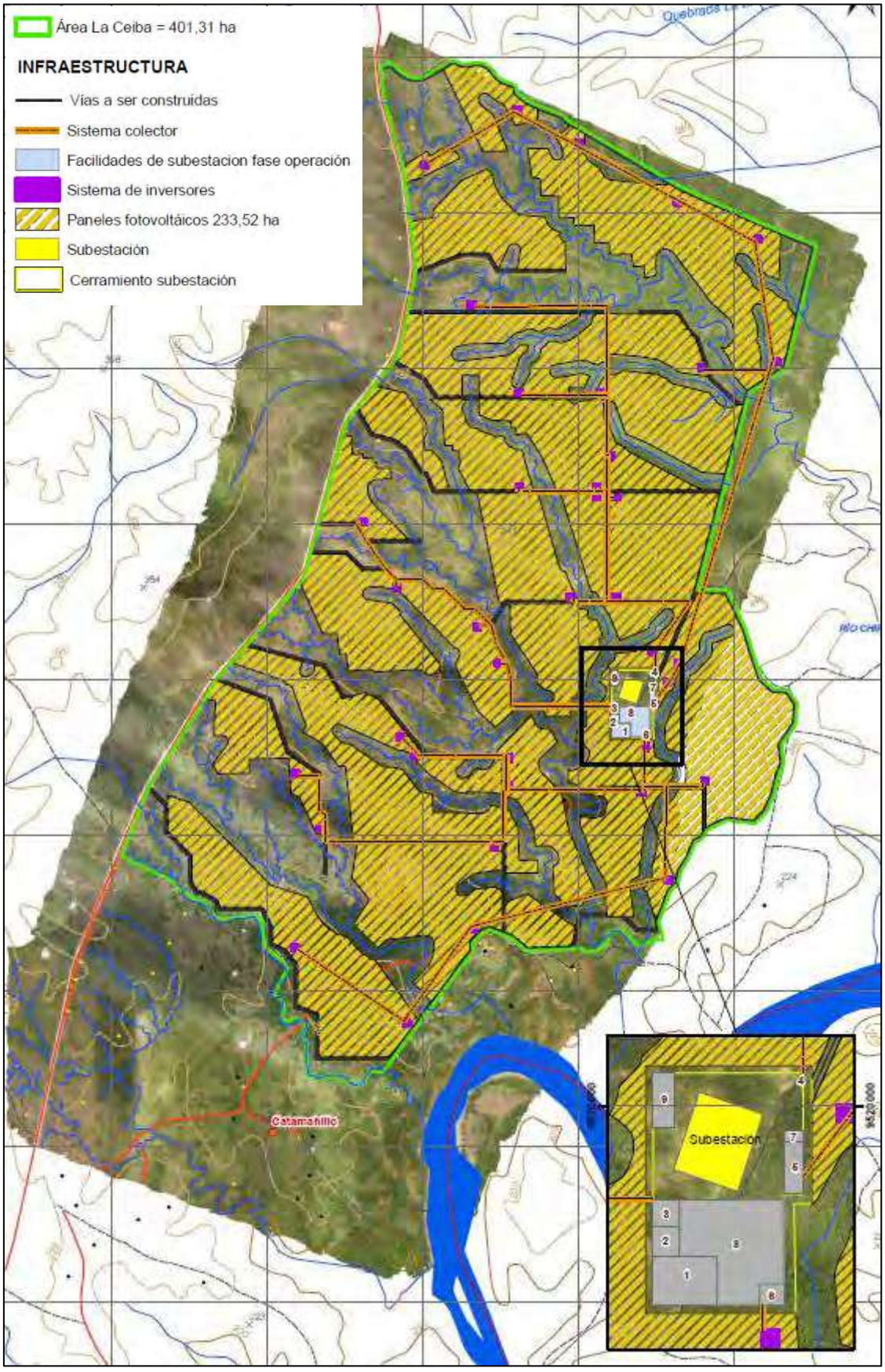
Tabla 5-9. Ubicación referencial de Instalaciones e Infraestructura permanente.

INFRAESTRUCTURA / INSTALACIONES	ÁREA / LONGITUD	UBICACIÓN COORDENADAS (WGS84 Zona 17S)	
		X	Y
PARQUE FOTOVOLTAICO (PANELES SOLARES) • Paneles fotovoltaicos • Cerco Perimetral • Conexiones Internas • Estructuras de Soporte	401,31 ha	586751,31	9520286,31
SISTEMA COLECTOR	10912,89 m		
CAMINOS INTERIORES Y ACCESO PRINCIPAL	54320,69 m		
SUB ESTACIÓN ELEVADORA:	4814,90 m^2	587151,83	9520012,69
		587211,67	9519992,20
		587187,63	9519919,96
		587127,79	9519940,45
CERRAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN	5883,79 m^2	587101,61	9520037,11
		587257,14	9520037,11
		587257,14	9519907,11
		587240,63	9519908,31
		587242,13	9519805,70
		587101,61	9519805,70
FACILIDADES DE LA SUB ESTACIÓN			
Área de desechos	2710,15 m^2	587138,61	9519836,56
Generador	707,25 m^2	587121,10	9519873,31
Cuarto de control	614,71 m^2	587121,10	9519899,77
Garita - Guardianía	34,75 m^2	587246,57	9520023,52
Oficinas y Talleres	886,94 m^2	587239,89	9519941,65
Área de desechos	442,30 m^2	587219,49	9519823,69
Baterías sanitarias	182,99 m^2	587239,92	9519971,10
Parqueadero	7529,97 m^2	587186,55	9519870,98
Cisterna	979,19 m^2	587118,32	9520005,15

Elaboración: Equipo consultor, 2026.

En el Anexo 5-1 se presenta plano general del proyecto.

Figura 4. Ubicación de infraestructura permanente del proyecto.



EN el MAPA NRO. 5-2 se presenta la ubicación de la infraestructura permanente (etapa de operación).

- ESTIMACIÓN DE MATERIAL DE DESBROCE Y MATERIAL DE EXCAVACIÓN.

  - Material de desbroce:

La estimación del material de desbroce se realizó como biomasa aérea vegetal a remover (excluye suelo/orgánicos y material de excavación), estratificando por cobertura/uso del suelo dentro del polígono del proyecto (401,31 ha) y usando:

(i) Volumen de madera en pie derivado del inventario forestal para el componente arbóreo (DAP ≥10 cm), y

(ii) Factores Tier 1 IPCC para coberturas no arbóreas (matorral/pastizal/agropecuario) cuando no existe cubicación directa, garantizando trazabilidad de unidades, factores y supuestos (Equipo consultor, 2025; IPCC[1], 2006).

Para el bosque seco secundario (componente dominante del desbroce), el inventario forestal reporta un Volumen de Madera Total (VMT) = 10.161,28 m³ calculado sobre 217,57 ha de cobertura vegetal con remanentes de bosque (árboles relictos y bosque asociado a quebradas/pendientes), con base en parcelas de 100 m × 50 m (Equipo consultor, 2026. Inventario forestal del proyecto La Ceiba).

Tabla 5-10. Estimación de material de desbroce.

Cobertura/fuente	Área (ha)	Modelo / factor	Resultado (t d.m.)
Bosque nativo (árboles ≥10 cm DAP)	217,574	VMT × BCEFS	**8.129,0**
Vegetación arbustiva y herbácea	26,556	A × AGB_shrub; 40 t d.m./ha	**1.062,3**
Pastizal	24,929	A × AGB_grass; 2,3 t d.m./ha	**57,3**
Mosaico agropecuario	3,720	A × DM_crop; 10 t d.m./ha	**37,2**
TOTAL biomasa aérea a desbrozar			**9.285,8**

Fuente: Equipo consultor, 2026.

Bosque nativo (árboles ≥10 cm DAP), el resultado medio de biomasa aérea a desbrozar es: 8.129,0 t d.m. (toneladas métricas de materia seca). Este valor se obtiene aplicando el método VMT × BCEFS: el inventario forestal reporta VMT = 10.161,28 m³ para la superficie con cobertura vegetal (217,57 ha) y se multiplica por el factor BCEFS = 0,8 t d.m./m³ (guía IPCC, 2006), resultando: 10.161,28 m³ × 0,8 t d.m./m³ = 8.129,02 t d.m. (≈ 8.129,0 t d.m. redondeado). (IPCC, 2006).

Vegetación arbustiva y herbácea: Dato de entrada (A): el inventario forestal reporta **A = 26,556307 ha** para "VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBÁCEA" dentro del polígono del proyecto (Equipo consultor, 2025). **Factor aplicado:** AGBshrub=40 t d.m./ha (valor conservador dentro del rango Tier 1 para shrubland tropical), usado por tratarse de vegetación rala/alterada en bosque seco (IPCC, 2006; Equipo consultor, 2025). Resultado: A × AGBshrub =26,556307 ha × 40 t d.m./ha = 1,062,252 t d.m.≈1,062,3 t d.m.

Pastizal: Dato de entrada (A): el inventario forestal reporta **A = 24,92869 ha** para "PASTIZAL" (Equipo consultor, 2025). **Factor aplicado:** AGBgrass=2,3 t d.m./ha (biomasa aérea pico Tier 1 para pastizales en condición tropical seca), aplicable para estimación preliminar de desbroce de herbáceas/pastos (IPCC, 2006). **Cálculo: A × AGBgrass=24,92869 ha × 2,3 t d.m./ha = 57,336 t d.m. ≈ 57,3 t d.m.**

Mosaico agropecuario: Dato de entrada (A): el inventario forestal reporta **A = 3,720 ha** para "MOSAICO AGROPECUARIO" (Equipo consultor, 2025). **Factor aplicado (proxy):** DMcrop=10 t d.m./ como biomasa aérea

[1] *Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC Task Force on National Greenhouse Gas Inventories (IPCC-NGGIP). https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/*

representativa de cultivos anuales/mixtos en enfoques Tier 1 cuando no se dispone de medición directa del componente agrícola (IPCC, 2006). **Cálculo: A × DMcrop = 3,720 ha × 10 t d.m./ha = 37,2 t d.m.**

El valor 9.285,8 t d.m. corresponde a la estimación del TOTAL de biomasa aérea a desbrozar durante la construcción, expresada en t d.m. (toneladas métricas de materia seca); es decir, la masa de material vegetal (leñoso + arbustivo/herbáceo + pastizal + mosaico agropecuario) que se removería, sin incluir suelo.

- **Características generales del material:**

El material a remover corresponde principalmente a biomasa leñosa (fustes/ramas) de bosque seco secundario con remanentes concentrados en quebradas y zonas de pendiente, y presencia de árboles relictos en área, se espera un desbroce heterogéneo con fracción fina (hojarasca/ramillas) y fracción gruesa (leñoso), con predominio del componente arbóreo cuantificado (Equipo consultor, 2025).

La estimación presentada es conservadora a escala de cobertura, y debe afinarse en ingeniería de detalle mediante cruce GIS huella de infraestructura (paneles, vías, subestación) vs. cobertura vegetal y exclusiones (quebradas/cauces), y verificarse durante obra con cubicación por frentes (m³) y/o pesaje en báscula (t húmedas) para trazabilidad de retiro/aprovechamiento (IPCC, 2006; Equipo consultor, 2025).

Durante la construcción del Proyecto La Ceiba, los 9.285,8 t d.m. de material vegetal de desbroce deben gestionarse priorizando reuso: astillar la fracción leñosa y usarla como mulch en taludes y superficies expuestas para reducir polvo y erosión, instalar fascinas/palizadas con ramaje para retener sedimentos en rellenos y pendientes, y reutilizar piezas sanas como estacas/postes temporales para cercas y señalética. El excedente leñoso seco y limpio puede entregarse mediante donación controlada como leña a comunidades del AISD con actas y trazabilidad, evitando quemas a cielo abierto y manteniendo el material fuera de cauces/quebradas

Condiciones mínimas de acopio temporal y transporte: Mientras se valoriza o evacua, el material debe acopiarse en una zona temporal señalizada, cunetas perimetrales, distancia de seguridad a cauces/quebradas y con control de incendios (cortafuegos y prohibición de quemas). La trazabilidad se asegura con: registros por frente (m³ o t), guías de transporte, evidencia fotográfica y recepción del destino final.

- Material de excavación:

El Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se desarrollará dentro de un polígono de 401,31 ha, con 233,52 ha de área útil FV, topografía moderadamente accidentada y pendientes predominantes de hasta 20° (máx. 25°), lo que implica movimientos de tierra (cortes / rellenos) para plataformas, obras civiles, subestación y vías internas. La metodología de estimación se basa en desagregar por unidades constructivas (plataformas FV, vías, subestación, zanjas MT), aplicando geometría simple (Área × Espesor; Longitud × Sección) y criterios de cálculo de volúmenes de movimiento de tierras (Federal Highway Administration [FHWA], 2026).

Supuestos de ingeniería:

- **Vías internas:** longitud 54320,69 m x 6 m de ancho y excavación media 0,30 m (descapote / subrasante).
- **Subestación elevadora:** área 4814,90 m^2 a 0,60 m (plataforma + obras civiles) de excavación.
- **Zanjas MT:** cable MT estimado y zanja típica 0,60 m (ancho) × 1,0 m (profundidad, referencia normativa 35 kV).

Tabla 5-11. Estimación de material de excavación a remover.

Unidad / actividad	Base (dato del proyecto)	Supuesto geométrico	Volumen estimado (m^3)
Plataformas/terrazas FV (cortes y conformación)	233,52 ha × 0,95 (exclusión hídrica)	fracción intervenida 0,40; espesor medio 0,20 m	**221.844**
Vías internas (subrasante/cunetas menores)	54.320,69 m	6 m × 0,30 m	**97.777**
Plataforma subestación	4.814,91 m^2	0,60 m	**2.889**
Zanjas cableado MT (soterrado)	50.000 m × 0,70	0,60 m × 1,0 m	**21.000**
TOTAL material de excavación a remover (aprox.)			**≈ 343.510 m^3**

Fuente: Equipo consultor, 2026.

Se estima 343.510 m^3 aproximado de material de excavación, esta cifra es preliminar y debe afinarse en ingeniería de detalle con: (i) modelo digital de terreno + superficies de diseño (terrazas/plataformas), (ii) secciones tipo definitivas de vías y drenajes, y (iii) trazado final del cableado (subterráneo/aéreo), aplicando métodos de cálculo por secciones y, de ser necesario, factores de esponjamiento/contracción para logística de transporte y balance corte–relleno.

- Características generales del material de excavación:

Con base en el tipo de obra (plataformas, subrasante de vías, zanjas y fundaciones), el material de excavación se caracteriza en: (i) material común (suelo/subsuelo), (ii) material granular/meteorizado utilizable en conformación y rellenos, y (iii) fracciones puntuales de material más competente (rippable/roca, si aparece), que requieren selección y manejo diferenciado; su manejo debe priorizar el reuso in situ (rellenos, nivelación) para minimizar excedentes y disposición.

En caso de excedentes, el acopio/disposición temporal debe ubicarse en zonas estables y alejadas de fuentes hídricas / quebradas, conforme a criterios territoriales locales para escombreras. Cabe

recalcar que el material que no se utilice en reconformación y relleno de áreas será depositado en las escombreras identificadas en el proyecto.

- ESTIMACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS.

    - METODOLOGÍA.

La estimación de residuos para la etapa de construcción del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se estructuró con base en:

(i) La clasificación regulatoria de residuos no peligrosos vs. peligrosos (criterios CRETIB) y

(ii) Variables de actividad trazables (personal, maquinaria, consumos y cantidades de obra), para proyectar generación mensual y total en el horizonte constructivo.

Este enfoque se alinea con el marco nacional de gestión de desechos peligrosos/especiales y con buenas prácticas de proyectos eléctricos para identificar flujos, segregarlos y definir rutas de gestión. Como línea base de cálculo, se adoptaron parámetros del propio proyecto: capacidad 200 MWp, ~400.088 módulos FV, área total 401,31 ha y área útil 233,52 ha; además del cronograma constructivo de 18 meses y la planificación de frentes de obra. Estas variables determinan el "perfil temporal" de generación (picos durante obra civil y montaje), lo cual es coherente con la curva mensual incluida en el documento, donde los máximos se concentran en los meses de mayor intensidad constructiva (CELEC EP – UN GENSUR, 2024; EPA, 2016).

1) Criterios, unidades y supuestos técnicos (para trazabilidad)

Se trabajó en unidades operativas verificables: kg/día y kg/mes para residuos asimilables a domiciliarios; kg/mes o m³/mes (cuando aplica) para escombros/tierra; y L/mes o kg/mes para residuos peligrosos asociados a hidrocarburos y químicos, con conversión documentada en anexos de cálculo. Como supuestos:

(a) el personal varía por fase, tomando como referencia la tabla de mano de obra (pico máximo simultáneo) y el cronograma;

(b) la generación "común" se asocia a comedor/oficinas temporales; y

(c) la generación por embalajes y merma depende de volúmenes de suministro (paneles, estructuras, cableado, etc.) y porcentajes típicos de composición reportados para FV utility-scale (IFC, 2007; EPA, 2016).

2) Metodología de cálculo para residuos no peligrosos

2.1. Residuos asimilables a domiciliarios (orgánicos y fracciones reciclables):

Se estimaron por "factor de generación per cápita" en función del personal mensual (N_m) y días efectivos de obra (D_m), aplicando el rango 0,3–0,5 kg/persona·día para residuos alimenticios (orgánicos), complementado con segregación por fracción (papel/cartón, plásticos, vidrio) según el patrón de residuos típico en obras FV (EPA, 2016; IFC, 2007). Fórmula base:

$$Q_{org,m} = N_m \times D_m \times FG_{org} \text{ (kg/mes)},$$

Qorg,m: Cantidad mensual de residuos orgánicos generados (p. ej., restos de alimentos del comedor/campamento) en el mes mmm. Unidad: kg/mes. (EPA, 2016)

Nm: **Número promedio de personas** (trabajadores) presentes en obra durante el **mes m**. Se obtiene del **plan de mano de obra**/registros de asistencia. **Unidad:** personas. (EPA, 2016)

Dm: **Número de días efectivos de operación** (días laborados) en el **mes m**. Puede ser 30, 26, 22, etc., según calendario de obra. **Unidad:** días/mes. (EPA, 2016)

FGorg: **Factor de generación** de residuos orgánicos por persona y por día (residuos per cápita). En este caso se adoptó el rango **0,3–0,5 kg/persona·día** como valor de referencia. **Unidad:** kg/(persona·día). (EPA, 2016)

2.2. Residuos de embalajes y reciclables (cartón, plástico, madera, metales):

Se estimaron a partir de "drivers de suministro" (p. ej., 400.088 módulos y componentes asociados) y un reparto de composición de residuos reportado para FV a gran escala (escombros 40–60%, madera 15–25%, plásticos/cartón 10–15%, metales 5–10%, orgánicos 2–5%). Esto permite trazar el cálculo desde cantidades del proyecto hacia fracciones de residuos por mes, aplicando además un factor temporal según el cronograma (picos durante montaje de estructuras/módulos) (IFC, 2007; EPA, 2016).

2.3. Escombros, concreto y tierras excedentes:

Se estimaron por "metrado de obra", priorizando la reutilización in situ (rellenos y nivelaciones) y cuantificando únicamente el sobrante a disponer; por ejemplo, el documento incorpora como criterio que el hormigón sobrante se mantenga <5% del volumen colocado y que la tierra/roca excedente sea mayoritariamente reusada, con sobrantes variables según cortes del terreno (CELEC EP – UN GENSUR, 2024; MAE, 2015).

Tabla 5-12. Estimación de desechos comunes a generar.

Flujo de residuo	Variable de actividad (dato trazable)	Factor aplicado	Unidad	Ecuación de estimación	Evidencia verificable en obra
Orgánicos (comedor)	Personal mensual N_m (según planificación)	0,3–0,5	kg/ persona·día	Q_m = N_m×D_m × FG	Listas de personal + pesaje de contenedores
Papel / cartón / plástico (embalajes)	Nº módulos (400.088) y entregas mensuales	10–15% (composición FV)	kg/mes	Q_m = (M_embalajes_m)×%	Guías de despacho + pesajes + manifiestos
Madera (palets / encofrados)	Volumen de suministro y encofrados	15–25% (composición FV)	kg/mes o m³/mes	Q_m = (M_madera_m) ×%	Inventarios de palets/encofrados + retiro
Escombros / concreto	Metrado de obra (p. ej., obras civiles)	merma <5% (criterio)	m³/mes o kg/mes	Q_m = V_m×merma	Control de hormigón + tickets de retiro

Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

- **RESULTADOS**

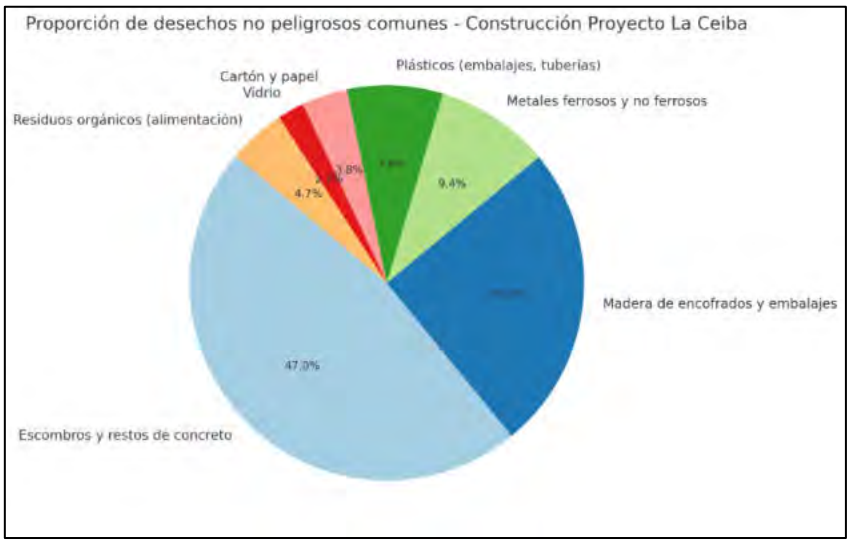
La normativa ecuatoriana (Acuerdo Ministerial 061) define *residuo sólido no peligroso* como todo material u objeto sólido resultante de una actividad, que no presenta características de peligrosidad según el código C.R.T.I.B (Corrosivo, Reactivo, Tóxico, Inflamable, Biológico-

infeccioso). Por el contrario, se consideran *desechos peligrosos* aquellos residuos que sí exhiben alguna de esas propiedades y por tanto requieren un manejo especial. Adicionalmente, la gestión integral de residuos sólidos es competencia de los municipios; el GAD de Zapotillo es responsable de la recolección y disposición de residuos no peligrosos domésticos en el cantón, operando un relleno sanitario donde los desechos se disponen cubiertos diariamente con tierra. Sin embargo, Zapotillo carece de sistemas de separación en la fuente y de recolección especializada para residuos peligrosos, lo que históricamente ha derivado en la mezcla de residuos peligrosos (p. ej. residuos hospitalarios) con los residuos comunes.

Por ello, en este proyecto se debe asegurar una segregación estricta de los residuos peligrosos y su entrega a gestores ambientales calificados, evitando su disposición inadecuada.

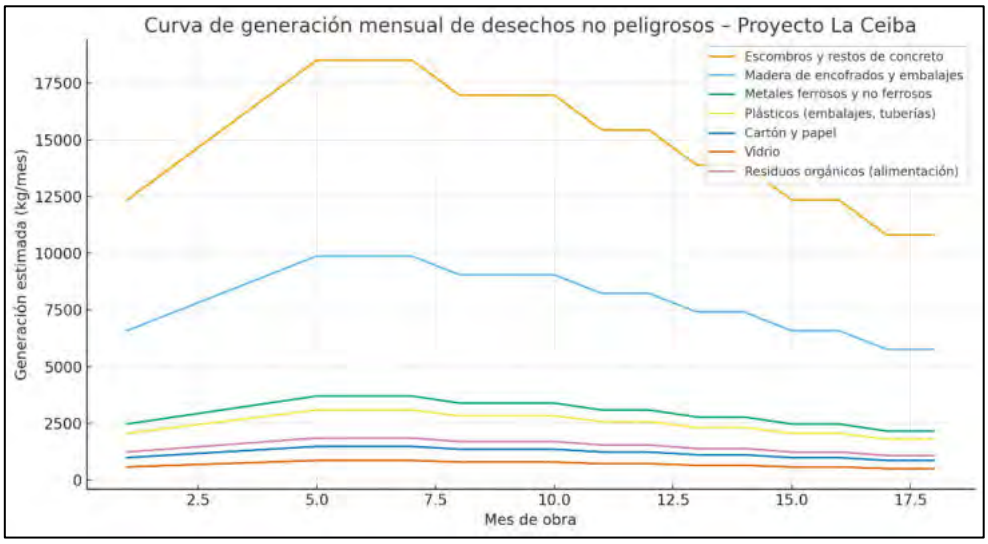
Esta categoría incluye aquellos desechos de naturaleza no peligrosa generados en obra: orgánicos, materiales reciclables (papel, cartón, plástico, chatarra metálica, vidrio, etc.), escombros de construcción (inertes como concreto, tierra excedente, madera) y otros similares. Son residuos asimilables a domiciliarios o a escombros de obra, sin características de toxicidad o peligro según la normativa. Se gestionarán preferentemente mediante segregación en la fuente, reciclaje o reutilización, y disposición final en el relleno sanitario municipal u otros sitios autorizados.

Figura 5-5. Proporcional de desechos no peligrosos – etapa de construcción



Según la EPA (2016) y la International Finance Corporation – IFC (2007), en proyectos fotovoltaicos a gran escala los residuos no peligrosos predominantes son: escombros de obra civil (40–60%), maderas de embalaje (15–25%), plásticos y cartón (10–15%), metales ferrosos y no ferrosos (5–10%) y residuos orgánicos (2–5%).

Figura 5-6. Curva de generación mensual de desechos no peligrosos.



El gráfico evidencia que la mayor parte de los desechos no peligrosos generados en la etapa de construcción del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba corresponden a escombros y restos de concreto, alcanzando picos superiores a 18.000 kg/mes durante los meses de mayor intensidad constructiva (4–8). En segundo lugar, la madera de embalajes y encofrados representa un flujo importante con picos cercanos a 10.000 kg/mes, asociados al montaje de módulos y estructuras. Los demás residuos —metales, plásticos, cartón, vidrio y orgánicos— mantienen volúmenes menores pero constantes, reflejando flujos característicos de campamento, embalajes y cortes de materiales (IFC, 2007; EPA, 2016).

Desde una perspectiva de gestión ambiental, estos resultados confirman la necesidad de priorizar medidas de segregación en obra y valorización. Los escombros pueden ser aprovechados en rellenos y nivelaciones internas, la madera y los metales tienen alto potencial de reutilización y reciclaje, y los plásticos y cartones deben canalizarse hacia gestores autorizados. La fracción orgánica, aunque menor, requiere recolección frecuente para evitar impactos sanitarios. En conjunto, la curva mensual muestra que los picos de residuos coinciden con las fases críticas de obra civil y montaje, lo que implica reforzar la logística de almacenamiento temporal y la frecuencia de retiro en esos periodos (MAE, 2015; CELEC EP, 2025).

Tabla 5-13. Tipo de residuos sólidos no peligrosos que se puede generar en el proyecto.

ACTIVIDAD FUENTE	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD ESTIMADA
Campamento de obra, comedor de trabajadores; Limpieza de terreno (desbroce de vegetación)	Restos de alimentos y residuos de cocina (orgánicos biodegradables). Restos vegetales de desbroce (maleza, ramas, pasto seco).	Putrescibles, alta degradabilidad. Pueden generar malos olores, lixiviados y atraer vectores (insectos, roedores) si no se controlan.	0,3–0,5 kg por persona por día en desechos alimenticios (estimación). Volumen de vegetación dependerá del área desbrozada (p. ej. cobertura arbustiva de 233,52 ha).
Instalación de paneles solares y equipos (embalajes de paneles, inversores, cables, etc.). Operaciones en oficinas de obra. Consumo de materiales varios.	Empaques y embalajes: Cartón, papel, plástico (envolturas, film stretch), icopor/espuma. Chatarra metálica: recortes de perfiles metálicos, sobrante de cables eléctricos (cobre/aluminio), clavos, tornillería sobrante. Madera: palés, cajas de embalaje, restos de madera de encofrados.	No peligrosos. Materiales reutilizables o reciclables: papel/cartón e igual que plásticos son valorizables si están limpios; metales (ferrosos y no ferrosos) tienen alto valor de reciclaje. La madera puede reutilizarse o usarse como leña si está limpia. Nota: Si están contaminados con sustancias peligrosas, deben gestionarse como peligrosos.	Elevadas cantidades debido al volumen de equipos en 200 MW: Paneles solares (~500 mil unidades) con embalaje plástico y de cartón (potencialmente decenas de toneladas de cartón/plástico). Estructuras metálicas con embalajes de madera (varios cientos de palés). Cableado con forro plástico (kg de recortes por km de cable tendido). Chatarra metálica: recortes de soportes, tornillos excedentes (varios cientos de kg).
Obras civiles de construcción: movimiento de tierras, nivelación, cimentaciones,	Tierra y áridos excedentes: material de excavación sobrante no reutilizado (suelo, roca).	Inertes o poco biodegradables. No peligrosos (salvo que estén contaminados con sustancias peligrosas, en cuyo caso se reclasifican). Voluminosos y pesados; pueden generar polvo al manipular.	Muy variable. Tierra/roca excedente: La mayor parte se reusa in situ para relleno de zanjas y nivelaciones; el sobrante podría ser decenas de m^3 si hay cortes en terreno.

ACTIVIDAD FUENTE	TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD ESTIMADA
canalizaciones, montaje de estructuras, construcciones menores (caseta de control, bases de inversores, subestación).	Hormigón y mortero sobrante: residuos de concreto fraguado, probetas, bloques rotos. Escombros generales: fragmentos de ladrillo, cerámica, tubería de PVC rota, etc. Madera de construcción: retazos de encofrados, moldajes y estructuras temporales.	Pueden ser reutilizados como relleno o base de vías internas si son limpios.	Hormigón sobrante: relativamente poco (se planifica producción ajustada in situ; residuos <5% del volumen colocado). Madera de desecho: varios m³ (depende de encofrados usados).

Elaboración: Equipo Consultor, 2025.

- ESTIMACION DE DESECHOS PELIGROSOS.

    - METODOLOGÍA

La estimación de desechos peligrosos se circunscribe a la etapa de construcción del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, planificada en un horizonte de 18 meses (cronograma de construcción), considerando la generación asociada a obras civiles, montaje electromecánico, instalación eléctrica y actividades de soporte (CELEC EP–UN GENSUR, 2024). Adicional, se utilizó los siguientes criterios: (i) identificación por código nacional y criterio CRETIB, y (ii) proyección por consumo/mantenimiento de equipos, más eventos contingentes (derrames). Para trazabilidad, el documento fija que el almacenamiento temporal cumpla INEN 2266 y que la disposición sea mediante gestores calificados, lo cual constituye la "condición de control" mínima para los flujos NE-08, NE-27, NE-10, NE-34, NE-42, entre otros (NTE INEN 2266, 2013).

La línea base de flujos peligrosos a estimar se toma del inventario del capítulo (Tabla 5-10), que define para construcción: baterías usadas (NE-08), envases contaminados (NE-27), desechos biopeligrosos (NE-10), aceites/grasas usadas (NE-34), absorbentes contaminados por hidrocarburos (NE-42) y pilas con metales pesados (C.27.04), con almacenamiento temporal conforme INEN 2266 y disposición con gestores.

- Fuentes de generación y variables trazables (drivers de cálculo)

Los drivers usados para proyectar cantidades se derivan de variables operativas verificables: (i) inventario de maquinaria/equipos previstos (excavadoras, bulldozers, compactadores, camiones volquete, grúas, hincadoras, generadores, etc.), (ii) consumos de combustibles e insumos y (iii) mano de obra y frentes de trabajo (CELEC EP–UN GENSUR, 2024). Estos drivers son imprescindibles porque los desechos peligrosos de la Tabla 5-10 se originan principalmente en operación/mantenimiento de maquinaria y generadores, manejo de sustancias, y atención de primeros auxilios, por lo que su estimación debe anclarse a inventarios, bitácoras y consumos reales (IFC[2], 2007; MAE[3], 2015).

    - Aceites, grasas y ceras usadas (NE-34; T, I) y aceites lubricantes usados (NE-03; T, I)

Criterio: se generan por mantenimiento de maquinaria pesada, vehículos y equipos (Equipo Consultor, 2025). Unidad recomendada: L/mes (y conversión a kg/mes si se requiere, con densidad de ficha técnica del producto).

    - Material adsorbente contaminado y filtros/waipes/trapos (NE-42/NE-32; T)

Criterio: se generan en mantenimientos (cambio de filtros, limpieza) y en derrames atendidos (Equipo Consultor, 2025). Unidad recomendada: kg/mes.

[2] International Finance Corporation. (2007). Environmental, Health, and Safety Guidelines for Electric Power Transmission and Distribution. World Bank Group.

[3] Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). *Acuerdo Ministerial No. 061: Reforma al Libro VI del TULSMA (Gestión de desechos peligrosos y especiales)*. Registro Oficial Edición Especial 316.

- Envases contaminados con materiales peligrosos (NE-27; T)

Criterio: se originan por consumo de aceites, grasas, pinturas, solventes, aditivos y otros químicos cuyos envases quedan con remanentes peligrosos (Equipo Consultor, 2025). **Unidad recomendada**: kg/mes o unidades/mes (y conversión a kg con peso tara de envase)

- Baterías usadas con metales pesados (NE-08; T) y pilas/baterías menores (C.27.04; T)

Criterio: se originan en maquinaria, generadores, equipos de respaldo y herramientas eléctricas (Tabla 5-10) (Equipo Consultor, 2025). U**nidad recomendada:** unidades/mes y kg/mes.

- Desechos biopeligrosos de enfermería/primeros auxilios (NE-10; B)

Criterio: se generan por atención médica en obra (Tabla 5-10) y deben manejarse con segregación y gestor (Equipo Consultor, 2025). **Unidad recomendada:** kg/mes.

- RESULTADOS

Durante la fase de construcción del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba (200 MW, cantón Zapotillo) se generan diversos desechos peligrosos que requieren un manejo adecuado conforme a la normativa ecuatoriana vigente. Los desechos peligrosos que se generen en el área del proyecto, serán almacenados y entregados a un Gestor Ambiental autorizado por el MAE. Adicional, la empresa deberá obtener el Registro de Generador de Desechos peligrosos y/o especiales conforme lo establecido en la normativa vigente (Ver PMA).

Tabla 5-14. Tipo de desechos peligrosos a generarse en el proyecto (construcción).

Tipo de Desecho	Código	CRETIB*	Proceso ounidad operativa	Condiciones de Almacenamiento	Gestión o Disposición final
Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad.	NE-08	T	Construcción (Operación de maquinaria y generadores)	Almacenamiento temporal que cumplan los requerimientos de la Norma INEN 2266	Gestores calificados
Envases contaminados con materiales peligrosos	NE-27	T	Construcción y Operación	Almacenamiento temporal que cumplan los requerimientos de la Norma INEN 2266	Gestores calificados
Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica prestados en centros médicos de empresas	NE-10	B	Construcción	Almacenamiento temporal	Gestores calificados
Aceites, grasas y ceras usadas o fuera de especificaciones	NE-34	T, I	Construcción	Almacenamiento temporal que cumplan los requerimientos de la Norma INEN 2266	Gestores calificados
Material adsorbente contaminado con hidrocarburos:	NE-42	T	Eventos Contingentes durante la construcción	Almacenamiento temporal que cumplan los requerimientos de la Norma INEN 2266	Gestores calificados

Tipo de Desecho	Código	CRETIB*	Proceso ounidad operativa	Condiciones de Almacenamiento	Gestión o Disposición final
waipes, paños, trapos, aserrín, barreras					
Pilas o baterías usadas o desechadas que contienen metales pesados	C.27.04	T	Construcción /Operación	Almacenamiento temporal que cumplan los requerimientos de la Norma INEN 2266	Gestores calificados

Elaboración: Equipo Consultor, 2025.

- **Aceites lubricantes usados (código NE-03; T, I)**

Los **aceites minerales usados o gastados** generados por el mantenimiento de maquinaria pesada, vehículos y equipos de construcción constituyen un desecho peligroso clasificado con código **NE-03** y características *Tóxico* e *Inflamable*.

- **Filtros de aceite y absorbentes contaminados (códigos NE-32, NE-42; T)**

Diversos sólidos contaminados con hidrocarburos se generan durante la construcción, principalmente filtros de aceite usados (de motores y generadores) y materiales absorbentes empleados para contener derrames (trapos, estopas, aserrín, almohadillas, etc.). Los filtros de aceite impregnados con residuos de lubricante se clasifican como residuo peligroso NE-32 por su característica *Tóxico* (concentran aceite usado y metales pesados atrapados en el elemento filtrante). De forma similar, los materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos (código NE-42) se consideran peligrosos por toxicidad, ya que contienen residuos de combustibles o aceites derramados. Ambos tipos de desecho presentan riesgos ambientales análogos a los del aceite usado.

- **Envases y embalajes contaminados (códigos NE-27, NE-44; T)**

Durante la obra, numerosos envases vacíos que han contenido sustancias peligrosas (aceites, aditivos, combustibles, pinturas, solventes, etc.) se convierten en residuos peligrosos si aún retienen restos del contenido original. La normativa ecuatoriana cataloga los envases contaminados con materiales peligrosos bajo el código NE-27, caracterizados como *Tóxicos*. De igual forma, materiales de embalaje contaminados (ej. sacos, plásticos o cajas impregnadas con químicos peligrosos) se listan como NE-44 (*Tóxicos*)

- **Pinturas, solventes y químicos descartados (códigos NE-49, NE-51, NE-48; I, T, potencialmente C/R)**

En las labores de construcción es común generar sobras de pinturas, recubrimientos, disolventes orgánicos, adhesivos y otros químicos usados en instalaciones (pintura anticorrosiva de estructuras metálicas, disolventes para limpieza de herramientas, etc.). Estos materiales, cuando son desechados por quedar sobrantes o vencidos, se consideran residuos peligrosos típicamente caracterizados por su inflamabilidad y toxicidad. Por ejemplo, los residuos de pinturas, tintas y resinas con componentes peligrosos se clasifican como NE-49, con características *Inflamable (I)* y *Tóxico (T)*.

Del mismo modo, los solventes orgánicos gastados o mezclas de disolventes usados se listan como NE-51 (*Inflamables/Tóxicos*). Adicionalmente, productos químicos fuera de especificación

(catalizadores, adhesivos, aditivos) pueden exhibir corrosividad (C) o reactividad (R) dependiendo de su composición (por ejemplo, endurecedores ácidos o poliuretanos con isocianatos), clasificándose bajo códigos como NE-48 si aplicase múltiples criterios.

- Baterías usadas y residuos eléctricos (código NE-08; T y C)

La actividad constructiva emplea equipos y vehículos que utilizan baterías (acumuladores eléctricos), principalmente baterías de plomo-ácido en maquinaria y generadores eléctricos, así como baterías secas de herramientas portátiles. Cuando estas baterías llegan al fin de su vida útil o se reemplazan, se consideran desechos peligrosos de código NE-08, clasificados principalmente por *Toxicidad* (T) debido a su contenido en metales pesados y electrolitos peligrosos.

En el caso de las baterías plomo-ácido, su electrolito es ácido sulfúrico (propiedad *corrosiva*), y contienen plomo en placas internas; otras baterías (Ni-Cd, Ni-MH, Li-ion) incluyen metales como cadmio, níquel, litio, cobalto, etc., algunos de los cuales son tóxicos.

- Lámparas fluorescentes y otros residuos con mercurio (código NE-40; T)

En la etapa constructiva y de habilitación de instalaciones es común el uso de tubos fluorescentes, lámparas ahorradoras u otros dispositivos con mercurio (termómetros, medidores de nivel), por ejemplo, para iluminación temporal de obras o en casetas. Al terminar su vida útil, estos se catalogan como residuos peligrosos NE-40 por su contenido de mercurio, clasificándolos con característica *Tóxico (T)*. Cada tubo fluorescente puede contener entre 3–50 mg de mercurio elemental en su interior.

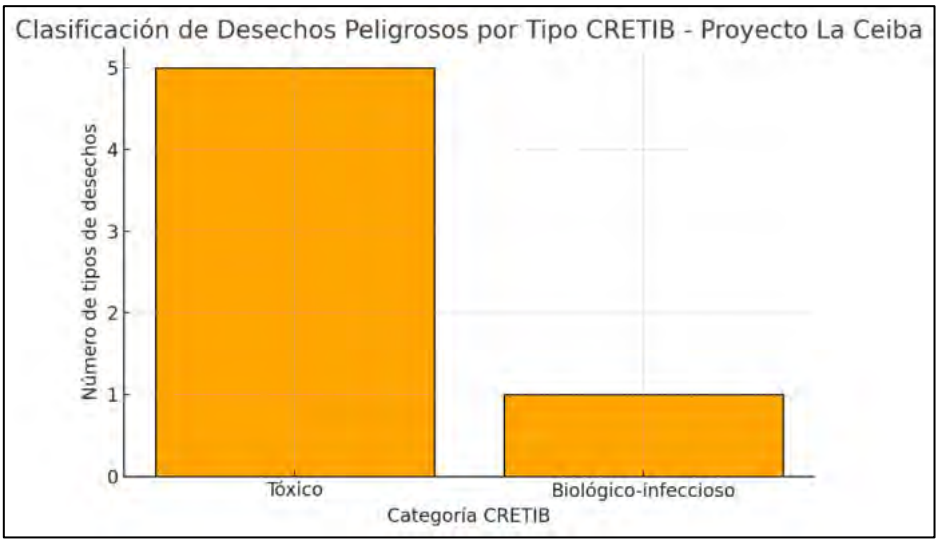
- Desechos médico-infecciosos de primeros auxilios (código NE-10; B)

En un proyecto de construcción remoto de gran envergadura como La Ceiba, suele habilitarse un puesto de primeros auxilios o enfermería para la atención básica de trabajadores. Esta unidad generará desechos biomédicos tales como gasas y vendajes con sangre, hisopos, agujas hipodérmicas (si se aplican inyecciones o vacunas), y otros materiales contaminados con fluidos corporales. Estos residuos se clasifican como desechos biológico-infecciosos – código NE-10 – ya que pueden contener patógenos (bacterias, virus, hongos) capaces de producir enfermedades. Según la definición CRETIB, un residuo B (Biológico-infeccioso) es aquel que contiene agentes infecciosos viables en cantidad suficiente para causar enfermedad en seres humanos u organismos vivo.

- Suelo contaminado por derrames de sustancias peligrosas (código NE-52; T)

En las actividades constructivas existe la posibilidad de derrames accidentales de combustibles, aceites u otros químicos (por fallas en maquinaria, volcamiento de tanques, etc.). Cuando ocurre un derrame significativo, el suelo impactado (y potencialmente materiales absorbentes con tierra) se convierte en un residuo peligroso en sí mismo. La normativa contempla los suelos contaminados con materiales peligrosos bajo el código NE-52, con característica *Tóxico*. Esto implica que cualquier volumen de tierra, arena u otros materiales terrosos impregnados con hidrocarburos, químicos tóxicos o metales debe gestionarse como desecho peligroso.

Figura 5-7. Clasificación de desechos peligrosos- CRETIB.



Todos los desechos peligrosos mencionados requieren un manejo técnicamente adecuado y conforme a la normativa para prevenir daños ambientales, proteger la salud de los trabajadores y comunidad, y evitar incumplimientos legales. La identificación por tipo, código nacional y criterios CRETIB permite aplicar estrategias específicas de almacenamiento seguro, transporte con documentación (manifiestos) y disposición final apropiada (reciclaje, tratamiento o confinamiento).

5.3.1. Etapa de Operación del proyecto.

Corresponde a la conversión de la radiación solar en energía eléctrica, que tiene lugar en los módulos fotovoltaicos a instalar, siendo estos últimos los elementos base en la operación y funcionamiento del parque solar. Dentro de las actividades de operación se encuentra el control diario, revisión de indicados y funcionamiento de la infraestructura del parque solar.

La subestación tendrá un monitoreo constante con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento de los equipos en términos de confiabilidad, calidad y seguridad en el suministro de energía eléctrica.

Para esto, se contará con un sistema de monitoreo y supervisión a distancia llamado SCADA “Supervisory Control And Data Acquisition”. Este sistema está compuesto por un conjunto de captores y sensores que a través de dataloggers comunicarán la información en tiempo real a un software de análisis, el cual podrá ser consultado a distancia.

Este sistema permite a los técnicos de operación y mantenimiento verificar en tiempo real el funcionamiento de la central y además realizar controles a distancia y seguimiento de variables importantes, como temperaturas, niveles de tensión, entre otros.

Además de este sistema, se contará en todo momento, con personal permanente en el edificio de control, el cual estará encargado de la supervisión, control y operación de los equipos de maniobra, medición y protección. Durante el desarrollo de esta actividad, se realizará consumos de recursos naturales (concesión doméstica y vertimientos) y se generarán residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.

Por último, se considera como parte de esta actividad la vigilancia del acceso al parque solar, que corresponde principalmente al control de entrada y salida de personas, vehículos y materiales en base a protocolos de seguridad del proyecto, y a la prevención de cualquier acto que pusiera en riesgo la operación del parque solar y de sus trabajadores. Esta vigilancia se desarrollará desde la caseta de control en la entrada del parque y se realizará las 24 horas del día.

5.3.2. Inspección y mantenimiento técnico del parque solar.

Durante toda la operación del proyecto, se realizarán actividades de inspección y mantenimiento técnico al parque solar. Las principales actividades preventivas son la limpieza de los paneles, lubricación de los sistemas de inversores y transformadores y el mantenimiento de los equipos eléctricos (cables, conectores y otros elementos eléctricos menores). Esta actividad será realizada con una periodicidad semestral y de acuerdo con las especificaciones técnicas de todos los equipos.

Adicionalmente, se implementará un mantenimiento de la vegetación. Específicamente, es importante que la vegetación no genere sombras en los paneles que pueda afectar la eficiencia de estos. Teniendo en cuenta lo anterior, los espacios entre las tablas serán podados periódicamente por medios mecánicos, evitando en todo caso el uso de productos químicos.

5.3.3. Contratación de mano de obra.

Se llevará a cabo la contratación de personal calificado y no calificado para el desarrollo de las actividades propias de la fase de operación. Se estima que, para esta etapa, en promedio se contará con cinco personas con un máximo de 25, de las cuales se prevé que el 10% será personal administrativo calificado, el 80% semi calificado y el 10% no calificado.

5.3.4. Operación de la central.

La Central operará en forma autónoma, más allá del control que pueda tener el operador de turno. Las tareas de la etapa operativa son las siguientes:

- Funcionamiento de los módulos, seguidores, inversores y sus transformadores asociados;
- Tracking solar diario del seguidor a partir la actuación del accionamiento lineal;
- Mantenimiento de los módulos, seguidores, inversores y sus transformadores asociados;
- Circulación por los caminos internos; y
- Generación de residuos.

Si bien se adjunta un programa detallado de las principales operaciones a realizar, las tareas genéricas que se desarrollan en esta fase son las siguientes:

- Monitorie del rendimiento de la instalación a través de telecontrol;
- Realizar un mantenimiento preventivo regular realizando revisiones de funcionamiento;
- Llevar a cabo análisis de búsqueda de averías y fallos;
- Realizar actividades de reparación más extensivas;
- Redactar informes sobre la “disponibilidad” de la Central y sobre la producción de energía; y
- Gestionar los inventarios de los vehículos de reparaciones y las herramientas.

5.3.5. Tareas de mantenimiento preventivo

A pesar de resultar una instalación compleja, el mantenimiento de este tipo de instalaciones es bastante sencillo de realizar, pues hay pocos sistemas electromecánicos. Por su naturaleza, la Central no requiere insumos permanentes ni genera efluentes en forma continua y únicamente se realizan tareas periódicas de tipo preventivo, esto es operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de esta. A continuación, se describe los módulos o estructuras que requieren mantenimiento preventivo:

- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos requieren poco mantenimiento por su configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas del ambiente exterior por capas de material protector. En los módulos fotovoltaicos se realizarán, básicamente, las siguientes labores:

- Limpieza periódica de los módulos fotovoltaicos: La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del módulo reduce el rendimiento de este y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por las sombras. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento. En el caso de los depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos instalando pequeñas antenas elásticas en la parte alta del módulo, que impida a estas que se posen. La acción de la lluvia puede, en muchos casos, reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los módulos. En cualquier caso, la operación de limpieza debe ser realizada en general por el personal encargado del mantenimiento de la instalación, y consiste simplemente en el lavado de los módulos con agua y, opcionalmente, algún detergente no abrasivo, procurando evitar que el agua no se acumule sobre el módulo.
- Inspección de módulos: La inspección visual del módulo fotovoltaico tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:
    - Posible rotura del cristal: normalmente se produce por acciones externas y rara vez por fatiga térmica inducida por errores de montaje;
    - Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: debidas a entrada de humedad dentro del módulo por rotura de las capas de encapsulado;
    - El adecuado estado de la estructura portante frente a corrosión;
    - Verificación de los elementos de sujeción y conexión;
    - El estado de degradación de los elementos constructivos de los módulos;
    - Estado de la red de puesta a tierra, para proteger de sobretensiones; y
    - La no existencia de sombras (propias o externas) sobre el campo fotovoltaico.

- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DC BT

Se deberán revisar de forma periódica el estado de las conexiones eléctricas y del cableado DC, para lo que se procederá a efectuar las siguientes operaciones:

- Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los módulos fotovoltaicos.
- Comprobación de la estanquidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales. De observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de las cajas de conexión, utilizando según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.
- Mantenimiento de las puestas a tierra. En tanto el valor de la resistencia de tierra varía durante el año debido a la destrucción corrosiva de los electrodos, aumento de la resistividad del terreno, aflojamiento, corrosión, polvo, etc., a las uniones de las líneas de tierra, rotura de las líneas de tierra, etc. Estas variaciones de la resistencia condicionan el control de la instalación para asegurar que el sistema permanezca dentro de los límites de seguridad.

- INSTALACIÓN ELÉCTRICA AC BT

Se deberán revisar de forma periódica –al igual que en DC- las conexiones y cables, el perfecto estado de las cajas de los cuadros, su estanqueidad y, además, los equipos de mando y protección para ver su estado.

- INVERSORES

Se deberá revisar principalmente que están bien ventilados, que las conexiones están bien hechas y que no existe ninguna alarma activa. Para ello, se deberá chequear el sistema de ventilación para evitar que se alcancen altas temperaturas que pueden provocar disparos en los inversores y demás aparatos eléctricos, para ello se deberá comprobar que las rejillas están limpias y sin obstáculos; además, se deberá comprobar que los intercambiadores están lo más limpios posibles.

- ESTRUCTURA SOPORTE O TRACKER

Las principales tareas que realizar en la estructura de seguimiento solar serán:

- Revisión de daños en la estructura, como los causados por oxidación en el eje del seguidor y su deterioro por agentes ambientales.
- Fijar correctamente los tornillos en todos los conectores (lado del módulo de posicionamiento y lado del motor)
- Revisar visualmente todos los cables eléctricos por posibles roturas, puntos de pinzamiento (cables de motor, cables de alimentación, cables fotovoltaicos)
- Verificar que los cables fotovoltaicos no se hayan soltado de forma que puedan tensarse debido al movimiento del seguidor.
- Engrase de las partes móviles del motor (de ser necesario).

- SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL

El mantenimiento del sistema de regulación y control difiere especialmente de las operaciones normales en equipos electrónicos. Las averías son poco frecuentes y la simplicidad de los equipos reduce el mantenimiento a las siguientes operaciones:

- Observación visual del estado y funcionamiento del equipo. La observación visual permite detectar generalmente su mal funcionamiento, ya que este se traduce en un comportamiento muy anormal: frecuentes actuaciones del equipo, avisadores, luces, etc. En la inspección se debe comprobar también las posibles corrosiones y aprietes de bornes. Comprobación del conexionado y cableado de los equipos. Se procederá de forma similar que, en los módulos, revisando todas las conexiones y juntas de los equipos.
- Comprobación del tarado de la tensión de ajuste a la temperatura ambiente, que les indicaciones sean correctas.
- Toma de valores: registro de los amperios-hora generados y consumidos en la instalación, horas de trabajo, etc.
- Revisión de la estación meteorológica para ver que funciona bien, calibrarla y limpiarla, además de realizar la descarga de los datos almacenados.

- INSTALACIÓN ELÉCTRICA GENERAL Y SERVICIOS AUXILIARES

Este mantenimiento garantizará la protección, el backup de los equipos en funcionamiento de manera eficaz y la adecuada operación bajo condiciones de falla eléctrica. En concreto, se requiere un mantenimiento programado y una inspección visual con las siguientes operaciones básicas:

- Verificación de todas las conexiones eléctricas para garantizar que no existan conexiones sueltas presentes que pudieran provocar un aumento de la temperatura de estas, con el riesgo potencial de generar un principio de incendio y la falla del equipo.
- Se revisarán todas las canalizaciones de cables, para ver su estado y evitar roturas imprevistas que pudiesen ocasionar serias averías, así como las arquetas para verificar su estado y que los cables no estén a la intemperie.
- También se deberá revisar la iluminación, enchufes y cuadros de control.
- Control termográfico de todos los equipos eléctricos en condiciones de plena carga.

Para el mantenimiento de algunos de los componentes eléctricos se precisa la desenergización de la Central y su aislamiento respecto del SIN para poder trabajar con seguridad. Los equipos para cuya intervención se precisa la desenergización total de la usina, son los siguientes:

- Interruptores principales;
- Embarrados; y
- Transformadores de potencia de los módulos inversores compactos.

Se revisarán todas las canalizaciones de cables, para ver su estado y evitar roturas imprevistas que pudiesen ocasionar serias averías, así como las arquetas para chequear su estado y que los cables no están a la intemperie. También se deberá revisar la iluminación, enchufes y cuadros de control.

- OBRA CIVIL

Se deberá comprobar que los accesos y viales de la Central están en perfecto estado para facilitar la movilidad; además, se comprobará el vallado perimetral, los taludes, la cimentación de las estructuras, los drenajes para evitar que se atasquen en épocas de lluvias. En lo referente a los caminos internos de la Central, estos deberán ser mantenidos en buenas condiciones de circulación de manera de evitar su erosión y poceado, y la generación de material particulado.

- DESMALEZADO

Se deberá limpiar o brozar toda la instalación para evitar que las hierbas crezcan hasta producir sombras o se enreden con cables y estructuras, lo que luego complicaría su desbroce.

- SISTEMA DE SEGURIDAD.

Se deberá revisar el buen funcionamiento y limpieza de las cámaras y sensores de movimiento que tuviera la Central y comprobar todas las alarmas que se den, aunque normalmente sean falsas.

A continuación, se presenta el cronograma de la etapa de operación:

Tabla 5-15. Cronograma de la Fase de Operación

Actividades	Año 2	...				Año 25
Puesta en marcha						
Generación de energía						
Control, Mantención y Limpieza						
Cese de la producción y desconexión						

Fuente: CELEC, 2025

- ESTIMACION DE RESIDUOS NO PELIGROSOS.

La estimación de residuos para la fase de operación y mantenimiento se realizará mediante un enfoque diferenciado por tipo de corriente residual, considerando:

i) Residuos sólidos no peligrosos asimilables a urbanos generados por el personal de oficina y comedor;
ii) Residuos líquidos domésticos generados por el uso de servicios higiénicos, lavado y actividades rutinarias del personal; y
iii) Desechos especiales o peligrosos vinculados al mantenimiento correctivo, sustitución de equipos y atención de contingencias menores.

Este enfoque es técnicamente apropiado para centrales fotovoltaicas, ya que durante la operación la generación de residuos depende principalmente de la dotación de personal, la intensidad del mantenimiento y la tasa de reposición de componentes, y no de actividades constructivas permanentes (Brücken Consult Bolivia, 2018; IFC, 2007).

La estimación de la generación de residuos y vertidos, durante la operación se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5-16. Estimado de residuos que se generarán en la etapa de operación

TIPO	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CANTIDAD
Residuos Sólidos	La generación de residuos estará asociada con el comedor y oficina de tipo asimilables a urbanos.	5 kg/día
Residuos líquidos	Generación de aguas grises y negras. Serán depositadas en el alcantarillado sanitario del barrio	8 m^3/día

Fuente: Equipo Consultor, 2025.

Para los **residuos sólidos no peligrosos**, la estimación se efectua a partir del número de trabajadores permanentes y ocasionales asignados a la operación, aplicando un factor de generación per cápita para residuos asimilables a urbanos. La expresión general es:

$$RS = N \times Gpc$$

Donde:

RS es la generación diaria de residuos sólidos no peligrosos,
N es el número de trabajadores presentes por día y
Gpc es la tasa unitaria de generación en kg/trabajador/día.

Bajo este criterio, el valor referencial consignado en la tabla, correspondiente a **5 kg/día**, representa una producción asociada al funcionamiento de comedor y oficina, incluyendo fracción orgánica, papel, cartón, plásticos de un solo uso y residuos comunes no reciclables. Metodológicamente, esta estimación debe entenderse como un promedio operativo diario susceptible de ajustarse con el número real de trabajadores y con campañas de segregación en la fuente (Tchobanoglous et al., 1993; Kaza et al., 2018).

Para los **residuos líquidos domésticos**, la estimación se realizará con base en el consumo de agua del personal y el coeficiente de retorno a aguas residuales, utilizando la expresión:

$$RL = P \times Dot \times Fr$$

Donde:

RL es el volumen diario de aguas residuales,
P es la población servida,
Dot es la dotación diaria de agua por persona y
Fr es el factor de retorno, usualmente cercano a 0,8–0,9 para usos sanitarios y de aseo.

En la tabla se ha considerado una generación de **8 m^3/día** de aguas grises y negras, las cuales serán conducidas al sistema de alcantarillado sanitario o a la Planta compacta de aguas residuales del proyecto; por tanto, este valor debe interpretarse como un caudal de diseño o de operación referencial, asociado al uso sanitario del personal y a las necesidades rutinarias del frente administrativo-operativo. Desde el punto de vista metodológico, esta estimación debe validarse con la población operativa real, la disponibilidad de agua y la capacidad efectiva del sistema receptor (Metcalf & Eddy, 2014; PUGS Zapotillo, 2020).

- ESTIMACION DE DESECHOS PELIGROSOS

La operación de la Central, es decir desde la puesta en funcionamiento, será prácticamente autónoma. Comprende, básicamente, las tareas de mantenimiento preventivo de las instalaciones y en caso de ser necesario el correctivo. Implica la inspección visual y limpieza de los módulos fotovoltaicos, revisión del estado de las conexiones eléctricas y del cableado, la revisión de los

inversores, revisión y lubricación de la estructura soporte del tracker, revisión de instalaciones eléctricas generales y de los servicios auxiliares e inspección de las instalaciones eléctricas de la SE. Los desechos peligrosos que se generen en el área del proyecto, serán almacenados y entregados a un Gestor Ambiental autorizado por el MAE.

Tabla 5-17. Tipo de desechos peligrosos que se pueden generar (Operación)

Tipo de Desecho	Código	CRETIB*	Proceso ounidad operativa	Condiciones de Almacenamiento	Gestión o Disposición final
Equipos eléctricos y electrónicos en desuso que no han sido desensamblados, separados sus componentes o elementos constitutivos.	ES-06	Desecho Especial	Operación	Almacenamiento temporal que cumplan los requerimientos de la Norma INEN 2266	Gestores calificados
Transformadores en desuso que hayan contenido aceites con PCB, PCT, PBB	NE-55	T	Operación	Almacenamiento temporal que cumplan los requerimientos de la Norma INEN 2266	Gestores calificados
Envases contaminados con materiales peligrosos	NE-27	T	Operación	Almacenamiento temporal que cumplan los requerimientos de la Norma INEN 2266	Gestores calificados
Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras	NE-42	T	Eventos Contingentes durante la construcción	Almacenamiento temporal que cumplan los requerimientos de la Norma INEN 2266	Gestores calificados
Pilas o baterías usadas o desechadas que contienen metales pesados	C.27.04	T	Operación	Almacenamiento temporal que cumplan los requerimientos de la Norma INEN 2266	Gestores calificados
Aceites dieléctricos sin PCB	D.35.02	T, I	Operación	Almacenamiento temporal que cumplan los requerimientos de la Norma INEN 2266	Gestores calificados
Residuos de tintas, pinturas, resinas que contengan sustancias peligrosas y exhiban características de peligrosidad	NE-49	T, I	Operación	Almacenamiento temporal	Gestores calificados

Fuente: Equipo Consultor, 2025.

Para los **desechos especiales o peligrosos**, la estimación no se expresa adecuadamente en términos diarios constantes, debido a que su generación es eventual, no continua y dependiente del mantenimiento correctivo o de la sustitución de componentes. Por ello, en el presente docuemnto se reporta su cantidad como global, criterio técnicamente correcto para corrientes como paneles solares defectuosos, aceites dieléctricos, tachos de pintura y otros insumos de mantenimiento.

En estos casos, la metodología aplicable consiste en identificar las fuentes de generación por evento, registrar inventarios de equipos e insumos, y estimar una tasa anual o por contingencia mediante la relación:

$$DP = \Sigma (Ei \times Fi)$$

Donde:

Ei corresponde al número de equipos, recipientes o componentes susceptibles de recambio y Fi al factor esperado de falla, reposición o descarte.

Este procedimiento evita sobrestimar una generación diaria inexistente y es consistente con la naturaleza intermitente del mantenimiento de una planta fotovoltaica (IFC, 2007; IRENA & IEA-PVPS, 2016).

- Emisiones

Las emisiones de contaminantes a la atmósfera derivada de la generación eléctrica durante la etapa de operación serán nulas al tratarse de una fuente de energía renovable que aprovecha la radiación solar para producir electricidad. Únicamente existirán emisiones de contaminantes a la atmósfera correspondiente a los vehículos de transporte del personal para el mantenimiento y limpieza de la Central, derivadas de la emisión de los motores de los propios vehículos, y al tránsito de estos por las diferentes vías.

5.4. ASPECTOS LEGALES.

El desarrollo del Proyecto La Ceiba se enmarca en la legislación ecuatoriana vigente para el sector eléctrico y ambiental. En particular, cumple con preceptos de la Constitución de la República (que promueve las energías renovables y el cuidado ambiental) y con las siguientes leyes orgánicas relevantes:

- Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE): establece el régimen para generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad. El proyecto, al ser una central de generación con fuente renovable, se adhiere a las disposiciones de esta ley y su reglamento. La LOSPEE y sus reglamentos también regulan procedimientos como la declaratoria de utilidad pública para proyectos eléctricos y los requisitos de concesión o permisos para la operación eléctrica.
- Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE): promueve el uso eficiente y la diversificación de fuentes energéticas. La planta fotovoltaica contribuye directamente a los objetivos de la LOEE al incorporar energía solar no convencional a la matriz.
- Ley Orgánica de Transparencia y Competitividad Energética (LOCE): orientada a atraer inversiones y modalidades de asociación en el sector energético, facilitando la participación privada en energías renovables. Esta ley –junto con el Reglamento para el Ejercicio de la Capacidad Asociativa de las empresas públicas– habilita a CELEC EP a desarrollar proyectos como La Ceiba bajo esquemas de asociación público-privada.
- Ley Orgánica de Defensa del Consumidor: relevante en cuanto a la calidad y continuidad del servicio eléctrico que deberá proveer la planta, asegurando que se protejan los derechos de los usuarios finales.
- Código Orgánico del Ambiente (COA) y regulación ambiental: El proyecto debe cumplir estrictamente con la normativa ambiental. Según el COA y su reglamento (RCOA), proyectos de generación >10 MW requieren un Licenciamiento Ambiental obligatorio antes de su construcción. Para obtener la licencia, se debe presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y ejecutar un Proceso de Participación Ciudadana, entre otros

requisitos (p.ej. presentar garantías financieras ambientales, planes de manejo, etc.). La autoridad ambiental (MAATE) ya ha emitido el Certificado de Intersección para La Ceiba, constatando que el polígono del proyecto no intersecta áreas protegidas ni bosques protectores, lo cual agiliza la viabilidad ambiental. Aun así, el EIA deberá abordar la fauna/flora del bosque seco, uso de agua, manejo de residuos, entre otros impactos.

- Otras normativas aplicables: El proyecto debe observar el Código de Conexión al Sistema Eléctrico y regulaciones de ARCONEL para la interconexión a 230 kV; la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (COOTAD) en lo referente a uso de suelo y competencias locales; y alinearse con compromisos internacionales suscritos por Ecuador en materia de cambio climático (por ejemplo, el Acuerdo de París, al contribuir a la reducción de emisiones).

Viabilidad jurídica del proyecto: Del análisis jurídico inicial se concluye que no existen impedimentos legales para la ejecución del proyecto La Ceiba; al contrario, el proyecto se alinea con disposiciones constitucionales y legales vigentes, al tratarse de una central de generación de energía renovable que diversifica la matriz y fomenta eficiencia energética. Además, encaja en el objeto social para el cual fue creada CELEC EP (aprovechar recursos eléctricos estratégicos) y en las competencias de su unidad GENSUR. La utilización de esquemas de asociación con inversionistas (Capacidad Asociativa) está expresamente permitida por la ley ecuatoriana; CELEC EP como empresa pública puede formar alianzas estratégicas, empresas mixtas o consorcios para este tipo de proyectos, garantizando participación mayoritaria pública cuando aplique. Por tanto, el modelo DBFOM propuesto (ver sección de Gestión del Proyecto) y un posible contrato asociativo con privados tienen sustento legal sólido en la normativa de empresas públicas y el decreto ejecutivo correspondiente.

Disposiciones administrativas específicas: A nivel institucional, el proyecto cuenta con el aval formal de la alta gerencia de CELEC EP. Mediante la Resolución No. CEL-RES-0043-25 del 18 de febrero de 2025, emitida por Gerencia General de CELEC EP, se dispuso lo siguiente:

- La Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión (DPDPE) deberá preparar la documentación necesaria y establecer directrices para trasladar los proyectos fotovoltaicos La Ceiba (y Matala) a la Unidad de Negocio GENSUR, coordinando gestiones a nivel corporativo. Además, la DPDPE elaborará un informe completo con el Alcance Técnico justificado técnica y económicamente, a ser entregado a GENSUR en un plazo definido.

- La Unidad de Negocio CELEC EP – GENSUR asume la responsabilidad de ejecutar las diferentes fases de desarrollo de campo de La Ceiba, verificando los requerimientos técnicos, económicos y legales aplicables. GENSUR deberá determinar el área operativa del proyecto, conformar el equipo de trabajo, designar apoyo financiero y legal, y coordinar la elaboración de documentación técnica (contratos, pliegos) y la administración, fiscalización y supervisión de los contratos conforme la Ley de Contratación Pública. Asimismo, GENSUR brindará facilidades logísticas y operativas prioritarias (personal, vehículos, equipos, etc.) para el desarrollo integral del proyecto.

- Se designa al Mgs. Carlos Alberto Cajas Maldonado como Líder del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba (así como Matala), encargado de coordinar las acciones necesarias entre la Dirección Corporativa (DPDPE) y la Unidad de Negocio GENSUR. El Líder de Proyecto es responsable de la iniciación, planificación, ejecución, seguimiento, control, transición y cierre del proyecto, en concordancia con los lineamientos establecidos en el

procedimiento interno M22.P03 de gestión de proyectos. Debe además informar oportunamente a Gerencia General sobre los avances y diligencias para el cumplimiento de objetivos.

Estas disposiciones administrativas aseguran un respaldo institucional y jurídico claro para La Ceiba, definiendo las competencias de cada instancia dentro de CELEC EP para llevar adelante el proyecto.

Aspectos legales locales: A nivel local, el proyecto deberá articularse con la normativa municipal de Zapotillo. El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) cantonal cuenta con un Plan de Uso y Gestión de Suelo (PUGS) y un Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) vigentes. En dichos instrumentos de planificación territorial se identifican las zonas aptas para distintos usos de suelo. El emplazamiento de La Ceiba se ubica en suelo rural productivo; no contraviene las zonificaciones locales, pues se sitúa fuera de áreas urbanas o de expansión urbana. Más bien, la presencia del proyecto es coherente con las estrategias cantonales de impulsar infraestructura productiva sostenible.

El PDOT Zapotillo 2023–2027 destaca el potencial de energía solar en la región y contempla políticas de fomento de energías renovables y mejora de servicios eléctricos (GAD Zapotillo, 2024). Asimismo, el PUGS (2020) deberá ser considerado en el otorgamiento de permisos de construcción locales (por ejemplo, licencia de construcción de la subestación, conformidad de uso de suelo); en principio, al ser un proyecto estratégico estatal, su declaratoria de utilidad pública le permite superar restricciones menores de zonificación, siempre y cuando se coordine con el GAD respecto a mitigación de impactos y compensaciones locales.

Regularización predial y servidumbres: Un aspecto legal importante en la fase previa a construcción es la adquisición o arrendamiento de los predios necesarios. Dado que varios terrenos carecen de título, se debe realizar un proceso de saneamiento legal conforme al Código Civil y normativa agraria pertinente, depurando propietarios y derechos. Para consolidar el sitio, CELEC EP aplicará la figura de Declaratoria de Utilidad Pública sobre los predios requeridos, conforme lo faculta la LOSPEE y la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.

Esto permitiría, en caso necesario, iniciar procesos de expropiación judicial siguiendo el Código Orgánico General de Procesos (COGEP) para obtener la propiedad de los terrenos. No obstante, la estrategia inicial es llegar a acuerdos amistosos con los dueños locales, ofreciendo compensaciones justas. Adicionalmente, se gestionarán las servidumbres necesarias cumpliendo con la Ley de Electricidad y respetando procedimientos con los propietarios afectados.

En resumen, el Proyecto La Ceiba cuenta con un robusto sustento legal en los ámbitos normativo, institucional y territorial. Todas las fases, desde la contratación asociativa hasta la obtención de permisos ambientales y de construcción, se ajustan a la ley ecuatoriana, garantizando la viabilidad jurídica del proyecto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía. Ltda.

JULIO , 2026

Contenido

6. ANALISIS DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO. 103
6.1. Metodología. 103
6.1.1. Selección de Alternativas. 103
6.1.2. Justificación de alternativas seleccionadas. 105
6.1.3. Selección de criterios de Evaluación. 109
6.1.4. Asignación de Ponderaciones a los Criterios. 109
6.1.5. Evaluación de las alternativas. 112
6.2. Resultados. 114

Tabla 6-1. Alternativas planteadas para el proyecto. 103
Tabla 6-2. Análisis de alternativas para las etapas de Construcción, Operación y Mantenimiento. 105
Tabla 6-3. Criterios y sub criterios seleccionados para el análisis de alternativas 109
Tabla 6-4. Asignación de ponderaciones a Criterios de selección 110
Tabla 6-5. Asignación de ponderaciones a Sub Criterios 111
Tabla 6-6.- Significado de las calificaciones para cada subcriterio 112
Tabla 6-7. Escala detallada por rangos (1–10) para cada Subcriterio 113
Tabla 6-8. Evaluación de las alternativas. 114
Tabla 6-9. Resultados del análisis de alternativas. 115

Figura 6-1. Detalle de Alternativa A. 104
Figura 6-2. Detalle de Alternativa B. 105
Figura 6-3. Comparación de Alternativa A y B. 108

6. ANALISIS DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.

El capítulo de análisis de alternativas es una sección fundamental del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que examina diferentes opciones ya sea para el diseño, ubicación o tecnología del proyecto de energía fotovoltaica. Este análisis permite identificar la alternativa más sostenible y viable, minimizando los impactos negativos y optimizando los beneficios del proyecto.

6.1. Metodología.

Según Gómez-Limón, J. A., & Riesgo, L. (2010) el Análisis Multicriterio (AMC) es una herramienta utilizada para evaluar y comparar varias alternativas basadas en múltiples criterios. Esta metodología es especialmente útil en la evaluación de proyectos ambientales, como parte del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA). El AMC proporciona un enfoque estructurado y transparente para la toma de decisiones complejas en el contexto del análisis de alternativas. Al considerar múltiples criterios y ponderaciones, se asegura que la alternativa seleccionada sea la más equilibrada y beneficiosa en términos ambientales, socioeconómicos, técnicos y económicos.

El objetivo del Proyecto es la generación y suministro de energía eléctrica, de fuente 100% renovable y limpia a partir de la energía solar, mediante tecnología fotovoltaica. La conexión eléctrica y la evacuación de energía del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, se realizará mediante la S/E Colectora, a un nivel de voltaje de 230 kV, considerando la capacidad de la red de transmisión proyectada según los análisis técnicos realizados.

La evacuación de la energía generada por el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se realizará mediante la futura Línea de Transmisión La Ceiba–Colectora, infraestructura que no forma parte del alcance del presente Estudio de Impacto Ambiental y que será objeto de un proceso de licenciamiento ambiental independiente. En consecuencia, el presente capítulo evalúa únicamente las alternativas de implantación del parque fotovoltaico y de sus infraestructuras asociadas (sistema colector y subestación elevadora), considerando la alternativa que garantiza el cumplimiento de los márgenes de protección hídrica y la optimización del diseño del proyecto.

6.1.1. Selección de Alternativas.

En la siguiente tabla se define de manera precisa y resumida las alternativas correspondientes.

Tabla 6-1. Alternativas planteadas para el proyecto.

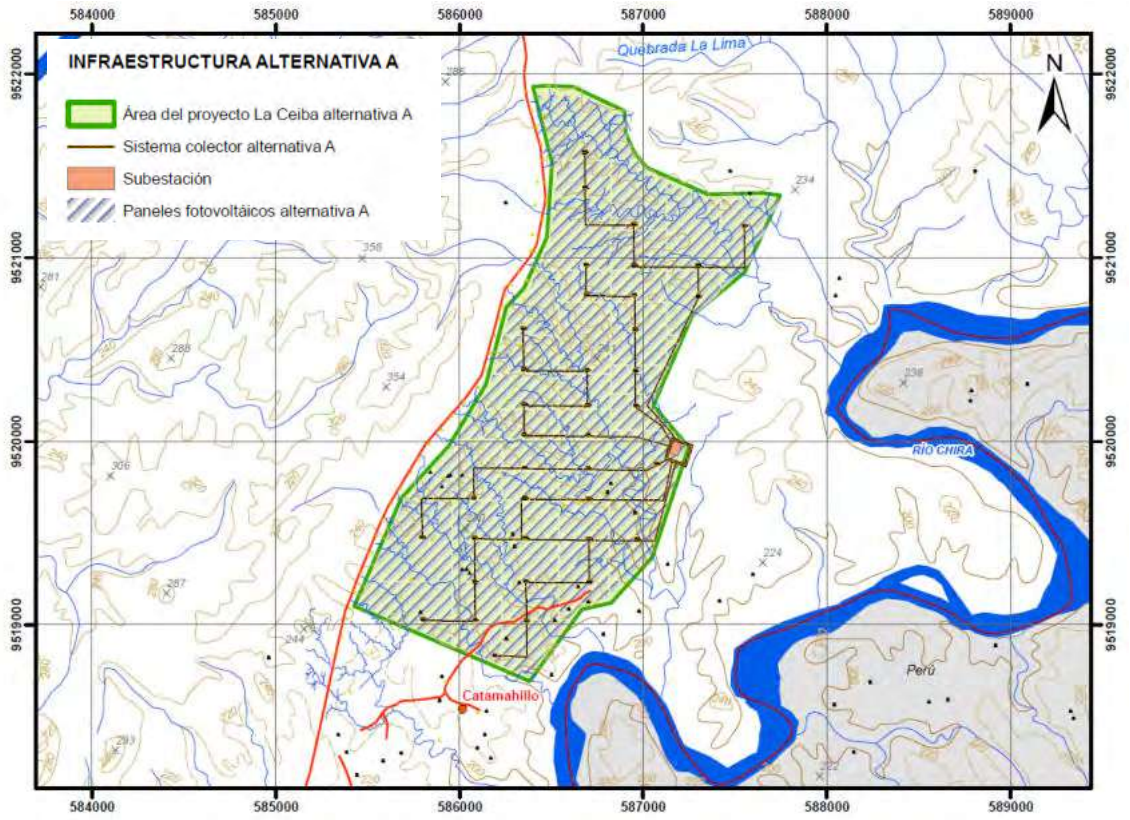
ALTERNATIVAS PLANTEADAS	DESCRIPCIÓN
ALTERNATIVA A. Construcción del proyecto fotovoltaico en 322.4 ha.	La Alternativa A contempla la implementación del proyecto fotovoltaico en una superficie de 322,4 hectáreas. No obstante, esta opción no considera el cumplimiento de los márgenes de protección establecidos para las quebradas presentes en el área de intervención. En consecuencia, aunque se ocuparía una extensión territorial menor, la infraestructura proyectada se ubicaría en proximidad inmediata a los cauces naturales.
ALTERNATIVA B.	La Alternativa B propone la ejecución del proyecto fotovoltaico, incluyendo las infraestructuras asociadas, considerando la

ALTERNATIVAS PLANTEADAS	DESCRIPCIÓN
Construcción del proyecto fotovoltaico en un área de 401,31 ha.	delimitación de zonas de resguardo en torno a las quebradas existentes. Esta disposición implica el respeto de los márgenes de protección hídrica establecidos por la normativa ambiental vigente. Como consecuencia, se requeriría una ampliación significativa de la superficie total del proyecto, debido a la necesidad de reubicar componentes fuera de las áreas de restricción, lo que incrementaría el alcance territorial de la intervención.

Elaborado: Equipo consultor, 2025.

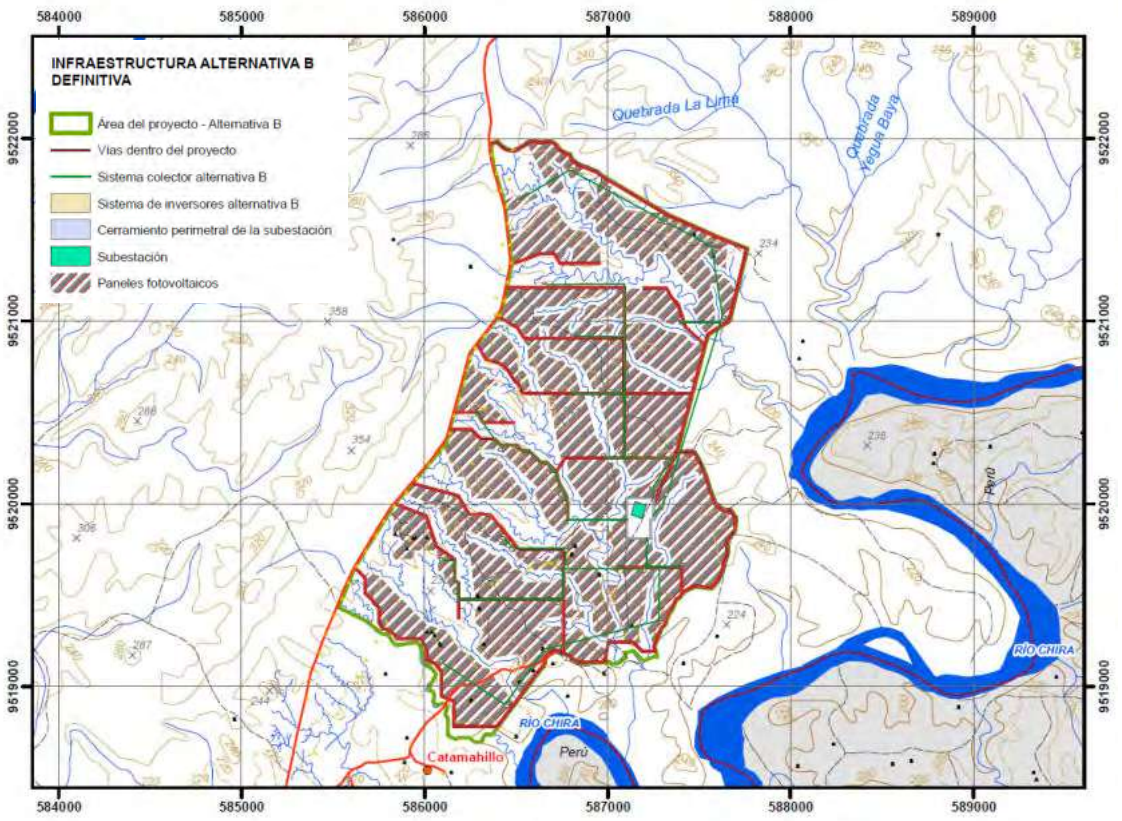
En las siguientes imágenes, se presenta la imagen satelital de las dos alternativas antes mencionadas.

Figura 6-1. Detalle de Alternativa A.



Fuente: Consultora Ambiental CGA, 2026

Figura 6-2. Detalle de Alternativa B.



Fuente: Consultora Ambiental CGA, 2025.
Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

6.1.2. Justificación de alternativas seleccionadas.

El análisis ambiental de las alternativas del Proyecto, considera los potenciales impactos ambientales (ventaja y/o desventaja) que la construcción, operación y mantenimiento generarían cada una de las alternativas sobre la base de sus características técnicas, emplazamiento y la caracterización del área de estudio.

En la siguiente tabla se muestra el análisis desarrollado en base tres criterios de priorización: técnicos, ecológicos y socio económicos.

Tabla 6-2. Análisis de alternativas para las etapas de Construcción, Operación y Mantenimiento.

ETAPA	ALTERNATIVAS PLANTEADAS	VIABILIDAD TÉCNICA	
		VENTAJAS	DESVENTAJAS
Construcción	ALTERNATIVA A	Menor superficie requerida: La ejecución del proyecto en 322,4 hectáreas implica un uso más eficiente del terreno desde el punto de vista espacial.	Riesgo de afectación a cuerpos de agua: La ubicación cercana a las quebradas podría generar impactos negativos sobre los cauces

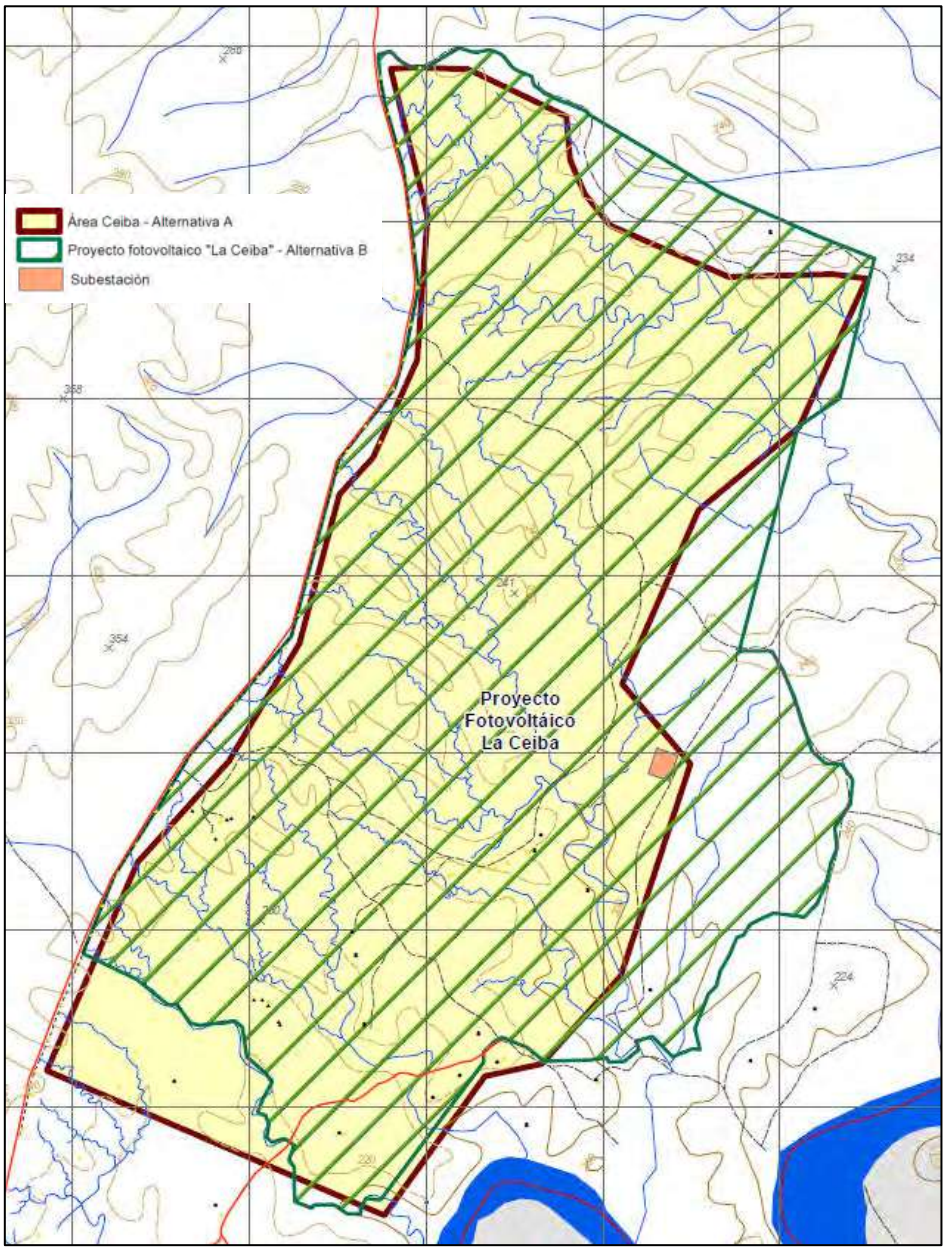
		Reducción de costos asociados al uso de suelo: Al requerir menos superficie, podrían disminuirse los costos de adquisición, preparación del terreno y mantenimiento de áreas periféricas. Optimización en la instalación de infraestructura: Una distribución más compacta facilita el tendido de cables, accesos internos y mantenimiento de la infraestructura.	naturales, especialmente en caso de crecidas o erosión. Mayor exposición a procesos erosivos e inestabilidad de suelos: Las áreas adyacentes a las quebradas suelen tener condiciones geotécnicas menos estables, lo que puede comprometer la durabilidad de la infraestructura. Incumplimiento normativo: Al no respetar los márgenes de protección, se contraviene la legislación ambiental vigente, lo que podría traducirse en sanciones, retrasos en la aprobación del proyecto o necesidad de rediseño.
			Una desventaja relevante del proyecto radica en el riesgo de afectación a la infraestructura por su proximidad a quebradas, particularmente durante la época invernal, cuando se registran precipitaciones intensas en la zona. Estas condiciones incrementan la probabilidad de inundaciones, socavación y arrastre de sedimentos, lo que podría comprometer la estabilidad de las cimentaciones y la integridad de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos.
ALTERNATIVA B		Cumplimiento de la normativa ambiental: El respeto de las zonas de resguardo asegura la viabilidad legal del proyecto y reduce los riesgos de observaciones regulatorias. Menor riesgo de impactos sobre cuerpos hídricos: La infraestructura se ubica fuera de las zonas de influencia directa de las quebradas, minimizando la	Mayor superficie requerida: El cumplimiento de los márgenes de protección obliga a expandir el área del proyecto, lo que incrementa la huella territorial. Incremento de costos logísticos y de infraestructura: Una mayor dispersión de componentes puede elevar los costos de cableado,

		posibilidad de afectaciones por eventos hidrometeorológicos. Mayor estabilidad geotécnica: Las áreas alejadas de los cauces suelen presentar mejores condiciones para cimentación y operación de estructuras.	accesos internos, monitoreo y mantenimiento. Posibles desafíos en la gestión del terreno adicional: La necesidad de adquirir o habilitar nuevas áreas puede implicar mayores tiempos de planificación y tramitación predial.
Operación y Mantenimiento	ALTERNATIVA A	Operación más centralizada: Al estar los componentes del proyecto concentrados en un área menor, se facilita la supervisión, el mantenimiento y la gestión operativa. Reducción de tiempos y costos operativos: Las distancias más cortas entre los distintos elementos del sistema (módulos, inversores, centros de control) permiten mayor eficiencia logística. Menor necesidad de infraestructura secundaria extendida: Como caminos internos, sistemas de drenaje o redes de cableado de largo alcance.	Mayor vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos: La cercanía de la infraestructura a las quebradas puede exponerla a inundaciones, erosión de suelos, socavación o desbordes, afectando la continuidad del servicio. Riesgo de deterioro acelerado de componentes: Las condiciones de humedad y sedimentación cerca de los cuerpos de agua pueden afectar la vida útil de equipos eléctricos o estructuras metálicas. Mayor carga en gestión ambiental: Será necesario implementar medidas de control más estrictas y monitoreo continuo para evitar afectaciones al medio hídrico y cumplir con obligaciones legales y normativas.
	ALTERNATIVA B	Reducción del riesgo de daño por eventos naturales: Al respetar los márgenes de protección, se disminuye la exposición de la infraestructura a inundaciones o fenómenos de remoción en masa. Mayor estabilidad operacional a largo plazo: Las instalaciones	Operación más dispersa: La mayor superficie implica mayores distancias entre componentes, lo que puede dificultar la logística operativa, inspecciones y mantenimiento correctivo. Incremento de costos operativos: Por la necesidad

	ubicadas fuera de áreas sensibles presentan menor necesidad de intervención correctiva o reforzamiento estructural. Mejor aceptación social y menor conflicto ambiental: El cumplimiento normativo y la protección de zonas hídricas favorecen una percepción positiva del proyecto durante su funcionamiento.	de mantener caminos internos más largos, redes de transmisión más extensas y una mayor área de vigilancia y limpieza. Posible incremento en el consumo de recursos: Como combustibles y personal para recorrer y operar en un territorio más amplio.

Elaborado: Equipo Consultor, 2025.

Figura 6-3. Comparación de Alternativa A y B.



En el MAPA NRO. 7 y 8 se detalla la ubicación de cada alternativa analizada.

6.1.3. Selección de criterios de Evaluación.

Se definieron criterios y subcriterios de evaluación con el propósito de analizar comparativamente las alternativas del proyecto, considerando los componentes socioambientales presentes en el área de influencia. Dichos criterios abarcan impactos ambientales específicos —como la pérdida de biodiversidad— así como aspectos económicos, sociales y técnicos relevantes para la toma de decisiones.

Entre los criterios y sub criterios seleccionados para el análisis de alternativas se tiene los siguientes:

Tabla 6-3. Criterios y sub criterios seleccionados para el análisis de alternativas

Categoría de Criterio	Criterio	Subcriterios
Ambientales	Impacto en la biodiversidad	Alteración de hábitats, especies afectadas
	Uso del suelo	Área requerida, tipo de suelo, cambios en uso
Socioeconómicos	Creación de empleo	Empleos directos e indirectos generados
	Aceptación social	Opinión de comunidades, conflictos potenciales
Técnicos	Eficiencia energética	Rendimiento del sistema, uso óptimo de recursos
	Confiabilidad	Continuidad del servicio, tasa de fallos
Económicos	Costos de instalación	Inversión inicial, equipos, infraestructura
	Costos de operación y mantenimiento	Mano de obra, insumos, reparaciones

Elaborado: Equipo Consultor, 2025.

6.1.4. Asignación de Ponderaciones a los Criterios.

Se asignaron ponderaciones a cada criterio y sub criterio con el objetivo de reflejar su importancia relativa dentro del proceso.

La ponderación se determinó mediante una metodología de consulta participativa y deliberación entre los profesionales del equipo técnico interdisciplinario. Cada especialista (ambiental, biológico y social) asignó porcentajes en función de la relevancia de cada criterio dentro de su área de experiencia y su impacto global sobre la sostenibilidad del proyecto. Posteriormente, se calculó un promedio ponderado que reflejara un consenso técnico multidisciplinario, asegurando un equilibrio entre los distintos enfoques.

La metodología aplicada pertenece al enfoque de Análisis Multicriterio para la Toma de Decisiones (MCDA, por sus siglas en inglés: Multi-Criteria Decision Analysis); es una herramienta ampliamente utilizada en la evaluación de alternativas complejas que involucran múltiples dimensiones. Dentro de este enfoque, se empleó una variante basada en la ponderación por expertos, que se asemeja al método Delphi simplificado, el cual facilita la recolección y

consolidación de valoraciones expertas de forma estructurada y transparente (Bana e Costa, C. A., & Beinat, E. (2005)).

Un aspecto clave de esta metodología es que aplica el principio de consulta interdisciplinaria, permitiendo integrar las perspectivas de profesionales con distintas especialidades técnicas, tales como el área ambiental, biológica, social y económica. Esta diversidad de enfoques enriquece el proceso de toma de decisiones, mejora su objetividad, y fortalece la transparencia y robustez de los resultados obtenidos, al considerar de manera equilibrada los impactos de cada alternativa evaluada desde múltiples dimensiones.

Para la agregación de las valoraciones individuales, se utilizó el promedio ponderado como técnica de síntesis. Esta estrategia es utilizada en contextos donde no existe jerarquía entre los participantes y donde se busca reflejar un consenso técnico, especialmente en situaciones donde no hay asimetrías marcadas en el nivel de conocimiento entre los expertos consultados.

Además, esta metodología demuestra un alto grado de adaptabilidad al contexto y a la naturaleza del proyecto. Es especialmente útil en procesos que requieren integrar criterios cualitativos y cuantitativos, como la evaluación de impacto ambiental, la planificación territorial, la selección de tecnologías sostenibles, o la formulación de políticas públicas con enfoque multisectorial.

Cada experto (ingeniero ambiental, biólogo, sociólogo) asignó valores desde su área de especialización, considerando:

- La información primaria y secundaria obtenida del proyecto y área de estudio.
- El impacto directo del proyecto sobre su campo de acción.
- Las ventajas y desventajas que justifican la selección de las alternativas utilizadas.
- La prioridad relativa en la toma de decisiones.
- Experiencia técnica y antecedentes de proyectos similares.

Luego, se calculó la ponderación final promedio, para reflejar una valoración equilibrada entre disciplinas, evitando sesgos sectoriales.

Tabla 6-4. Asignación de ponderaciones a Criterios de selección

CRITERIO	PORCENTAJE ASIGNADO POR			PONDERACIÓN
	AMBIENTAL	BIÓLOGO	SOCIOLOGO	
Ambiental	30%	30%	30%	**30%**
Socioeconómicos	20%	30%	30%	**27%**
Técnicos	25%	20%	20%	**21,5%**
Económicos	25%	20%	20%	**21,5%**
TOTAL	100%	100%	100%	**100%**

Elaboración: Equipo Consultor, 2025.

- Criterios Ambientales (30%).
- Criterios Socioeconómicos (27%).
- Criterios Técnicos (21,5%).
- Criterios Económicos (21,5%)

Los criterios ambientales recibieron el mayor peso porque el proyecto implica impactos significativos sobre el entorno natural y la biodiversidad. Esta prioridad refleja la necesidad de prevenir o mitigar daños ambientales, conforme a principios de sostenibilidad y cumplimiento normativo (como en evaluaciones de impacto ambiental).

Los criterios socioeconómicos, se valoraron altamente debido a la importancia de la aceptación social y los beneficios directos como la generación de empleo. La participación del sociólogo y la consideración de impactos comunitarios justifican esta ponderación.

En cuanto a los criterios técnicos y económicos, ambos tienen igual ponderación, dado que la confiabilidad tecnológica y la viabilidad financiera son factores habilitantes del proyecto. No son fines en sí mismos, pero sí condiciones necesarias para la ejecución y sostenibilidad.

Así mismo, se ponderó los sub criterios:

Tabla 6-5. Asignación de ponderaciones a Sub Criterios

SUBCRITERIO	PORCENTAJE ASIGNADO POR			PONDERACIÓN
	INGENIERO AMBIENTAL	BIÓLOGO	SOCIOLOGO	
Biodiversidad	15%	15%	15%	**15%**
Uso del suelo	15%	15%	15%	**15%**
Creación de empleo	13,5%	13,5%	13,5%	**13,5%**
Aceptación social	13,5%	13,5%	13,5%	**13,5%**
Eficiencia energética	10,5%	10,5%	10,5%	**10,75%**
Confiabilidad	10,5%	10,5%	10,5%	**10,75%**
Costo de instalación	10,5%	10,5%	10,5%	**10,75%**
Costo de operación y mantenimiento	10,5%	10,5%	10,5%	**10,75%**
TOTAL	**100%**	**100%**	**100%**	100%

Elaboración: Equipo Consultor, 2025.

- Impacto en la biodiversidad: 15%
- Afectaciones a cuerpos hídricos: 15%
- Creación de empleo: 13,5%
- Aceptación social: 13,5%
- Eficiencia energética: 10.75%
- Confiabilidad: 10.75%
- Costos de instalación: 10.75%
- Costos de operación y mantenimiento: 10.75%

Impacto en la biodiversidad y uso del suelo (15% cada uno): Prioritarios desde la perspectiva ambiental, ya que determinan la magnitud del daño o alteración del ecosistema.

Creación de empleo y aceptación social (13.5% cada uno): Alta valoración desde lo social, al tratarse de variables críticas para la legitimidad del proyecto.

Eficiencia energética, confiabilidad técnica, costos de instalación y de operación (10.75% cada uno): Aunque importantes, su peso relativo es menor porque no son criterios restrictivos, sino variables optimizables una vez garantizada la viabilidad ambiental y social.

6.1.5. Evaluación de las alternativas.

Para comparar objetivamente las alternativas planteadas, se aplicó una metodología de análisis multicriterio, utilizando una escala de calificación del 1 al 10. Esta escala permite cuantificar el desempeño de cada alternativa frente a criterios técnicos, económicos, sociales y ambientales, previamente definidos y ponderados.

- El valor 1 representa el desempeño más desfavorable (alto impacto, baja eficiencia o aceptación).
- El valor 10 representa el desempeño más favorable (impacto mínimo o positivo, alta eficiencia y aceptación).

Las calificaciones fueron asignadas mediante un análisis cualitativo y/o cuantitativo por parte del equipo técnico interdisciplinario. Posteriormente, cada valor se multiplicó por su peso ponderado, de forma que los resultados reflejaran tanto la magnitud del desempeño como la importancia relativa de cada subcriterio.

A continuación, se detalla el significado de las calificaciones para cada subcriterio:

Tabla 6-6.- Significado de las calificaciones para cada subcriterio

Subcriterio	Peso (%)	Valor 1 (Desempeño Muy Bajo)	Valor 10 (Desempeño Muy Alto)
a) Impacto en la biodiversidad	15%	Alto impacto negativo sobre flora y fauna	Impacto mínimo o positivo (protección o mejora de hábitats)
b) Afectaciones a cuerpos hídricos	15%	Alteración severa de cauces o márgenes	Intervención mínima, sin afectar la dinámica hídrica
c) Creación de empleo	13.5%	Generación de empleo casi nula	Alta generación de empleo directo e indirecto
d) Aceptación social	13.5%	Rechazo comunitario y riesgo de conflictividad	Alta aceptación, validación social y beneficios locales
e) Eficiencia energética	10.5%	Baja eficiencia; uso inadecuado de recursos energéticos	Óptima eficiencia; uso racional y sostenible de la energía
f) Confiabilidad	10.5%	Sistema inestable, propenso a fallos	Alta confiabilidad técnica y operativa
g) Costos de instalación	10.5%	Muy elevados, afectan la viabilidad del proyecto	Bajos, permiten implementación con menor inversión
h) Costos operación y mantenimiento	10.5%	Altos costos sostenidos en el tiempo	Bajos costos, aseguran la sostenibilidad financiera

Elaboración: Equipo Consultor, 2025

Para hacer el análisis más preciso se consideró darle a la escala valores más detallados como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6-7. Escala detallada por rangos (1–10) para cada Subcriterio

Subcriterio	1–2 (Muy bajo)	3–4 (Bajo)	5–6 (Medio)	7–8 (Alto)	9–10 (Muy alto)
Biodiversidad	Afectación grave a hábitats; pérdida irreversible de especies	Impacto significativo pero reversible; sin medidas de mitigación	Impacto controlado; mitigación parcial o compensación deficiente	Intervención mínima con medidas claras de mitigación	Sin impacto negativo; restauración ecológica o beneficio neto
Cuerpos hídricos	Modificación directa del cauce o contaminación severa	Alteración parcial de zonas de recarga o ribera sin control	Intervención leve con medidas de manejo básico	Diseño hidráulico con conservación activa	Cero afectación; protección o mejora del sistema hídrico
Creación de empleo	Empleo nulo o muy limitado, informal	Empleo temporal, sin garantías ni estabilidad	Empleo parcial o limitado al periodo de ejecución	Empleo sostenido, local y con beneficios	Empleo de calidad, con capacitación y efecto multiplicador
Aceptación social	Rechazo activo o conflicto social	Críticas frecuentes sin gestión adecuada	Aceptación moderada, pero sin participación real	Aceptación positiva con consulta previa	Alta participación y consenso comunitario
Eficiencia energética	Consumo mayor a la generación; muy baja eficiencia	Bajo rendimiento con pérdidas relevantes	Eficiencia aceptable, pero con margen de mejora	Buen rendimiento técnico con tecnología adecuada	Máxima eficiencia, innovación y mínimo consumo
Confiabilidad	Sistema fallido o no operativo	Alta tasa de fallas o interrupciones frecuentes	Estabilidad moderada con eventos previsibles	Sistema confiable con bajo riesgo de interrupciones	Sistema robusto y probado con desempeño continuo
Costo de instalación	Inversión desproporcionada; inviabilidad financiera	Costos altos sin retorno adecuado	Costos razonables con retorno mediano	Costos bajos con retorno positivo	Muy baja inversión con alto rendimiento
Costo de operación y mantenimiento	Costos insostenibles, técnicos complejos	Altos costos con necesidad de personal especializado	Costos manejables con logística local	Mantenimiento simple y económico	Bajo costo, mantenimiento autónomo o mínimo

Elaboración: Equipo Consultor, 2025

A continuación, se realizó la evaluación de las alternativas tomando en cuenta lo descrito anteriormente:

Tabla 6-8. Evaluación de las alternativas.

SUB CRITERIO	PESO PONDERADO	EVALUACIÓN ALTERNATIVA A	PUNTUACIÓN NORMALIZADA	EVALUACIÓN ALTERNATIVA B	PUNTUACIÓN NORMALIZADA
Biodiversidad	0,15	3	0,45	2	0,3
Cuerpos hídricos	0,15	2	0,3	9	1,35
Creación de empleo	0,135	6	0,81	7	0,945
Aceptación social	0,135	8	1,08	7	0,945
Eficiencia energética	0,107	9	0,963	9	0,963
Confiabilidad	0,107	10	1,07	10	1,07
Costo de instalación	0,107	6	0,642	5	0,535
Costo de operación y mantenimiento	0,107	6	0,642	5	0,535
PUNTUACIÓN GLOBAL			**5,957**		**6,643**

Elaboración: Equipo Consultor, 2025.

Para obtener la Puntuación global se procede a la sumatoria de la puntuación normalizada.

6.2. Resultados.

El análisis multicriterio aplicado a las dos alternativas evidencia diferencias relevantes en función de los subcriterios ponderados. En lo que respecta a la biodiversidad, la Alternativa A obtiene un mejor puntaje (0,45) frente a la Alternativa B (0,30), ya que ocupa una superficie menor y, en principio, ejerce menos presión territorial sobre los ecosistemas. No obstante, esta ventaja se ve contrarrestada en el subcriterio de cuerpos hídricos, donde la Alternativa B alcanza 1,35 puntos frente a los 0,30 de la A, gracias a la incorporación de franjas de protección hídrica que reducen riesgos de inundación, erosión y sanciones regulatorias, mientras que la A presenta una vulnerabilidad crítica al no considerar dichos márgenes.

En el componente socioeconómico, ambas alternativas generan empleo durante la fase de construcción y operación, aunque la Alternativa B (0,945) supera ligeramente a la A (0,81), dado que su mayor extensión territorial requiere más mano de obra para preparación, habilitación y mantenimiento. Por el contrario, en términos de aceptación social, la Alternativa A logra un mejor desempeño (1,08 frente a 0,945), atribuible a su menor huella territorial y a la percepción comunitaria de menor ocupación de tierras productivas. Sin embargo, esta ventaja podría debilitarse a largo plazo debido a su incumplimiento normativo en relación con los márgenes de protección de las quebradas.

Desde la perspectiva técnica, no se presentan diferencias significativas entre las alternativas en cuanto a eficiencia energética (0,963 para ambas) y confiabilidad (1,07 en ambos casos), puesto que utilizan la misma tecnología fotovoltaica y dependen de condiciones de radiación solar

homogéneas en la zona de estudio. Estos resultados reflejan que la selección de la alternativa no compromete el rendimiento energético ni la estabilidad operativa del sistema.

En el ámbito económico, la Alternativa A presenta una ventaja relativa en los costos de instalación (0,642 frente a 0,535) y en los costos de operación y mantenimiento (0,642 frente a 0,535), debido a que su disposición más compacta reduce la longitud de tendidos eléctricos, accesos internos y distancias de mantenimiento. En contraste, la Alternativa B requiere una mayor inversión en infraestructura y logística por la dispersión territorial de sus componentes.

Finalmente, la puntuación global de la Alternativa B (6,643) supera en 0,686 puntos a la de la Alternativa A (5,957). Este resultado confirma que, aunque la B implica un mayor uso de suelo y mayores costos económicos, ofrece un desempeño ambiental más robusto y sostenible, reduciendo riesgos normativos y garantizando una mayor estabilidad geotécnica e hídrica. Por lo tanto, la Alternativa B se configura como la opción más equilibrada y viable, priorizando la seguridad ambiental y la sostenibilidad operativa a largo plazo sobre los beneficios económicos de corto plazo de la Alternativa A.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos luego del análisis de alternativas realizado.

Tabla 6-9. Resultados del análisis de alternativas.

ALTERNATIVA VIABLE (V)	DESCRIPCIÓN
ALTERNATIVA B. Construcción del proyecto fotovoltaico y la conformación de áreas de conservación.	Con la selección de la Alternativa B, el proyecto no cambia su estructura técnica; es decir, se realizará la construcción del Parque fotovoltaico que incluye todas las facilidades y componentes para la generación esperada. La Alternativa B (401,31 ha) excede en +78,91 ha (+25 %) la superficie de A, para garantizar el respeto a los márgenes legales, reubicando infraestructura fuera de zonas de riesgo. Esta medida: Alinea el proyecto con la normativa de protección de márgenes; evita riesgos legales y penalizaciones por impactos en cauces; preserva funciones ecológicas clave: estabilización del suelo, filtrado de contaminantes como nitratos, regulación térmica y amortiguamiento de avenidas. Aunque Alternativa B requiere más terrenos, asegura integralidad legal y ambiental del diseño. La facilidad de operación se mantiene y permite una planificación de mantenimiento sin riesgo de entrar en zonas de servidumbre. Magros errores operativos cerca del cauce conllevarían mitigaciones costosas. El diseño optimizado para evitar interferencias con el cauce aporta una configuración más estable y segura a largo plazo. Mayor espacio protegido: al respetar las franjas riparias, la Alternativa B minimiza la fragmentación del hábitat y mantiene corredores ecológicos que conectan poblaciones animales y vegetales. Potencial para biodiversidad reforzada: los márgenes ribereños pueden integrarse en el ecosistema del parque mediante especies autóctonas, convirtiendo áreas

ALTERNATIVA VIABLE (V)	DESCRIPCIÓN
	adyacentes en refugio permanente para aves, insectos y mamíferos. Varias experiencias demuestran que proyectos con integración de reserva biológica duplican la riqueza de avifauna respecto a entornos colindantes no intervenidos. Mayor legitimidad social: respetar la normativa hídrica y preservar visual y funcionalmente las riberas genera confianza y favorece la aceptación pública del proyecto. Red de seguridad frente a sanciones: el costo adicional de las hectáreas extra es mínimo comparado con posibles multas o interrupciones del proyecto derivadas de infracción del hueco de protección hídrica. Retorno social: la buena gestión ambiental redundará en generación de empleo local (mantenimiento, restauración ecológica) y posible colaboración con comunidades locales para creación de infraestructuras de valorización (senderos, espacios de interpretación).

Elaborado: Equipo consultor, 2025.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía. Ltda.

JULIO , 2026

Contenido

7. DEMANDA DE RECURSOS NATURALES. 118
7.1. Determinación de fuentes de información 118

Tabla 7-1. Demanda de Recursos Naturales, Etapa de Construcción 119
Tabla 7-2.- Requerimiento de agua en la fase de construcción 120
Tabla 7-3.- Materia prima estimada durante la fase de construcción 121
Tabla 7-4. Demanda de Recursos Naturales, Etapa de Operación y Mantenimiento ... 122

7. DEMANDA DE RECURSOS NATURALES.

El análisis de demanda de recursos naturales es un componente crucial del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que evalúa la cantidad y calidad de los recursos naturales necesarios para la construcción, operación y desmantelamiento del proyecto fotovoltaico. Este análisis permite gestionar de manera eficiente y sostenible los recursos, garantizando la viabilidad del proyecto y minimizando los impactos ambientales.

En este capítulo se describe el uso y demanda de los recursos naturales para la fase de construcción operación y mantenimiento de la actividad energética, proyecto "Planta Fotovoltaica La Ceiba". Se tratará la demanda de recursos naturales por separado, es decir tanto para la etapa de construcción como para la de operación y mantenimiento.

7.1. Determinación de fuentes de información

La estimación de la demanda de recursos naturales para las distintas fases del proyecto se desarrolló mediante la integración de parámetros propios del diseño con factores técnicos derivados de fuentes secundarias, debido a la limitada disponibilidad de información específica para ciertas variables operativas. En este sentido, los cálculos se basaron en características generales del proyecto, tales como la capacidad instalada, el número de módulos, el área de implantación, la duración de las fases constructiva y operativa, y criterios generales de funcionamiento, los cuales permitieron escalar factores de consumo provenientes de literatura técnica y proyectos de referencia.

Ante la limitada disponibilidad de información detallada del proyecto para cada una de sus fases, se adoptó un enfoque basado en el uso de factores de referencia provenientes de proyectos fotovoltaicos de características comparables. Como fuente principal, se utilizó el Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental y Social de un proyecto solar de 200 MWac / 260 MWp desarrollado por AMPYR. Este documento fue seleccionado debido a que corresponde a un proyecto con condiciones similares en términos de capacidad instalada, tecnología empleada y actividades constructivas y operativas, lo que permite establecer una base de referencia coherente. Asimismo, el integra información derivada de proyectos ejecutados y estudios técnicos detallados, reflejando condiciones reales de operación. En este sentido, el uso de esta fuente permite obtener estimaciones representativas y técnicamente sustentadas.

De manera complementaria, la estimación del aprovechamiento del recurso solar se fundamentó en datos de irradiación global horizontal obtenidos del Atlas Solar del Ecuador, los cuales fueron integrados con parámetros técnicos del sistema fotovoltaico.

Es importante señalar que las estimaciones realizadas presentan un grado de incertidumbre inherente, asociado al uso de factores de referencia y a la falta de información detallada sobre variables operativas específicas. Entre las principales limitaciones se incluyen la ausencia de datos sobre la operación simultánea de equipos, la variabilidad en las condiciones de obra y las posibles diferencias en prácticas de gestión. En consecuencia, los resultados deben interpretarse como

aproximaciones representativas del orden de magnitud de la demanda de recursos, susceptibles de variación en función de las condiciones reales de ejecución y operación del proyecto.

Tabla 7-1. Demanda de Recursos Naturales, Etapa de Construcción

Recurso	Actividad asociada	Consumo estimado	Fuente de información
Agua	Obras civiles (mezclas, control de polvo, compactación), consumo doméstico y potable del personal	8.596,125 m³ (total fase construcción)	Reporte EIAS AMPYR (Tabla de requerimiento de agua en construcción)
Diésel	Operación de maquinaria pesada, transporte de materiales, montaje, generación eléctrica auxiliar	2.400 L/mes43,2 m³ (total en 18 meses)	Reporte EIAS AMPYR (Tabla 2-6, materia prima en construcción)
Áridos y pétreos	Obras civiles (hormigón, cimentaciones, nivelaciones)	No aplica (no extracción directa)	Abastecimiento externo de canteras autorizadas
Suelo	Movimiento de tierras, nivelación, rellenos internos	Reutilización interna (401,31 ha intervenidas)	Diseño del proyecto / planificación de obra

* Información suministrada por el operador del proyecto.

Nota: Datos obtenidos de Caterpillar Inc. (s.f.), Komatsu Ltd. (s.f.) y U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 2020); complementados con información del proyecto y estimaciones del equipo consultor.

Agua.

El cálculo del consumo de agua para la fase de construcción del proyecto se realizó a partir de supuestos técnicos y el uso de factores de referencia, debido a la limitada disponibilidad de información específica relacionada con los requerimientos hídricos en obra. Si bien se cuenta con una estimación del número total de trabajadores para el conjunto de la fase constructiva, no se dispone de información desagregada sobre su distribución temporal, permanencia en obra ni patrones de consumo individual. Asimismo, no se cuenta con datos detallados sobre volúmenes de agua por actividad, duración efectiva de las tareas ni demandas específicas asociadas a los distintos procesos constructivos, sanitarios y logísticos. Estas limitaciones impiden efectuar una estimación directa y precisa del consumo de agua basada en parámetros propios del proyecto.

Ante esta situación, se adoptó un enfoque basado en información secundaria proveniente de proyectos de características similares. Como fuente principal, se utilizó el Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental y Social de un proyecto solar de 200 MWac / 260 MWp desarrollado por AMPYR, específicamente la Tabla sobre el Requerimiento de agua durante la fase de construcción (Tabla 7-2). Este estudio fue seleccionado debido a su comparabilidad en términos de capacidad instalada, tipo de tecnología y naturaleza de las actividades constructivas involucradas.

Tabla 7-2.- Requerimiento de agua en la fase de construcción

TABLE 2-4 WATER REQUIREMENT DURING CONSTRUCTION PHASE (TENTATIVE)

Activity	Approximate Quantity of Water (m^3)	Source
Construction activities	4,800 m^3/year (1200 m^3 for each 50 MWac/260 MWp stage)	Groundwater with prior approval
Domestic water requirement	912.5 m^3/year	
Potable water	18.25 m^3/year	

Fuente: AMPYR Renewable Energy Resources Twelve Private Limited. (s.f.). Environmental and social impact assessment for a 200 MWac / 260 MWp solar power project in Mhasale Village, Dhule District, Maharashtra.

Los valores reportados en dicha fuente consideran el consumo de agua asociado a diversas actividades propias de la fase constructiva, incluyendo el uso en obras civiles (preparación de concreto, control de polvo, compactación de suelos), así como el consumo doméstico y potable requerido para el personal en obra. En este sentido, la información integra tanto los requerimientos operativos como los asociados al bienestar del personal, reflejando condiciones representativas de proyectos ejecutados.

A partir de esta referencia, se adoptó un factor de consumo de 5.730,75 m^3/año para un proyecto de 200 MW de capacidad instalada. Este valor fue ajustado en función de las características del presente proyecto, obteniendo un consumo total estimado de 8.596,125 m^3 de agua durante la fase de construcción. Esta estimación contempla la totalidad de los usos previstos, incluyendo actividades constructivas, consumo doméstico y provisión de agua potable.

Es importante señalar que la estimación presenta un grado de incertidumbre inherente, debido al uso de factores de referencia en lugar de información específica del proyecto. Entre las principales limitaciones se encuentran la falta de información detallada sobre la distribución real de la mano de obra en el tiempo, las condiciones operativas en campo, las variaciones en la intensidad de las actividades constructivas y las posibles diferencias en prácticas de gestión hídrica. Asimismo, la extrapolación de datos desde un proyecto de referencia implica asumir condiciones similares que podrían no reproducirse exactamente en el presente caso. En consecuencia, los valores obtenidos deben interpretarse como una aproximación del orden de magnitud del consumo esperado, susceptible de variación en función de la planificación final de obra, la eficiencia en el uso del recurso y las condiciones específicas de ejecución del proyecto.

Combustibles fósiles (Diésel).

El cálculo del consumo de diésel para la fase de construcción del proyecto se realizó a partir de supuestos técnicos, debido a la ausencia de información específica relacionada con el tiempo de operación de la maquinaria y equipos. Si bien el proyecto contempla un listado de los equipos a utilizar en las distintas etapas constructivas, no se dispone de variables clave como horas efectivas de trabajo, frecuencia de uso, simultaneidad de operación o rendimiento específico de cada

equipo, las cuales son necesarias para desarrollar una estimación directa y precisa del consumo de combustible.

Ante esta limitación, se adoptó un enfoque basado en el uso de factores de referencia provenientes de proyectos similares, con el fin de obtener una aproximación representativa del consumo esperado. En este contexto, se utilizó como fuente principal el Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental y Social de un proyecto solar de 200 MWac / 260 MWp desarrollado por AMPYR, específicamente la Tabla 2-6 ("Materia prima estimada durante la fase de construcción") del Anexo 4-2. Este estudio fue seleccionado debido a que corresponde a un proyecto con características técnicas comparables, tanto en capacidad instalada como en tipo de tecnología y actividades constructivas involucradas.

Tabla 7-3.- Materia prima estimada durante la fase de construcción

TABLE 2-6 RAW MATERIAL ESTIMATED DURING CONSTRUCTION PHASE

Particular	Quantity (tonnes/month) for each 50 MWac stage	
	Peak	Average
Cement	700 T/month	300 T/month
Stone	14000 m^3	2000 m^3
Steel	300 T/month	63 T/month
Sand	1000 Cum	300 T/month
Bitumen	10,000 L	-
Fuel	1000 L month	500 L/month
Water	1000 KL/month	**600** 600 KL/month

Fuente: AMPYR Renewable Energy Resources Twelve Private Limited. (s.f.). Environmental and social impact assessment for a 200 MWac / 260 MWp solar power project in Mhasale Village, Dhule District, Maharashtra.

Asimismo, los valores reportados en dicho documento se basan en información consolidada a partir de proyectos ejecutados, lo que implica que reflejan condiciones reales de operación, incluyendo el uso efectivo de maquinaria pesada, logística de transporte y requerimientos energéticos asociados a la construcción. En este sentido, el uso de este tipo de referencia permite reducir la incertidumbre asociada a estimaciones teóricas, al apoyarse en datos empíricos representativos de proyectos similares.

En términos operativos, el diésel será utilizado principalmente como fuente de energía para el funcionamiento de maquinaria pesada y equipos auxiliares durante la fase de construcción. Esto incluye actividades de movimiento de tierras (excavadoras, bulldozers, motoniveladoras y compactadores), transporte de materiales (camiones volquete y vehículos de carga), montaje de estructuras (grúas y plataformas elevadoras), ejecución de obras civiles y eléctricas, así como el suministro de energía mediante generadores. Adicionalmente, se considera el consumo asociado a la logística de obra, incluyendo el desplazamiento de personal y equipos mediante vehículos livianos.

A partir de esta fuente, se adoptó un factor de consumo de 600 litros de diésel por mes por cada 50 MW de capacidad instalada. Este valor fue escalado a la capacidad total del proyecto (200 MW), equivalente a cuatro bloques de 50 MW, obteniendo un consumo mensual estimado de 2.400 litros de diésel. Posteriormente, este valor fue multiplicado por la duración de la fase constructiva, estimada en 18 meses, lo que resulta en un consumo total de 43,2 m³ de diésel durante dicha etapa.

Es importante señalar que la estimación realizada presenta un grado de incertidumbre inherente, debido al uso de factores de referencia en lugar de datos específicos del proyecto. Entre las principales limitaciones se encuentran la falta de información detallada sobre el número real de equipos operando simultáneamente, las horas efectivas de trabajo, las condiciones operativas en campo y las posibles variaciones en la logística de construcción. Asimismo, la aplicación de un factor promedio derivado de un proyecto de referencia implica asumir condiciones similares que podrían no reproducirse exactamente en el presente caso. En consecuencia, los valores obtenidos deben interpretarse como una aproximación del orden de magnitud del consumo esperado, susceptible de variación en función de la planificación final de obra, la eficiencia de los equipos y las condiciones específicas de ejecución del proyecto.

Áridos y pétreos

El Proyecto y sus actividades, no contemplan extraer o explotar recursos como áridos o pétreos, para ello se procederá a la compra de estos materiales en áreas autorizadas en áreas mineras cercanas.

Suelo

El proyecto contempla como área geográfica una superficie de 401,31 ha.; para la conformación del área del parque fotovoltaico se empleará el suelo excavado para relleno en otras áreas. No será necesario la adquisición de suelo de préstamo de otras áreas. Cabe recalcar que se almacenará el suelo orgánico para futura restauración de áreas degradadas.

Tabla 7-4. Demanda de Recursos Naturales, Etapa de Operación y Mantenimiento

Recurso	Actividad asociada	Consumo estimado	Fuente de información
Agua	Limpieza de módulos fotovoltaicos; uso doméstico y potable del personal	1.856,89 m³/año43.636,915 m³ (vida útil)	Reporte EIAS AMPYR (Proyecto 200 MWac / 260 MWp)
Radiación solar	Generación de energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos	2.050 kWh/m²·año (GHI)≈ 373 GWh/año (generación total)	Atlas Solar del Ecuador; supuestos técnicos (eficiencia 20 %, PR 0,82)

* Información suministrada por el operador del proyecto.

Nota: Datos obtenidos de Turney y Fthenakis (2011) y U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 2020); complementados con información del proyecto y estimaciones del equipo consultor.

Agua

La demanda del recurso hídrico durante la fase de operación del Parque Fotovoltaico La Ceiba se asocia principalmente a las actividades de mantenimiento de las instalaciones, siendo la limpieza periódica de los módulos fotovoltaicos el uso más representativo. Adicionalmente, se considera el consumo de agua para uso doméstico y potable del personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema.

En términos generales, la fase operativa de sistemas fotovoltaicos se caracteriza por requerimientos relativamente bajos de recursos en comparación con la fase de construcción. No obstante, el consumo de agua constituye el flujo más relevante dentro de esta etapa, debido a la necesidad de mantener la eficiencia de los módulos mediante su limpieza regular, especialmente en condiciones ambientales donde la acumulación de polvo o partículas puede afectar el rendimiento del sistema.

Igualmente, debido a la ausencia de datos específicos del proyecto respecto a frecuencias de limpieza, volúmenes de agua por intervención y dotación operativa de personal, la estimación del consumo hídrico se realizó a partir de factores de referencia provenientes de proyectos de características similares. En este contexto, se utilizó como fuente el Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental y Social de un proyecto solar de 200 MWac / 260 MWp desarrollado por AMPYR, el cual proporciona valores representativos de consumo de agua en la fase operativa.

A partir de esta referencia, se adoptó un consumo anual de 1.856,89 m³/año, que integra tanto el uso para limpieza de paneles como el consumo doméstico y potable. Este valor fue proyectado a lo largo de la vida útil del sistema, obteniendo un consumo acumulado de 43.636,915 m³.

Es importante señalar que esta estimación presenta un grado de incertidumbre inherente, debido al uso de factores de referencia en lugar de información específica del proyecto. Entre las principales limitaciones se incluyen la falta de definición detallada de los protocolos de limpieza, la frecuencia real de mantenimiento, las condiciones climáticas locales que pueden influir en la demanda de limpieza, así como la cantidad efectiva de personal en operación. En consecuencia, los valores obtenidos deben interpretarse como una aproximación representativa del orden de magnitud del consumo hídrico durante la fase operativa, susceptible de variación en función de las condiciones reales de operación y las estrategias de gestión implementadas.

- *Origen del agua destinada a las actividades de limpieza de paneles y al consumo de los trabajadores.*

De acuerdo con la información proporcionada por el operador del proyecto, las actividades de limpieza de los módulos fotovoltaicos serán ejecutadas por una empresa particular especializada en operación y mantenimiento de plantas fotovoltaicas, la cual será contratada previo al inicio de la fase de operación del proyecto, sin que se pueda proporcionar mayor detalle del sistema de contratación utilizado.

En virtud de que, a la fecha de elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental, el proceso de contratación de dicha empresa aún no ha sido ejecutado, no es posible definir de manera específica la fuente de abastecimiento de agua que será utilizada durante las labores de limpieza. La selección de esta fuente dependerá de la propuesta técnica presentada por el contratista, considerando aspectos como disponibilidad del recurso, cercanía al proyecto, viabilidad operativa, calidad del agua y cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

El abastecimiento de agua para la limpieza de los módulos fotovoltaicos se realizará mediante tanqueros contratados a proveedores legalmente autorizados. Como requisito contractual obligatorio, la empresa encargada de la operación y mantenimiento deberá presentar al operador del proyecto una propuesta técnica que identifique la fuente de abastecimiento del recurso hídrico, acompañada de la documentación que acredite el origen legal del agua, las autorizaciones emitidas por la autoridad competente, los análisis de calidad que demuestren su idoneidad para la limpieza de los paneles y las medidas previstas para el uso eficiente del recurso hídrico, previo al inicio de las actividades de operación y mantenimiento.

Dicha propuesta deberá incluir, como mínimo:

- La identificación y ubicación de la fuente de abastecimiento.
- Los resultados de los análisis de calidad del agua que demuestren su idoneidad para la limpieza de módulos fotovoltaicos, considerando parámetros que puedan afectar la eficiencia y vida útil de los paneles.
- La acreditación del origen legal del recurso hídrico, mediante la Autorización de Aprovechamiento Productivo del Agua emitida por el Ministerio de Ambiente y Energía.
- Los procedimientos de uso eficiente del agua y las medidas ambientales destinadas a prevenir afectaciones al recurso hídrico durante la ejecución de las actividades de limpieza.

Esta modalidad garantiza que la decisión sobre la fuente de abastecimiento se adopte con base a criterios técnicos, ambientales y legales actualizados al momento de la operación del proyecto, permitiendo seleccionar la alternativa que represente el menor impacto ambiental y que cumpla con todos los requisitos establecidos por la autoridad competente. Asimismo, asegura que ninguna actividad de captación o utilización del recurso hídrico se realizará sin contar previamente con la documentación técnica y las autorizaciones correspondientes.

Por otro lado, durante la fase de operación, el agua destinada al consumo humano del personal será abastecida mediante la adquisición de agua potable tratada, suministrada por proveedores autorizados, en botellones, bidones u otros recipientes aptos para consumo humano. Esta modalidad garantiza la disponibilidad permanente de agua que cumpla con los requisitos de calidad establecidos en la normativa vigente, evitando la necesidad de implementar sistemas propios de captación, tratamiento o potabilización dentro del proyecto. El operador del proyecto verificará que el proveedor cuente con las autorizaciones correspondientes para la comercialización de agua destinada al consumo humano y mantendrá registros de adquisición como respaldo del origen legal del recurso.

Radiación solar

Durante esta fase, el único recurso natural y renovable que el Proyecto explotará es el recurso solar, necesario para el funcionamiento del parque y la generación de energía.

La radiación solar incidente sobre los módulos fotovoltaicos fue estimada a partir de valores de irradiación global horizontal (GHI) representativos del área del proyecto, adoptándose para un escenario P50 un valor promedio de 2.050 kWh/m²·año, en concordancia con fuentes como el Atlas Solar del Ecuador.

A partir de este valor, la energía solar incidente por módulo se calculó considerando el área efectiva de cada panel fotovoltaico (2,77 m²), obteniéndose una captación energética aproximada de 5.679 kWh/año por panel, la cual representa el potencial bruto de energía disponible.

Para estimar la energía eléctrica generada en condiciones P50 (como lo menciona el proyecto), se incorporó una eficiencia de conversión de los módulos fotovoltaicos del 20 %, valor representativo de tecnologías comerciales actuales de silicio cristalino. En consecuencia, la producción eléctrica anual por panel se estima en:

- 5.679 kWh/año × 0,20 ≈ 1.136 kWh/año por módulo

Adicionalmente, al considerar las pérdidas globales del sistema mediante un Performance Ratio (PR) de 0,82 —el cual integra efectos por temperatura, inversores, cableado, suciedad y otras ineficiencias operativas—, la generación neta por panel resulta:

- 1.136 kWh/año × 0,82 ≈ 932 kWh/año por módulo

En función del total de 400.088 paneles proyectados, la generación anual estimada del parque fotovoltaico en escenario P50 es del orden de:

- 932 kWh/año × 400.088 ≈ 372.883.000 kWh/año
- ≈ 373 GWh/año

Este valor corresponde a un escenario de generación más probable y técnicamente representativo y está en concordancia con la generación esperada para el proyecto que es e ~396,5 GWh/año.

Adicionalmente al recurso solar, el Proyecto no considera la extracción o explotación de ningún otro recurso natural existente en el sector de emplazamiento.

Generación de efluentes

La construcción, operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico La Ceiba generan efluentes líquidos asociados principalmente a aguas residuales domésticas del personal y, en menor medida, a actividades de limpieza de paneles durante la fase operativa. Dado que el proyecto no

contempla procesos industriales, no se prevé la generación de efluentes líquidos de carácter industrial o altamente contaminante, por lo que los efluentes generados corresponden a aguas residuales de tipo doméstico, susceptibles de ser gestionadas mediante sistemas convencionales de tratamiento.

Para la fase de construcción, la generación de aguas residuales domésticas fue estimada a partir del consumo de agua previamente determinado para esta etapa (8.596,125 m³ en total), aplicando un factor de retorno del 85 %, el cual representa la fracción del agua consumida que se convierte en efluente. Este rango se fundamenta en literatura técnica y guías de organismos internacionales, como la United States Environmental Protection Agency (EPA) y el Banco Mundial, que establecen que entre el 80 % y el 90 % del agua consumida en usos domésticos retorna como efluente. En este contexto, se adoptó un valor intermedio representativo del 85 %.

En este sentido, se obtiene un volumen total estimado de 7.306,71 m³ de aguas residuales durante toda la fase constructiva. Considerando una duración de 18 meses (aproximadamente 540 días), esto equivale a un caudal promedio de 13,53 m³/día.

Cabe señalar que, en términos operativos, el volumen real de efluentes generados podría ser menor debido al uso de baterías sanitarias portátiles de tipo industrial, las cuales optimizan el consumo de agua mediante sistemas de bajo volumen (aproximadamente 20 a 30 L/persona/día) y el uso de aditivos químicos para el control de olores y degradación de materia orgánica. Por tanto, el valor estimado corresponde a un escenario conservador basado en consumos teóricos.

Para la fase de operación, la generación de aguas residuales se estimó a partir del consumo total de agua proyectado para esta etapa (43.636,915 m³), igualmente aplicando un factor de retorno del 85 %. Como resultado, se obtiene un volumen total de 37.091,38 m³ de aguas residuales a lo largo de la vida útil del proyecto. Este valor, distribuido en el periodo operativo, representa caudales significativamente menores en términos diarios, debido a la reducción sustancial del personal y a la naturaleza no intensiva de las actividades.

En todos los casos, los efluentes generados corresponden principalmente a aguas de origen sanitario, con una baja carga contaminante en comparación con efluentes industriales. Para su manejo, se prevé la implementación de sistemas de tratamiento adecuados, como biodigestores permitiendo la remoción eficiente de materia orgánica, sólidos suspendidos y patógenos.

El efluente tratado podrá ser dispuesto de forma segura al ambiente o reutilizado en actividades secundarias, como el riego de áreas verdes, siempre que cumpla con los parámetros establecidos en la normativa ambiental vigente.

Bibliografía

Ampyr Renewable Energy Resources Twelve Private Limited. (s.f.). *Environmental and social impact assessment for a 200 MWac / 260 MWp solar power project in Mhasale Village, Dhule District, Maharashtra*.

Banco Mundial. (2017). *EHS guidelines: Environmental, health, and safety guidelines*. World Bank Group.

Frischknecht, R., Wyss, F., Büsser Knöpfel, S., Lützkendorf, T., & Balouktsi, M. (2020). *Cumulative energy demand in LCA: The energy harvested approach*. International Journal of Life Cycle Assessment.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. IPCC.

International Organization for Standardization (ISO). (2006). *ISO 14044: Environmental management—Life cycle assessment—Requirements and guidelines*. ISO.

United States Environmental Protection Agency (EPA). (2002). *Onsite wastewater treatment systems manual*. U.S. EPA.

Vidal, R., Martínez, P., & Sánchez, J. (2017). *Life cycle assessment of photovoltaic systems: A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía. Ltda.

JULIO , 2026

Contenido

8. LÍNEA BASE. 130

8.1. COMPONENTE FÍSICO. 130

8.1.1. Clima. 130

8.1.2. Geología. 161

8.1.3. Hidrogeología del área. 164

8.1.4. Geomorfología. 168

8.1.5. Hidrología. 170

8.1.6. Calidad del Agua 173

8.1.7. Calidad del aire 179

8.1.8. Ruido Ambiental 183

8.1.9. Edafología. 188

8.1.10. Conclusiones 199

8.1.11. Recomendaciones 200

Tabla 8-1-1. Relleno de los valores de la base de datos del INAMHI (precipitación). ... 142
Tabla 8-1-2. Valores del modelo realizado según Open-Meteo API (precipitación). 142
Tabla 8-1-3. Relleno de los valores de la base de datos del INAMHI (temperatura). ... 143
Tabla 8-1-4. Valores del modelo realizado según Open-Meteo API (temperatura)..... 143
Tabla 8-1-5. Distribución mensual estimada (en kWh/m²-día): 148
Tabla 8-1-6. Datos de estacionalidad del viento predominante del proyecto. 153
Tabla 8-1-7. Anomalías climáticas identificadas en el periodo 2010 - 2024 158
Tabla 8-1-8. Unidades Geológicas del proyecto. 164
Tabla 8-1-9. Hidrogeología del área del proyecto 166
Tabla 8-1-10. Unidades geomorfológicas identificadas en el proyecto. 168
Tabla 8-1-11. Datos del monitoreo de calidad del agua efectuado. 174
Tabla 8-1-12. Puntos de ubicación del monitoreo de calidad del agua. 174
Tabla 8-1-13. Resultados del monitoreo de calidad del Agua (Quebrada del Pueblo): aguas arriba 177
Tabla 8-1-14. Especificaciones del Monitoreo Ambiental de Calidad de Aire Ambiente. 180
Tabla 8-1-15. Ubicación del monitoreo de calidad del aire. 181
Tabla 8-1-16. Metodología aplicada en el monitoreo de calidad del aire. 182
Tabla 8-1-17. Resultados del monitoreo de calidad del aire (AÑO 2025). 182
Tabla 8-1-18. Límites máximos permisibles: AM 097 A. 185
Tabla 8-1-19. Especificaciones técnicas del Equipo utilizado para medición de ruido ambiental 185

Tabla 8-1-20. Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido ambiental..... 186
Tabla 8-1-21. Condiciones meteorológicas de los puntos monitoreados. 186
Tabla 8-1-22. Resultados de monitoreo de ruido. 187
Tabla 8-1-23. Capacidad del uso del suelo..... 190
Tabla 8-1-24. Coordenadas de los puntos de muestreo en el área del parque fotovoltaico (2025). 197
Tabla 8-1-25. Resultados muestreo de suelos 198

Figura 8-1-1. Diagrama Ombrotérmico del proyecto. 139
Figura 8-1-2. Climograma comparativo del proyecto. 139
Figura 8-1-3. Balance hídrico mensual del proyecto. 140
Figura 8-1-4. Precipitación anual. 145
Figura 8-1-5. Mapa de calor del factor Precipitación por estación meteorológica. 145
Figura 8-1-6. Temperatura media anual. 146
Figura 8-1-7. Mapa de Calor del Factor Temperatura del proyecto. 148
Figura 8-1-8. Humedad relativa anual..... 149
Figura 8-1-9. Correlación entre precipitación vs Humedad Relativa..... 150
Figura 8-1-10. Mapa de calor del factor Humedad Relativa. 150
Figura 8-1-11. Velocidad media anual del viento. 151
Figura 8-1-12. Dirección predominante del viento. 152
Figura 8-1-13. Frecuencia del viento por cuadrantes del proyecto. 154
Figura 8-1-14. Velocidad Horaria promedio del viento. 154
Figura 8-1-15. Velocidad media mensual del viento. 155
Figura 8-1-16. Radiación solar global mensual del proyecto. 156
Figura 8-1-17. Comparación de radiación solar (Horizontal vs inclinada)..... 157
Figura 8-1-18. Mapa de calor del factor Radiación solar 158
Figura 8-1-19. Anomalías climáticas interanuales identificadas (Temperatura y precipitación) 159
Figura 8-1-20. Comportamiento anual climático 159
Figura 8-1-21. Tendencias climáticas 160
Figura 8-1-22. Geología del proyecto La Ceiba 162
Figura 8-1-23. Modelo 3D simplificado del proyecto La Ceiba 163
Figura 8-1-24. Hidrogeológía del área del proyecto. 165
Figura 8-1-25. Esquema Hidrogeológico del área del proyecto. 166
Figura 8-1-26. Modelo Digital de Elevación (DEM) simulado del Proyecto La Ceiba 167
Figura 8-1-27. Mapa de Unidades geomorfológicas del proyecto. 169
Figura 8-1-28. Mapa de cuencas hidrográficas del proyecto. 171
Figura 8-1-29. Curva Hipsométrica del proyecto La Ceiba 172
Figura 8-1-30. Mapa de Tipo de suelo del área del proyecto. 189
Figura 8-1-31. Curvas granulométricas del proyecto fotovoltaico. 191
Figura 8-1-32. Mapa interpolado de porcentaje de contenido de arena en el proyecto 192
Figura 8-1-33. Perfil edafológico del proyecto La Ceiba 192
Figura 8-1-34. Interpolación del parámetro pH en el área del proyecto. 193
Figura 8-1-35. Representación de la salinidad del suelo en el área del proyecto. 194
Figura 8-1-36. Aptitud del suelo para uso fotovoltaico..... 195

8. LÍNEA BASE.

8.1. COMPONENTE FÍSICO.

El componente físico dentro de un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) comprende la caracterización detallada de los elementos del medio abiótico, tales como geología, geomorfología, suelos, clima, hidrología, hidrogeología, aire y calidad ambiental, necesarios para entender el estado actual del entorno y evaluar posibles impactos derivados de proyectos o actividades (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2021). Según el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (COA), este análisis debe contemplar las interrelaciones de estos factores con los componentes biótico y socioeconómico, considerando aspectos como vulnerabilidad, capacidad de carga, fragilidad y resiliencia ambiental (República del Ecuador, 2019).

El Reglamento al COA establece como obligación de los titulares de proyectos someterse a un proceso de evaluación ambiental previa, que permita identificar, prevenir, mitigar, controlar y compensar impactos negativos significativos sobre el ambiente físico, bajo criterios de integralidad y precautela (República del Ecuador, 2019). En este marco, el componente físico se convierte en la base para modelar escenarios de alteración del paisaje natural, dinámica de procesos superficiales y subterráneos, estabilidad de laderas y calidad de recursos como agua, suelo y aire, permitiendo tomar decisiones informadas sobre la viabilidad ambiental de las intervenciones (República del Ecuador, 2019).

La Guía Técnica para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental publicada por el MAATE (2021) define que la caracterización física debe elaborarse con base en datos secundarios actualizados, validación en campo y cartografía temática, integrando parámetros cuantitativos y cualitativos que faciliten una lectura técnico-científica y normativa del territorio. Además, esta línea metodológica garantiza que el componente físico sea abordado como un soporte fundamental en la evaluación de impactos y no solo como un levantamiento descriptivo.

8.1.1. Clima.

El componente climático constituye un factor determinante en la caracterización del medio físico dentro de un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), ya que influye directamente en la dinámica de los ecosistemas, la gestión del recurso hídrico, los procesos erosivos, la eficiencia energética y la vulnerabilidad de la infraestructura. Su análisis permite identificar restricciones, riesgos climáticos y oportunidades técnicas para una implementación ambientalmente compatible del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba (MAATE, 2021).

La zona de intervención se encuentra dentro del piso climático árido tropical, caracterizado por precipitaciones anuales entre 220 y 875 mm, concentradas en el primer trimestre del año, y una prolongada estación seca entre mayo y noviembre. El índice de aridez de De Martonne, calculado con datos del período 2010–2024, es de aproximadamente 17, lo que clasifica a la región como árida, condición que condiciona tanto la vegetación como la recarga hídrica y la ejecución de obras civiles (INAMHI, 2023; Maldonado, 2007).

La temperatura media anual se mantiene entre 25,5 °C y 27,5 °C, con registros máximos que superan los 37 °C en años extremos como 2015 y 2023. La radiación solar global es elevada, con

promedios anuales superiores a 5,5 kWh/m²-día y máximos mensuales cercanos a 6,5 kWh/m²-día en la estación seca, lo que posiciona a esta zona como óptima para el aprovechamiento fotovoltaico. Sin embargo, estas condiciones exigen considerar adaptaciones frente a riesgos como el sobrecalentamiento de módulos y acumulación de partículas (CONELEC, 2008; Álvarez et al., 2018).

A lo largo del período analizado se han identificado eventos climáticos extremos de origen natural que pueden representar amenazas para la infraestructura del proyecto, tales como sequías prolongadas (2016, 2020), lluvias intensas (2012, 2023) y olas de calor. Estos fenómenos, agravados por la variabilidad climática regional, justifican la incorporación de medidas de prevención, adaptación y monitoreo climático en el Plan de Manejo Ambiental (IPCC, 2021; Villamarín, 2024).

A continuación, se presenta el análisis de las variables climáticas relevantes en el área del proyecto "La Ceiba", a partir de los registros de las estaciones climatológica Zapotillo (M151) y pluviométrica Saucillo-Alamorén (M437), según los datos oficiales sistematizados en el PDOT Zapotillo, INAHMI y otras fuentes bibliográficas como fuentes satelitales (Open Meteo[1]).

8.1.1.1. Metodología.

El Instituto Nacional de Meteorología e hidrología (INAMHI) es el ente rector de la meteorología e hidrología en el país, por tal motivo y, considerando que existe un sinnúmero de proyectos relacionados al ambiente que de una u otra manera pueden ocasionar impactos de distinto índole, necesitan de datos climáticos que describan el comportamiento temporal y espacial de las distintas variables meteorológicas; por tal motivo es primordial considerar la información meteorológica que genera esta Entidad del Estado, lamentablemente con el pasar de los años la misma ha ido decreciendo tanto en cantidad como en canlidad por lo que las series históricas han sufrido serias rupturas de información; por tal motivo se ha procedido a realizar el relleno de las series de precipitación y temperatura media en base a los datos disponibles en función del método estadístico determinado.

Para el presente análisis se utilizaron datos de estaciones climatológicas del INAMHI (M151 y M437), complementados con fuentes satelitales (OPEN METEO) y cartografía climática del MAE. Se aplicaron los siguientes criterios metodológicos por variable:

- Precipitación: Datos mensuales y anuales fueron extraídos de la estación M437. Para completar vacíos se utilizaron datos GPM (Global Precipitation Measurement) y OPEN METEO ajustados con la media móvil 2010-2020. Se estimaron valores máximos y mínimos y desviación estándar para detectar anomalías.
- Temperatura: Se utilizaron registros de la estación M151 e informes de INAMHI. La tendencia fue estimada mediante regresión lineal simple para determinar el incremento promedio anual. Se incluyeron extremos térmicos por año y amplitud térmica mensual.

[1] Open-Meteo es una API meteorológica de código abierto y ofrece acceso gratuito para uso no comercial. https://open-meteo.com/

- **Humedad relativa**: Se identificó el ciclo estacional con media móvil mensual y valores extremos por temporada seca y húmeda.
- **Velocidad y dirección del viento**: Las direcciones fueron sintetizadas en frecuencias por cuadrantes cardinales y representadas mediante *wind rose*. La velocidad se interpretó en la escala de Beaufort y comparada con datos de validación satelital (ERA5).
- **Radiación solar**: Estimada a partir de productos de reanálisis de OPEN - METEO (irradiancia diaria) y Atlas Solar del CONELEC. Se tabuló la radiación media mensual y se graficó el ciclo anual. Se incluyó heliofanía y porcentaje de días despejados según turbidez atmosférica.
- **Clasificación climática**: Se utilizó la metodología de Holdridge, mapas de isoyetas e isotermas (MAATE 2021) y se verificó la cobertura del 100% del proyecto dentro del tipo "subhúmedo seco megatérmico".

Todos los datos fueron analizados en planillas Excel y verificados contra bases oficiales del PDOT Zapotillo (2024), cartografía INAMHI e informes del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto La Ceiba (CELEC EP).

Variable	Serie utilizada
Normales climatológicas	1991–2020
Tendencias recientes	2010–2024
Validación estadística	2005–2011

- **Metodología para el relleno de datos meteorológicos.**

La información proporcionada por el INAMHI de la estación meteorológica M0151 – Zapotillo (Ver Anexo 8-1-1) tiene datos a partir de 1980 misma que hasta el año 2011 es relativamente continua, a partir del año 2012 es muy notoria la falta de información en el transcurso de un mismo año calendario sino que también durante casi cinco años consecutivos como lo es entre el período 2016 al 2020, en tal sentido y, en vista de que en la zona no existen otras estaciones meteorológicas, se ha procedido a obtener datos generados de una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API), misma que utiliza información producto del reanálisis de los más recientes modelos meteorológicos y los actualmente más avanzados y desarrollados. Esta API esta bajo el dominio de Open-Meteo[2].

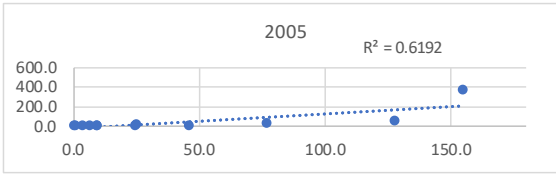
Con el propósito de obtener normales climatológicas tanto de precipitación como de temperatura media que permitan entender su variación interanual, en un principio se procedió a contabilizar el porcentaje de información disponible para el período 2001-2020 dando como resultado un 62.1% de datos disponibles y consecuentemente el 37.9% de datos faltantes, esto en lo que respecta a la variable de precipitación, mientras que para la temperatura media el porcentaje con datos disponibles es del 50.8% y del 49.2% de ausencia de los mismos; en el período 1991-2020 el porcentaje de datos registrados se incrementa para la variable de precipitación ubicándose en

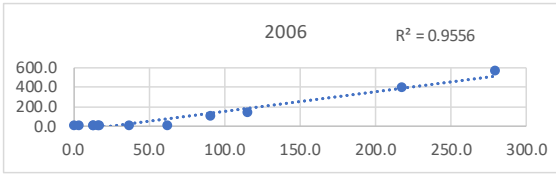
[2] Open-Meteo es una API meteorológica de código abierto y ofrece acceso gratuito para uso no comercial. https://open-meteo.com/

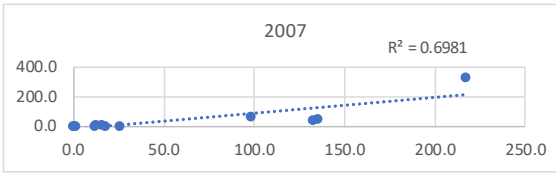
el 71.1%, el restante 28.9% corresponde a la carencia de los mismos; en cuento a la temperatura media estos son del 56.9% y 43.1% respectivamente. En base a esta consideración se optó por utilizar la serie 1991-2020 ya que la cantidad de datos faltantes para ser rellenados es menor tanto para la precipitación como para la temperatura media.

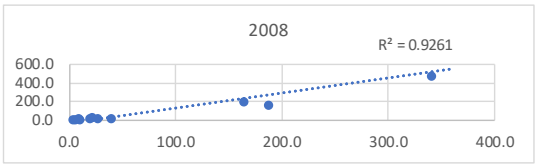
Desde el punto de vista técnico no es aconsejable realizar relleno de datos cuando en la serie en cuestión se supera el 25% de datos faltantes pero debido a la necesidad de contar con esta información se procede a realizar pruebas para determinar si los datos obtenidos a través de la API con los registrados en la estación Zapotillo se correlacionan entre sí.

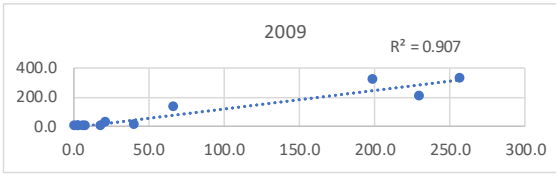
Es así que se procedió a realizar gráficos de dispersión para determinar si existe o no relaciones complementadas con líneas de tendencia lineal entre las dos series de datos consideradas para los años del 2005 al 2011 por ser aquellos que tienen registros completos durante todo el año calendario, el resultado que arrojan estos gráficos es el siguiente:

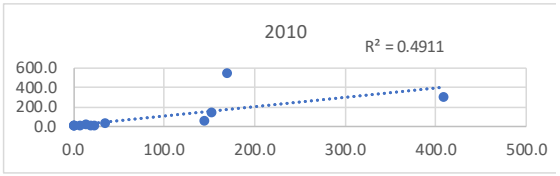


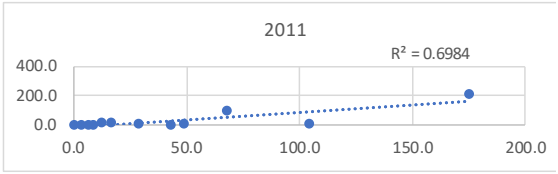








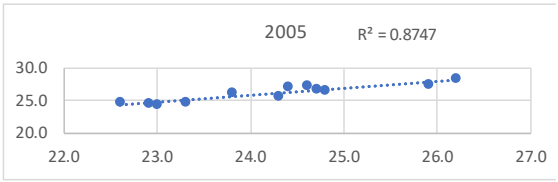


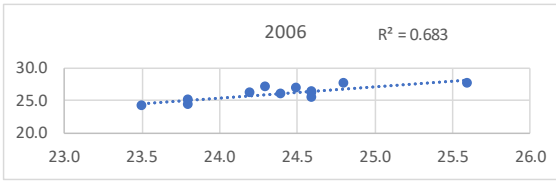


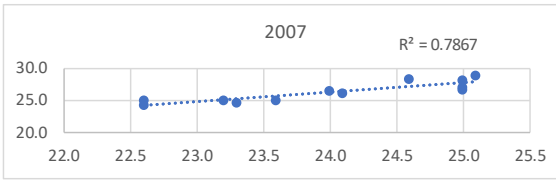
2005	0.6192	2009	0.907
2006	0.9556	2010	0.4911
2007	0.6981	2011	0.6984
2008	0.9261		
	PR.	0.7565	

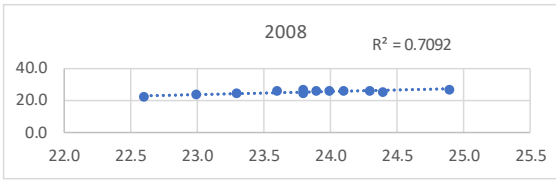
Como se puede apreciar los coeficientes de determinación R^2 son bastante aceptables con excepción del año 2010 que desciende al valor de 0.4911, la razón por la cual se produce este descenso puede ser que sea que los datos registrados sean incorrectos o mal contabilizados o, que los datos de la API estén sobreestimados o subestimados, sea cual fuese el motivo de este descenso el valor promedio de los siete años considerados se ubica en 0.7565 lo que indica que existe una correlación positiva significativa.

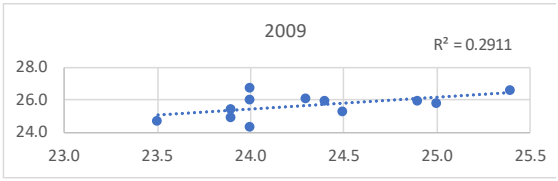
En lo que respecta a la temperatura media del aire los resultados son los siguientes:

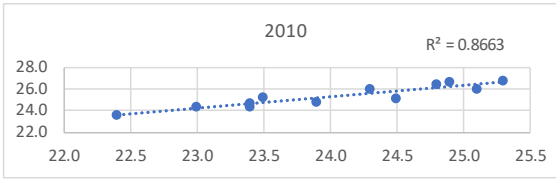


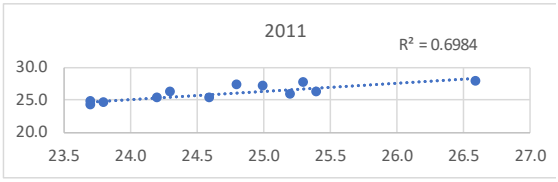












2005	0.8747	2009	0.2911
2006	0.683	2010	0.8663
2007	0.7867	2011	0.6984
2008	0.7092		
	PR.	0.70134	

Para el caso de esta variable los coeficientes de determinación R^2 son menores a los obtenidos para los datos de precipitación sin embargo siguen siendo aceptables y aplicables ya que el valor promedio se ubica en 0.70134 lo que significa una correlación positiva significativa.

- Relleno de datos faltantes.

En el caso de los métodos para el relleno de datos ausentes se cuenta con las directrices de la Guía de Prácticas Climatológicas de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 1983), que, entre otros, se proponen los siguientes métodos estadísticos para el relleno de datos faltantes: regresión simple, múltiple (Degaetano et al., 1995), razón q y razón-normal q (RN) (Paulhus y Kohler, 1952).

Para obtener los datos meteorológicos de la API producto del re análisis de ERA5 y ERA5-Land (re análisis atmosférico de quinta generación) producidos por el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF)

El re análisis combina datos de modelos con observaciones de todo el mundo en un conjunto de datos globalmente completo y consistente utilizando las leyes de la física. El re análisis produce datos que se remontan varias décadas atrás en el tiempo, proporcionando una descripción precisa del clima del pasado; en base a estos criterios se procede a generar año tras año los valores de cada una de las variables con el propósito de elaborar datos de la serie 1991-2020.

Una vez obtenidos los estos datos de la API se opta por utilizar el método de Regresión Ortogonal que consiste en que cuando se tiene series estocásticas que pueden correlacionarse entre sí y una de ellas tiene datos faltantes, se puede rellenar con datos de la serie que posee datos completos. A la serie completa (generada por la API) se le asigna el nombre de “Serie Índice” y a la incompleta (datos del INAMHI) “Serie de Análisis”; en términos generales este método minimiza la suma de las longitudes perpendiculares al cuadrado entre cada uno de los puntos de datos y la respectiva línea de regresión.

El método está basado en el análisis estadístico. En la correlación lineal la distancia de los puntos (observaciones) hasta la línea de tendencia se la toma paralela a los ejes *X* y *Y*, mientras que, en la regresión ortogonal, dicha distancia es tomada perpendicular a la línea.

Se requiere, con la ayuda del método de los mínimos cuadrados, determinar cierto coeficiente λ, mediante la resolución de la ecuación cuadrática:

$$\lambda^2 - (\sigma_X^2 + \sigma_Y^2)\lambda + (\sigma_X^2\sigma_Y^2 - [\sigma_{XY}]^2 = 0$$

Se debe cumplir la condición:

$\lambda_1 > \lambda_2 > 0$

Como convencionalismo a la serie completa se la denomina "serie índice" y se la representa por *X*, y a la que le faltan datos, se la llama "serie incompleta", a la que se le asigna la nominación *Y*.

La pendiente de la línea de regresión se la determina por:

$$m = \frac{\sigma_{XY}}{\lambda_1 - \sigma_y^2}$$

Donde:

$\boldsymbol{\sigma_X^2}$ y $\boldsymbol{\sigma_Y^2}$ – Varianzas para las series *X* y *Y*

$\boldsymbol{\sigma_{XY}}$ – Covarianza

Finalmente, la fórmula para el cálculo de los datos faltantes es:

$$Y = a + bX$$

Donde:

a y *b* Coeficientes que se calculan con las fórmulas:

$$a = \bar{Y} - m\bar{X}$$

b = m

Donde:

$\boldsymbol{\bar{X}}$ - Valor medio de las observaciones X

$\boldsymbol{\bar{Y}}$ - Valor medio de las observaciones Y

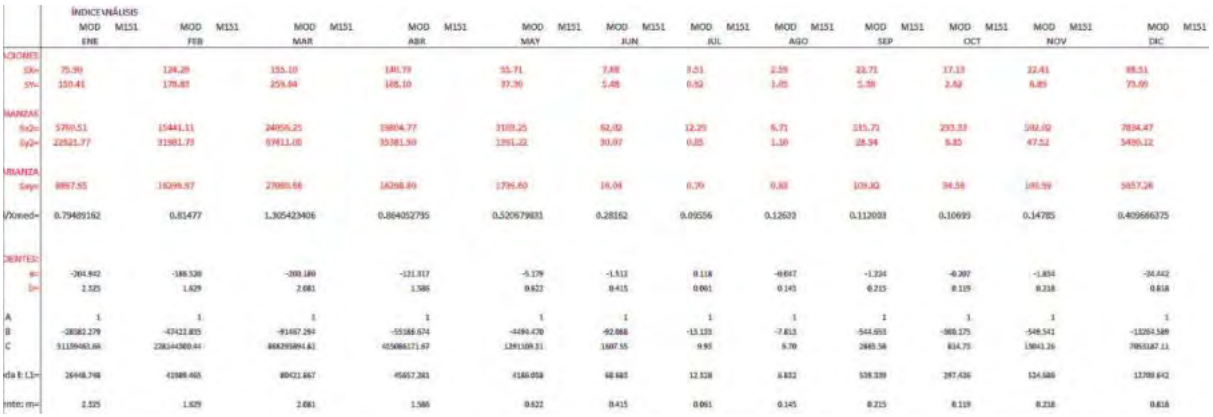
En el caso cuando la línea de regresión intersecta al eje de la *X* en el punto X_0>0, para todos $X < X_0$, los valores de las magnitudes *Y* serán negativos, por lo que, para resolver esta contradicción, se recomienda utilizar para rellenar los datos, la expresión:

$$Y = \bar{Y}\left(\frac{X}{\bar{X}}\right)^{\left(\frac{m\bar{X}}{\bar{Y}}\right)}$$

Los cálculos estadísticos se realizarón en hojas excel como se muestra a continuación:

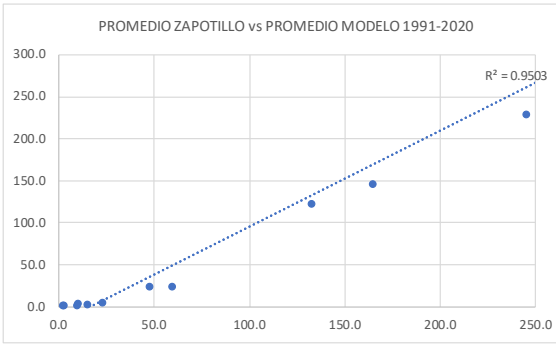
ÍNDICE ANÁLISIS	MOD	M0151	MOD	M0151	MOD	M0151	MOD	M0151	MOD	M0151	MOD	M0151	MOD	M0151	MOD	M0151	MOD	M0151	MOD	M0151	MOD	M0151	MOD	M0151
	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC	
1991	20.5	157.3	170.5	113.7	228.2	163.5	76.6	5.6	49.7	0.0	13.8	0.0	0.3	0.1	0.9	0.0	10.8	0.0	18.4	0.0	37.2	0.0	39.3	0.0
1992	177.2	36.3	179.0	95.9	587.9	392.8	604.5	172.0	270.2	155.5	6.9	0.0	1.7	0.0	8.2	0.0	6.2	0.0	6.4	0.0	8.7	0.0	8.7	0.0
1993	119.6	2.7	442.9	283.4	407.1	675.4	391.8	300.2	51.5	67.7	3.9	0.0	6.1	0.6	1.0	0.1	13.2	1.6	25.3	2.8	29.6	4.6	26.7	2.6
1994	204.0	269.4	362.4	403.7	234.9	288.7	258.1	288.1	51.9	27.1	17.7	0.0	6.7	0.0	3.7	0.0	18.7	0.0	10.3	0.0	14.8	0.0	81.2	12.8
1995	144.0	4.8	215.8	0.0	115.7	3.2	112.2	1.0	35.7	0.0	2.9	0.0	7.1	0.0	1.7	0.0	2.1	0.0	15.7	1.3	22.0	0.0	42.3	14.6
1996	107.2	5.8	139.3	39.7	188.4	38.6	57.2	3.4	31.3	0.0	5.1	0.0	3.2	0.0	6.0	0.0	5.3	0.0	21.0	1.4	9.4	0.0	25.5	1.0
1997	62.7	7.8	139.5	112.4	214.2	133.9	137.6	242.8	61.8	39.2	31.1	4.4	12.0	0.0	7.5	0.5	105.5	24.7	84.5	10.0	110.9	21.2	436.0	336.2
1998	385.9	619.4	547.0	568.5	662.3	685.6	424.0	883.7	73.2	73.5	17.3	0.0	9.4	0.0	3.4	0.0	5.9	0.0	9.0	4.1	23.0	0.0	42.6	1.7
1999	71.7	14.0	353.2	412.3	171.9	180.2	111.5	51.8	42.0	22.1	17.0	1.5	4.1	0.0	4.0	0.0	29.8	0.0	19.8	0.0	23.1	0.0	63.0	2.0
2000	46.7	96.4	163.9	205.8	228.7	373.2	142.7	157.3	35.7	23.7	18.6	7.1	0.1	0.0	2.9	0.0	5.7	2.2	9.7	0.0	18.2	0.0	61.4	85.2
2001	207.6	250.0	217.6	144.7	376.9	485.0	191.3	247.7	26.3	2.0	3.4	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	6.8	0.6	18.6	2.2	55.0	4.8
2002	42.2	55.2	293.5	84.3	385.2	945.7	337.6	280.9	25.2	12.6	6.2	0.0	0.0	0.0	0.9	2.0	3.4	0.0	38.8	5.7	38.1	23.6	76.2	0.0
2003	114.9	79.2	147.4	60.9	93.9	96.5	63.4	0.0	15.1	4.2	13.1	3.9	0.3	0.0	0.1	0.0	1.4	0.9	5.3	0.0	9.5	1.3	47.2	6.5
2004	65.7	141.1	198.1	50.1	122.4	28.6	108.5	25.5	19.4	6.9	1.4	0.0	4.6	4.0	0.0	0.0	18.8	1.0	13.4	3.0	18.7	0.6	24.4	13.5
2005	45.9	3.2	127.8	51.7	154.6	362.8	76.7	33.1	24.3	0.0	6.2	4.6	0.0	0.0	0.3	0.0	3.6	0.0	9.0	0.8	9.0	1.4	24.8	10.4
2006	90.5	105.9	279.2	568.2	217.6	394.0	115.2	132.7	17.2	0.0	12.9	2.0	0.4	0.0	3.1	0.0	13.1	0.0	15.9	0.0	36.4	2.6	62.1	6.6
2007	135.2	44.7	133.1	36.2	217.5	331.2	98.5	64.9	16.0	1.6	17.7	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	12.1	0.4	12.7	1.9	25.4	0.0
2008	164.4	185.5	340.8	463.9	360.3	683.4	187.6	150.7	38.9	5.0	21.5	16.9	8.2	1.8	2.9	0.0	5.1	0.0	19.3	1.8	26.8	10.8	9.8	0.0
2009	230.0	205.3	257.3	327.0	198.7	321.6	66.3	135.3	21.0	26.6	7.7	0.0	2.9	0.0	2.7	0.0	0.3	0.0	5.9	1.1	18.2	4.2	40.7	9.1
2010	144.9	55.8	409.1	298.7	169.6	537.4	151.9	139.1	35.2	22.0	13.1	14.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	6.8	0.2	19.1	0.0	23.4	5.3
2011	104.6	10.7	68.1	98.1	48.9	7.5	175.4	211.5	16.7	13.1	12.4	15.3	3.5	0.7	0.4	0.0	6.9	0.0	9.1	0.0	29.0	4.8	43.1	0.0
2012	218.1	302.2	532.5	680.8	263.7	348.7	203.4	201.3	61.9	33.3	2.3	1.9	0.5	0.0	0.6	0.0	1.3	0.0	17.2	5.0	40.1	4.9	22.2	6.3
2013	81.3	4.7	153.9	64.1	271.7	365.3	50.0	9.4	45.0	36.8	0.4	0.0	0.1	0.0	6.7	4.6	0.8	0.0	16.0	4.1	8.1	1.4	23.8	4.8
2014	180.8	27.9	83.3	48.3	164.4	118.6	43.2	6.8	112.9	65.1	9.4	2.4	1.2	0.2	3.7	1.5	6.7	0.2	11.9	1.2	12.5	0.9	40.6	8.8
2015	116.8	19.9	134.9	43.7	361.0	450.1	140.3	83.3	101.0	28.6	16.0	10.2	6.0	3.5	0.0	0.3	4.1	0.3	8.1	0.8	39.8	9.6	49.6	16.1
2016	199.9	382.1	281.7	272.3	323.1	456.3	161.1	134.2	15.9	4.7	4.2	0.2	0.9	0.2	0.4	0.1	4.7	0.2	5.2	0.4	6.0	2.0	76.8	26.8
2017	159.1	165.0	346.6	378.0	801.4	786.2	233.9	249.7	68.7	37.6	8.0	1.8	1.5	0.2	0.5	0.0	3.1	0.6	21.8	2.4	8.7	0.3	76.1	32.3
2018	80.4	7.0	90.5	86.8	77.4	55.6	77.2	45.1	23.1	9.2	4.0	0.4	0.3	0.1	0.5	0.0	2.2	0.8	1.5	0.2	27.2	4.1	61.2	25.6
2019	175.6	203.3	426.8	508.6	167.0	147.4	61.4	23.9	29.1	12.9	7.0	1.4	2.2	0.3	0.8	0.1	0.7	0.0	6.6	0.6	15.8	1.6	84.8	43.6
2020	87.5	84.9	132.8	29.8	110.9	30.6	94.0	27.8	23.0	9.1	2.9	0.4	3.8	1.3	2.6	0.3	3.5	0.5	4.4	0.3	0.6	0.5	101.8	56.4

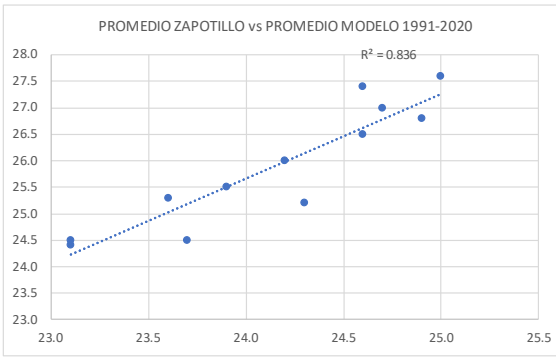
Las celdas sombreadas significan valores obtenidos durante el proceso de cálculo.



El mismo proceso se realizó para el tratamiento estadístico de la serie de temperatura media en base a los datos de la serie de la estación M0151 Zapotillo y los generados a través de la API meteorológica.

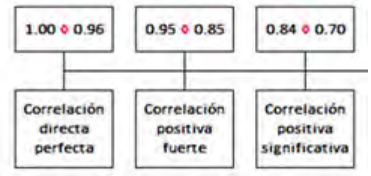
Una vez realizado el relleno de los datos faltantes en la serie M0151 tanto para los datos de precipitación como de temperatura media se obtuvo los promedios mensuales para el período en consideración; los valores promedios de serie fueron comparados con los de la serie de datos de la API para lo cual se procedió a la elaboración de gráficos de dispersión para obtener los coeficientes de determinación R^2 cuyos resultados se aprecian a continuación:





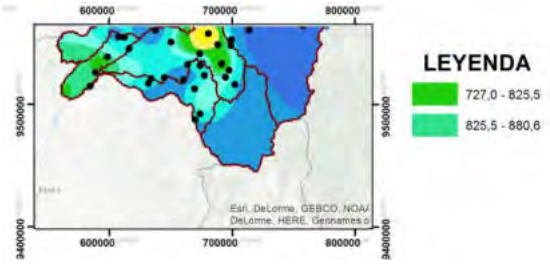
PRECIPITACIÓN TEMPERATURA MEDIA

Como puede apreciarse, en base a los resultados obtenidos el valor de 0.9503 para la precipitación indica una correlación positiva fuerte mientras que el valor de 0.836 para la temperatura media significa una correlación positiva significativa.

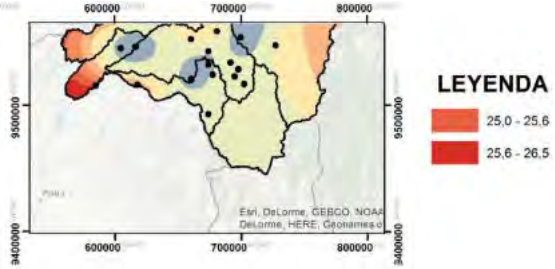


En tal sentido y en base a los resultados obtenidos, pese a que el porcentaje de datos faltantes de la estación de Zapotillo es alto, sin embargo, los datos generados mediante el uso de la API para ser aplicados en el método estadístico aquí descrito dan como resultado de que se los puede considerar como fiables, permitiendo de esta manera realizar el relleno de los datos faltantes.

Complementariamente se realizó una comprobación del valor promedio multianual de precipitación de la serie 1991-2020 (894.0 m.m.) con el valor del mapa de isoyetas medias anuales de la serie histórica 1981-2010 mismo que se ubica en la cota de entre los 825.5 y 880.6 m.m., la diferencia puede explicarse en que los períodos considerados son diferentes pero muestran valores muy cercanos entre sí; en cuanto a la temperatura media el valor promedio de la serie 1991-2020 es de 25.9°C mientras que el indicado en el mapa de isotermas medias anuales del período 1981-2010 se ubica entre los 25.6 y 26.5°C que de la misma manera puede explicarse por la diferencia de los períodos considerados.



MAPA DE ISOYETAS 1981-2010



MAPA DE ISOTERMAS 1981-2010

Finalmente, en el Reglamento Técnico (OMM, 2016b) se facilitan las siguientes definiciones:

– Medias de períodos: Medias de los datos climatológicos calculadas para cualquier período de por lo menos 10 años que comience el 1 de enero de un año que acabe en 1.

– Normales: Medias periódicas calculadas para un período uniforme y relativamente largo que comprenda por lo menos tres períodos consecutivos de 10 años.

– Normales climatológicas reglamentarias: Medias de los datos climatológicos calculadas para los siguientes períodos consecutivos de 30 años: 1 de enero de 1981 a 31 de diciembre de 2010, 1 de enero de 1991 a 31 de diciembre de 2020, y así sucesivamente.

Partiendo de estas definiciones los valores obtenidos de la estación de Zapotillo corresponderían a una Normal Climatológica Reglamentaria.

Los datos proporcionados por el INAMHI, así como los generados por la API y el relleno realizado luego de la implementación del método de Regresión Ortogonal se adjunta en un archivo Excel para su respectivo uso (Ver Anexo 8-1-1.).

8.1.1.2. Resultados:

- Clasificación Climática

A continuación, se describen sus principales variables climáticas, basadas en datos de la estación climatológica Zapotillo (M151) y la estación pluviométrica Saucillo (ALAMOREN, M437) durante

el período 2010-2020, complementados con bibliografía técnica (Ver MAPA NRO: 10 Ubicación de las estaciones). A continuación, se presenta las coordenadas geográficas de ubicación.

CÓDIGO	ESTACIÓN	WGS84 Z 17S	
		X	Y
M437	SAUCILLO (ALAMOR EN)	588930,28	9526784,04
M151	ZAPOTILLO	585173,03	9524260,67

Para la Clasificación climática se utilizó las siguientes metodologías:

- Holdridge → zonas de vida
- De Martonne → índice de aridez
- Cañadas/MAATE → clasificación climática nacional

Según Holdridge y el MAATE, el área del proyecto se clasifica como bosque seco tropical, con clima subhúmedo seco megatérmico, caracterizado por:

- Índice de aridez de De Martonne: 15–20 → *árido a semiárido*.
- Índice de Lang: <30 → *condiciones secas* con alta evapotranspiración.

El análisis cartográfico diseñado en el presente Estudio Ambiental, muestra que el 100% del polígono del proyecto está contenido en:

- Isoterma: 24–26 °C (MAPA Nro. 11)
- Isoyeta: 0 a 500 mm/año (MAPA Nro. 12)
- Clima: Clima subhúmedo con moderado déficit de agua en época seca, Megatérmico o cálido (En el MAPA NRO. 09. se presenta el mapa de tipos de clima del proyecto).

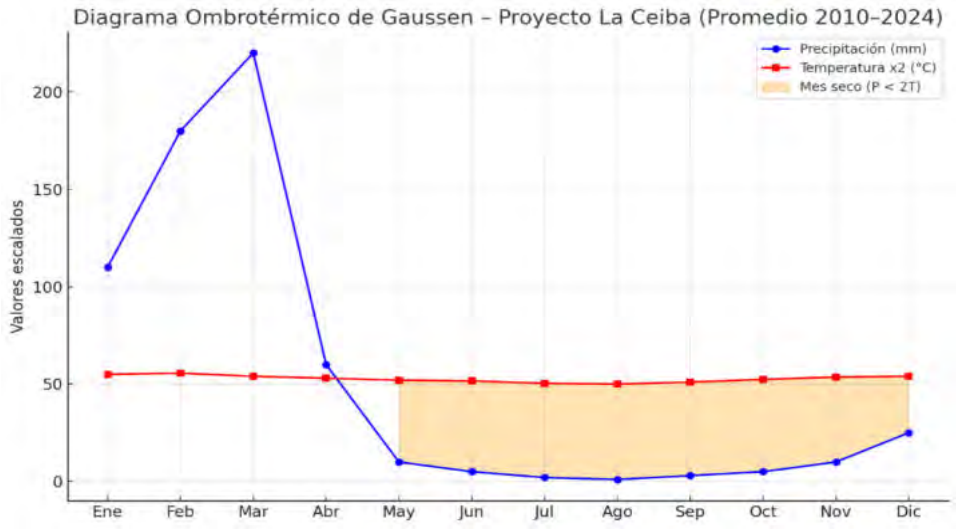
El área del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se emplaza en un clima subhúmedo con moderado déficit de agua en época seca, megatérmico o cálido, según la cartografía climática elaborada para el estudio. Técnicamente, esta denominación indica un régimen térmico alto durante todo el año y una disponibilidad hídrica estacionalmente limitada, donde la precipitación no compensa de forma uniforme la evapotranspiración, especialmente en la estación seca. Esta interpretación es coherente con la localización del proyecto en el cantón Zapotillo, sector Catamaillo, a una altitud aproximada de 180 a 250 msnm, condición topográfica que favorece ambientes cálidos de tierras bajas secas del suroccidente lojano (GAD Municipal de Zapotillo, 2020).

Las principales características del clima del área del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba corresponden a un régimen megatérmico o cálido, propio de tierras bajas del cantón Zapotillo, con temperaturas altas durante todo el año y escasa oscilación térmica intermensual. Desde el punto de vista hídrico, este clima se caracteriza por una marcada estacionalidad de las lluvias, con una temporada húmeda concentrada entre enero y abril y una estación seca prolongada entre mayo y diciembre, periodo en el que se acentúa el déficit hídrico moderado.

En consecuencia, el clima del proyecto puede describirse como cálido, de marcada estacionalidad pluviométrica y con déficit hídrico moderado en la época seca, rasgos que también explican la aptitud del sitio para el aprovechamiento solar y la necesidad de considerar gestión del polvo, escorrentía estacional y disponibilidad de agua para obras y operación. En términos espaciales, los mapas temáticos de temperatura y precipitación muestran coherencia con dicha tipología: el área del proyecto se inserta en un dominio megatérmico con isotermas en rangos cálidos (24–26

°C) y una pluviosidad anual propia de sistemas subhúmedos-semiestacionales, con marcada reducción de lluvias en la época seca.

Figura 8-1-1. Diagrama Ombrotérmico del proyecto.

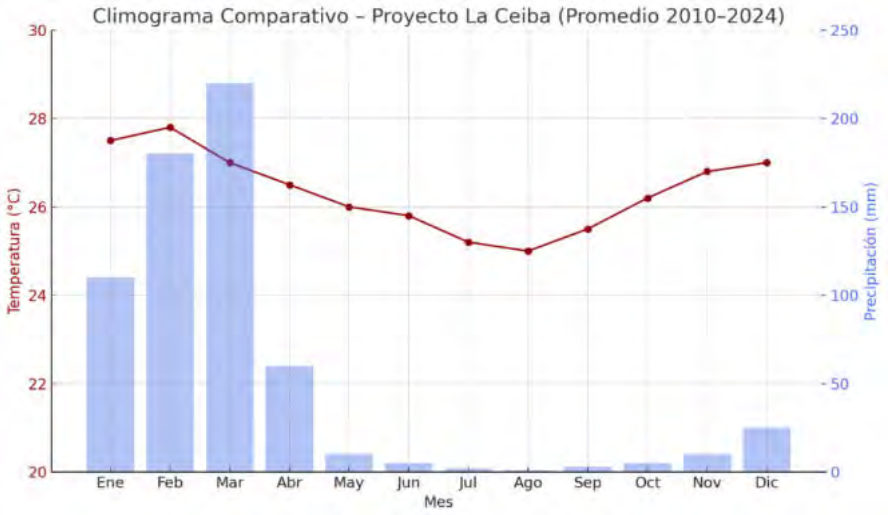


Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico 2025.

El diagrama ombrotérmico de Gaussen para el Proyecto La Ceiba (2010–2024) muestra una marcada estacionalidad climática. La precipitación se concentra en el primer trimestre, alcanzando su máximo en marzo (220 mm), mientras que de mayo a noviembre se observa un prolongado período seco, donde la precipitación mensual se mantiene por debajo del umbral de aridez (P < 2T). Esto evidencia un régimen climático propio de los ecosistemas de bosque seco tropical, donde la disponibilidad hídrica es altamente limitada gran parte del año (Maldonado, 2007).

La temperatura, relativamente estable a lo largo del año (25–28 °C), contrasta con la precipitación, acentuando la condición de déficit hídrico en la mayor parte del ciclo anual. La franja sombreada en el gráfico confirma que al menos siete meses se clasifican como secos, consolidando la condición de clima árido según el índice de De Martonne (IDM ≈ 17). Este patrón estacional es determinante para la gestión de recursos hídricos, la planificación de actividades productivas y el diseño de medidas de adaptación climática en proyectos fotovoltaicos (Espinosa et al., 2018).

Figura 8-1-2. Climograma comparativo del proyecto.

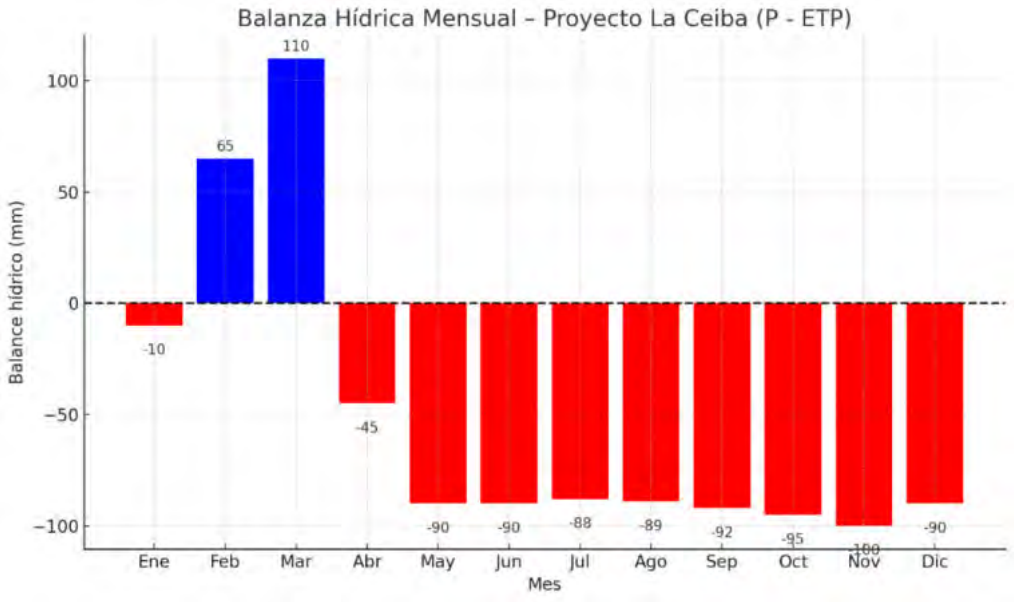


Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico.

El climograma comparativo del Proyecto La Ceiba (2010–2024) refleja un régimen climático caracterizado por temperaturas medias estables entre 25 y 28 °C y una marcada irregularidad en la precipitación. Los valores más altos de lluvia se concentran en el primer trimestre, con un máximo en marzo (~230 mm), lo que confirma la fuerte estacionalidad hídrica de la zona. En contraste, entre mayo y noviembre la precipitación es casi nula (<10 mm), evidenciando un prolongado período seco (INAMHI, 2023).

La curva térmica se mantiene relativamente constante a lo largo del año, con un ligero descenso en julio y agosto, cuando las precipitaciones alcanzan su punto mínimo. Esta combinación de alta temperatura y déficit de lluvias prolongado confirma la clasificación del área como un clima árido tropical, lo cual tiene implicaciones directas en la disponibilidad de agua, la gestión de los suelos y la necesidad de estrategias de adaptación climática para proyectos de infraestructura y producción energética (Maldonado, 2007; Espinosa et al., 2018).

Figura 8-1-3. Balance hídrico mensual del proyecto.



Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025.

El gráfico de balanza hídrica mensual del Proyecto La Ceiba (2010–2024) evidencia un marcado déficit hídrico a lo largo del año, con excepción de febrero y marzo donde se registra superávit positivo de +65 mm y +110 mm respectivamente. El resto de los meses, especialmente entre mayo y noviembre, presentan valores negativos que alcanzan hasta -100 mm, confirmando la prolongada estación seca característica de la zona (INAMHI, 2023).

Este comportamiento refleja un ecosistema árido-semiárido, donde la evapotranspiración potencial supera a la precipitación en la mayor parte del ciclo anual, generando presión hídrica sobre la vegetación y limitaciones para el uso agrícola sin riego complementario. A nivel de infraestructura, estas condiciones obligan a planificar medidas de adaptación, como sistemas de drenaje eficientes en época lluviosa y estrategias de control de polvo y revegetación en la estación seca (Maldonado, 2007; Espinosa et al., 2018).

- Fuente de datos.

La fuente de los datos de precipitación utilizados para la tabla (2010–2020) es una reconstrucción técnica basada en los siguientes insumos oficiales y secundarios:

1. Estación pluviométrica Saucillo (ALAMOREN) – M437 del INAMHI:
    - Registros históricos de precipitación mensual y anual del cantón Zapotillo.
    - Resumidos y analizados en:
        - INAMHI. (2023). *Anuario Meteorológico Nacional 2010–2022*.
        - MAATE. (2021). *Guía técnica para caracterización climática*.
2. Atlas Agroclimático y evaluaciones de riesgos:
    - Maldonado, N. (2007). *Climatología Agrícola*. UNL.
    - Espinosa, C., et al. (2018). *Bosques secos del Ecuador*. MAE.
3. Validación satelital y regional:
    - Datos de precipitación mensual ajustada de Open-Meteo (2026).
    - Reanálisis satelital Open-Meteo (API meteorológica) para años con vacíos.
4. Corrección local con análisis territorial de CELEC EP (proyecto La Ceiba):
    - Villamarín, J. (2024). *Estudio Ambiental del Proyecto La Ceiba*.
    - PDOT Zapotillo (2024), mapas de isoyetas y clima seco tropical.

- Resultados del relleno de datos.

En términos climáticos, la serie rellenada confirma un régimen cálido y marcadamente estacional. El valor medio multianual obtenido es de 894,0 mm/año para precipitación y 25,9 °C para temperatura media, y el propio informe señala que estos resultados son consistentes con la cartografía climática de referencia, ya que la precipitación se aproxima al rango de las isoyetas 825,5–880,6 mm y la temperatura se ubica dentro del intervalo de isotermas 25,6–26,5 °C. Adicionalmente, el documento reconoce que estos valores constituyen una normal climatológica reglamentaria para el periodo 1991–2020, lo cual fortalece su uso técnico en el EIA. En consecuencia, la serie no solo es estadísticamente aceptable, sino también climatológicamente coherente con el comportamiento regional del cantón Zapotillo.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos para precipitación y temperatura en base a la metodología planteada (Ver Anexo 8-1-1 matriz Excel de cálculo).

Tabla 8-1-1. Relleno de los valores de la base de datos del INAMHI (precipitación).

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1991	157,3	113,7	163,5	5,6	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	440,2	36,7
1992	36,3	95,9	392,8	172,0	155,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	852,5	71,0
1993	2,7	283,4	675,4	300,2	67,7	0,0	0,6	0,1	1,6	2,8	4,6	2,6	1341,7	111,8
1994	269,4	403,7	288,7	288,1	27,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	1289,8	107,5
1995	4,8	0,0	3,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	14,6	24,9	2,1
1996	5,8	39,7	38,6	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	1,0	89,9	7,5
1997	7,8	112,4	133,9	242,8	39,2	4,4	0,0	0,5	24,7	10,0	21,2	336,2	933,1	77,8
1998	619,4	568,5	685,6	883,7	73,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	1,7	2836,5	236,4
1999	14,0	412,3	180,2	51,8	22,1	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	683,9	57,0
2000	96,4	205,8	373,2	157,3	23,7	7,1	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	85,2	950,9	79,2
2001	250,0	144,7	485,0	247,7	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	3,3	4,8	1138,2	94,9
2002	55,2	84,3	945,7	280,9	12,6	0,0	0,0	2,0	0,0	5,7	23,6	0,0	1410,0	117,5
2003	79,2	60,9	96,5	0,0	7,4	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	6,5	255,7	21,3
2004	141,1	50,1	28,6	25,5	8,8	0,0	4,0	0,0	1,0	3,0	0,6	13,5	276,2	23,0
2005	3,2	51,7	362,8	33,1	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,8	1,4	10,4	468,0	39,0
2006	105,9	568,2	394,0	132,7	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	6,6	1212,0	101,0
2007	44,7	36,2	331,2	64,9	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,9	0,0	480,9	40,1
2008	185,5	463,9	683,4	150,7	5,0	16,9	1,8	0,0	0,0	1,8	10,8	0,0	1519,8	126,7
2009	205,3	327,0	321,6	135,3	26,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	4,2	9,1	1030,2	85,9
2010	55,8	298,7	537,4	139,1	22,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	5,3	1072,5	89,4
2011	10,7	98,1	7,5	211,5	13,1	15,3	0,7	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	361,7	30,1
2012	348,4	680,8	489,4	200,0	23,0	1,9	0,0	0,0	0,0	5,0	4,9	5,6	1759,0	146,6
2013	4,7	55,8	512,3	9,4	36,8	0,0	0,0	4,6	0,0	4,1	1,4	4,8	633,9	52,8
2014	27,9	48,3	118,6	6,8	40,1	2,4	0,2	1,5	0,1	1,5	0,8	5,0	253,2	21,1
2015	19,9	43,7	450,1	83,3	28,6	10,2	3,5	0,3	0,1	0,9	21,6	4,7	666,9	55,6
2016	382,1	343,2	456,3	148,0	7,7	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	2,0	26,8	1367,1	113,9
2017	196,1	489,2	786,2	237,4	25,3	1,8	0,2	0,0	0,0	3,1	0,3	32,3	1771,9	147,7
2018	7,0	86,8	55,6	45,1	10,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,2	6,7	4,3	216,3	18,0
2019	238,7	669,6	211,8	25,7	12,1	1,4	0,3	0,1	0,0	0,6	2,1	43,6	1206,0	100,5
2020	84,9	8,3	50,7	65,7	10,0	0,4	1,3	0,3	0,0	0,3	0,1	56,4	278,4	23,2
media	122,0	228,2	342,0	145,0	23,4	2,9	0,4	0,3	1,0	1,6	4,0	23,2	**894,0**	**74,5**
maxima	619,4	680,8	945,7	883,7	155,5	16,9	4,0	4,6	24,7	10,0	23,6	336,2		
minima	2,7	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

Tabla 8-1-2. Valores del modelo realizado según Open-Meteo API (precipitación).

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1991	20,5	170,5	228,2	76,6	49,7	13,8	0,3	0,9	10,8	18,4	37,2	39,3	666,2	55,5
1992	177,2	179,0	587,9	604,5	270,2	6,9	1,7	8,2	6,2	6,4	8,7	8,7	1865,6	155,5
1993	119,6	442,9	407,1	391,8	51,5	3,9	6,1	1,0	13,2	25,3	29,6	26,7	1518,7	126,6
1994	204,0	362,4	234,9	258,1	51,9	17,7	6,7	3,7	18,7	10,3	14,8	81,2	1264,4	105,4
1995	144,0	215,8	115,7	112,2	35,7	2,9	7,1	1,7	2,1	15,7	22,0	42,3	717,2	59,8
1996	107,2	139,3	188,4	57,2	31,3	5,1	3,2	6,0	5,3	21,0	9,4	25,5	598,9	49,9
1997	62,7	139,5	214,2	137,6	61,8	31,1	12,0	7,5	105,5	84,5	110,9	436,0	1403,3	116,9
1998	385,9	547,0	662,3	424,0	73,2	17,3	9,4	3,4	5,9	9,0	23,0	42,6	2203,0	183,6
1999	71,7	353,2	171,9	111,5	42,0	17,0	4,1	4,0	29,8	19,8	23,1	63,0	911,1	75,9
2000	46,7	163,9	228,7	142,7	35,7	18,6	0,1	2,9	5,7	9,7	18,2	61,4	734,3	61,2
2001	207,6	217,6	376,9	191,3	26,3	3,4	1,8	0,0	4,4	6,8	18,6	55,0	1109,7	92,5
2002	42,2	293,5	385,2	337,6	25,2	6,2	0,0	0,9	3,4	38,8	38,1	76,2	1247,3	103,9
2003	114,9	147,4	93,9	63,4	15,1	13,1	0,3	0,1	1,4	5,3	9,5	47,2	511,6	42,6
2004	65,7	198,1	122,4	108,5	19,4	1,4	4,6	0,0	18,8	13,4	18,7	24,4	595,4	49,6
2005	45,9	127,8	154,6	76,7	24,3	6,2	0,0	0,3	3,6	9,0	9,0	24,8	482,2	40,2
2006	90,5	279,2	217,6	115,2	17,2	12,9	0,4	3,1	13,1	15,9	36,4	62,1	863,6	72,0
2007	135,2	133,1	217,5	98,5	16,0	17,7	0,9	0,0	1,0	12,1	12,7	25,4	670,1	55,8
2008	164,4	340,8	360,3	187,6	38,9	21,5	8,2	2,9	5,1	19,3	26,8	9,8	1185,6	98,8
2009	230,0	257,3	198,7	66,3	21,0	7,7	2,9	2,7	0,3	5,9	18,2	40,7	851,7	71,0
2010	144,9	409,1	169,6	151,9	35,2	13,1	0,7	0,2	0,4	6,8	19,1	23,4	974,4	81,2
2011	104,6	68,1	48,9	175,4	16,7	12,4	3,5	0,4	6,9	9,1	29,0	43,1	518,1	43,2
2012	218,1	532,5	263,7	203,4	61,9	2,3	0,5	0,6	1,3	17,2	40,1	22,2	1363,8	113,7
2013	81,3	153,9	271,7	50,0	45,0	0,4	0,1	6,7	0,8	16,0	8,1	23,8	657,8	54,8
2014	180,8	83,3	164,4	43,2	112,9	9,4	1,2	3,7	6,7	11,9	12,5	40,6	670,6	55,9
2015	116,8	134,9	361,0	140,3	101,0	16,0	6,0	0,0	4,1	8,1	39,8	49,6	977,6	81,5
2016	199,9	281,7	323,1	161,1	15,9	4,2	0,9	0,4	4,7	5,2	6,0	76,8	1079,9	90,0
2017	159,1	346,6	801,4	233,9	68,7	8,0	1,5	0,5	3,1	21,8	8,7	76,1	1729,4	144,1
2018	80,4	90,5	77,4	77,2	23,1	4,0	0,3	0,5	2,2	1,5	27,2	61,2	445,5	37,1
2019	175,6	426,8	167,0	61,4	29,1	7,0	2,2	0,8	0,7	6,6	15,8	84,8	977,8	81,5
2020	87,5	132,8	110,9	94,0	23,0	2,9	3,8	2,6	3,5	4,4	0,6	101,8	567,8	47,3
media	132,8	245,6	264,2	165,1	48,0	10,1	3,0	2,2	9,6	15,2	23,1	59,9	**978,8**	**81,6**
maxima	385,9	547,0	801,4	604,5	270,2	31,1	12,0	8,2	105,5	84,5	110,9	436,0		
minima	20,5	68,1	48,9	43,2	15,1	0,4	0,0	0,0	0,3	1,5	0,6	8,7		

Tabla 8-1-3. Relleno de los valores de la base de datos del INAMHI (temperatura).

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1991	28,1	27,8	27,6	27,8	27,7	25,6	24,7	23,6	24,8	25,4	25,8	27,3	316,2	26,4
1992	28,5	27,7	26,9	26,5	25,9	23,5	24,4	24,4	24,4	25,7	25,8	26,7	310,4	25,9
1993	27,6	27,0	26,8	26,3	24,3	24,2	24,4	24,4	25,1	25,3	25,0	26,6	307,0	25,6
1994	27,3	26,1	25,8	24,9	23,3	22,7	23,2	23,4	25,0	24,9	25,8	27,0	299,4	25,0
1995	28,3	27,0	28,1	27,7	27,0	25,5	24,1	24,5	25,1	25,6	26,1	25,9	314,9	26,2
1996	27,4	28,5	27,5	27,6	26,5	24,2	23,1	23,7	24,8	24,8	25,4	26,7	310,2	25,9
1997	27,4	28,2	28,0	27,3	26,9	26,1	27,0	27,2	28,0	27,1	27,4	27,6	328,2	27,4
1998	27,8	28,0	27,5	26,7	25,5	24,7	25,2	24,3	25,7	25,3	26,6	26,6	313,9	26,2
1999	27,5	26,5	26,6	26,2	21,9	22,5	23,6	23,8	24,5	24,6	26,0	23,7	297,4	24,8
2000	27,6	25,9	26,4	25,4	22,5	22,1	24,1	24,4	25,2	25,9	26,0	25,0	300,5	25,0
2001	27,1	26,4	25,6	25,5	22,2	21,0	23,3	24,6	25,0	25,3	25,2	27,2	298,4	24,9
2002	28,0	28,3	26,3	25,3	23,9	22,8	23,7	25,1	25,8	25,4	25,2	26,0	305,8	25,5
2003	27,7	27,3	28,2	26,6	26,7	24,4	23,9	24,5	25,0	25,8	26,2	26,6	312,9	26,1
2004	28,6	27,7	27,1	26,6	23,6	23,4	23,7	23,7	24,9	25,5	25,8	27,0	307,6	25,6
2005	28,3	27,3	26,8	27,4	27,0	26,1	24,7	24,6	24,4	24,7	25,7	26,5	313,5	26,1
2006	27,6	26,9	26,2	26,3	25,4	24,3	24,2	25,1	25,9	26,1	27,0	27,6	312,6	26,1
2007	28,1	28,8	28,3	27,0	26,7	24,9	25,0	24,3	25,0	24,7	26,1	26,4	315,3	26,3
2008	26,2	26,0	25,9	26,0	24,1	22,2	23,3	24,2	25,5	25,3	25,7	26,8	301,2	25,1
2009	26,7	26,0	26,1	25,9	25,3	24,3	24,7	24,9	25,4	25,9	25,8	26,6	307,6	25,6
2010	26,8	26,6	26,4	26,0	25,1	24,7	23,6	24,3	24,3	24,8	25,2	26,0	303,8	25,3
2011	27,6	27,1	27,8	27,2	25,8	25,2	24,1	24,5	25,2	24,7	26,1	26,2	311,5	26,0
2012	27,4	25,9	26,3	25,9	24,5	26,0	24,0	24,1	25,0	25,3	25,9	27,8	308,1	25,7
2013	27,9	28,4	26,7	26,4	25,3	24,5	24,3	24,6	24,7	25,2	25,1	26,7	309,8	25,8
2014	27,1	27,2	27,1	27,3	25,9	26,8	26,0	25,4	25,9	26,5	28,0	28,7	321,9	26,8
2015	27,6	27,8	26,9	26,3	26,0	28,4	26,7	25,8	27,3	27,2	28,6	30,7	329,3	27,4
2016	28,3	28,6	27,4	26,5	26,7	27,3	25,7	25,5	26,5	26,3	28,2	28,5	325,5	27,1
2017	27,6	28,0	26,5	26,4	23,0	21,0	23,0	23,8	24,3	24,5	22,6	25,8	296,5	24,7
2018	27,4	27,8	27,6	26,7	27,3	23,1	23,6	24,0	24,7	24,5	25,8	25,6	308,1	25,7
2019	27,4	28,0	27,3	26,6	25,9	26,0	24,8	24,0	25,3	25,5	27,2	27,0	315,0	26,3
2020	28,0	29,3	29,3	27,6	24,7	26,5	24,4	24,2	25,3	26,0	25,6	25,8	316,7	26,4
media	27,6	27,4	27,0	26,5	25,2	24,5	24,4	24,5	25,3	25,5	26,0	26,8	**310,6**	**25,9**
maxima	28,6	29,3	29,3	27,8	27,7	28,4	27,0	27,2	28,0	27,2	28,6	30,7		
minima	26,2	25,9	25,6	24,9	21,9	21,0	23,0	23,4	24,3	24,5	22,6	23,7		

Tabla 8-1-4. Valores del modelo realizado según Open-Meteo API (temperatura).

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1991	25,9	24,7	24,9	25,1	25,8	24,7	23,3	22,8	23,5	23,8	24,5	25,2	294,2	24,5
1992	25,1	24,8	24,5	24,4	23,7	23,2	22,5	22,5	23,1	23,9	24,8	25,4	287,9	24,0
1993	24,7	23,6	23,9	24,3	24,1	23,9	23,1	23,0	23,5	23,8	23,7	24,8	286,4	23,9
1994	24,5	23,8	23,7	23,5	23,6	22,8	22,2	22,1	23,4	23,5	24,1	25,0	282,2	23,5
1995	24,6	24,3	24,4	24,4	24,3	24,2	23,2	23,1	24,1	24,1	24,2	24,9	289,8	24,2
1996	24,7	24,8	24,2	24,3	23,2	23,4	22,4	22,2	22,6	23,1	23,4	24,4	282,7	23,6
1997	24,5	24,4	25,1	24,5	25,1	24,7	25,0	25,3	25,2	25,0	24,4	25,0	298,2	24,9
1998	25,3	25,6	25,2	25,1	24,8	23,8	23,5	23,3	23,9	24,1	24,5	24,4	293,5	24,5
1999	25,0	23,4	24,0	23,6	23,1	22,7	22,0	22,4	22,7	23,2	23,8	23,4	279,3	23,3
2000	24,5	23,7	23,7	23,8	23,3	22,5	22,3	23,0	23,1	24,0	23,5	24,0	281,4	23,5
2001	23,6	24,0	23,9	23,9	23,2	22,3	22,3	22,5	22,9	23,8	23,8	24,6	280,8	23,4
2002	25,6	24,5	24,4	23,8	23,8	23,0	22,6	23,0	23,4	23,9	23,8	24,5	286,3	23,9
2003	24,8	24,5	24,9	24,9	24,8	23,6	22,7	23,1	23,4	24,2	24,3	24,8	290,0	24,2
2004	24,7	24,7	24,9	24,9	23,7	23,2	22,6	22,3	23,3	23,7	24,3	25,4	287,7	24,0
2005	26,2	24,6	24,7	25,9	24,4	23,8	22,6	22,9	23,0	23,3	24,3	24,8	290,5	24,2
2006	25,6	24,5	24,6	24,6	24,6	23,8	23,5	23,8	24,4	24,2	24,3	24,8	292,7	24,4
2007	25,0	25,1	24,6	25,0	25,0	23,6	22,6	22,6	23,2	23,3	24,1	24,0	288,1	24,0
2008	23,8	23,6	23,9	24,1	23,8	22,6	23,0	23,3	24,0	24,4	24,3	24,9	285,7	23,8
2009	24,0	24,0	24,3	24,4	24,5	24,0	23,5	23,9	23,9	24,9	25,0	25,4	291,8	24,3
2010	25,3	24,9	24,8	25,1	24,5	23,4	22,4	23,0	23,4	23,9	23,5	24,3	288,5	24,0
2011	25,3	25,0	26,6	24,8	25,2	24,6	23,7	23,8	24,2	23,7	24,3	25,4	296,6	24,7
2012	24,7	23,7	24,4	24,3	24,0	24,2	23,7	23,1	23,7	23,7	24,5	25,4	289,4	24,1
2013	25,5	25,1	24,6	25,1	24,4	23,3	23,0	22,5	23,1	23,1	23,8	24,9	288,4	24,0
2014	25,4	24,8	24,9	25,4	24,5	24,5	24,3	23,9	24,1	24,8	25,2	25,8	297,6	24,8
2015	25,4	25,0	24,7	24,4	24,8	25,1	24,8	24,3	25,1	25,4	25,5	26,8	301,3	25,1
2016	26,1	25,2	25,1	24,8	24,8	24,7	24,1	24,0	24,5	24,6	25,3	25,7	298,9	24,9
2017	25,0	24,9	24,5	24,7	23,5	22,3	22,1	22,4	22,9	23,1	22,5	24,4	282,3	23,5
2018	24,7	24,8	25,2	25,0	25,0	23,1	22,5	22,6	23,2	23,1	24,1	24,3	287,6	24,0
2019	24,7	24,9	25,0	24,9	24,5	24,2	23,4	22,7	23,6	24,0	24,8	25,0	291,7	24,3
2020	26,3	26,4	26,3	25,8	24,1	24,4	23,1	22,8	23,6	24,4	24,0	24,4	295,6	24,6
media	25,0	24,6	24,7	24,6	24,3	23,7	23,1	23,1	23,6	23,9	24,2	24,9	**289,6**	**24,1**
maxima	26,3	26,4	26,6	25,9	25,8	25,1	25,0	25,3	25,2	25,4	25,5	26,8		
minima	23,6	23,4	23,7	23,5	23,1	22,3	22,0	22,1	22,6	23,1	22,5	23,4		

Los datos presentados en las Tablas 8-1 y 8-3 corresponden a los registros originales de la base de datos del INAMHI, para las variables de precipitación y temperatura, respectivamente. En dichas tablas, las celdas sombreadas en color verde identifican los valores que fueron **estimados y completados** mediante la metodología de relleno descrita en los apartados precedentes, con el fin de disponer de series continuas y técnicamente consistentes para el análisis climatológico.

Por su parte, las Tablas 8-2 y 8-4 muestran los valores obtenidos del modelo Open-Meteo para precipitación y temperatura, respectivamente. Estas series modeladas constituyeron la base de apoyo para la estimación de los datos faltantes en los registros del INAMHI, sirviendo como insumo técnico para la aplicación del procedimiento de completación y validación de la información meteorológica (Open-Meteo, 2026).

A continuación, se realiza una descripción de las variables climáticas del área del proyecto en base a los datos obtenidos.

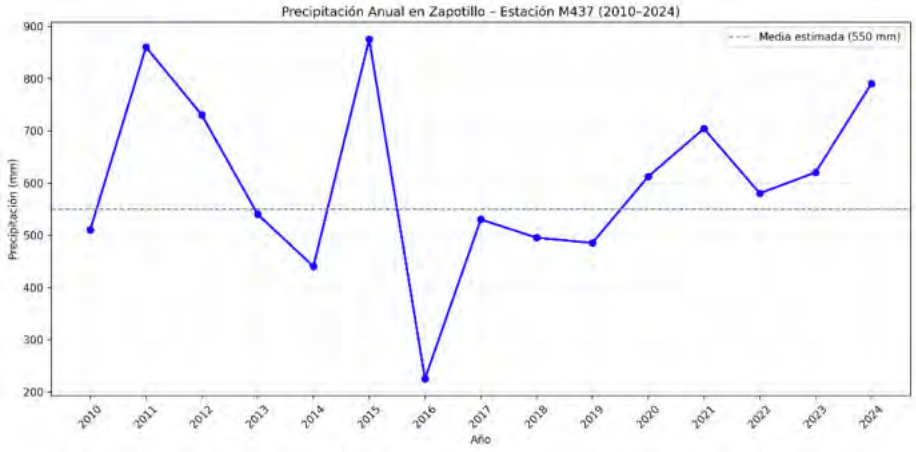
A. PRECIPITACIÓN.

La precipitación constituye uno de los principales factores climáticos que condicionan la dinámica hidrológica, ecológica y productiva del área de implantación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. De acuerdo con la cartografía oficial del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), representada en el Mapa N.° 12 de Precipitaciones, el área del proyecto se ubica dentro de la isoyeta de 500 a 750 mm de precipitación media anual, característica del bosque seco del cantón Zapotillo. Este rango es consistente con la clasificación climática del área como Clima subhúmedo con moderado déficit de agua en época seca, Megatérmico o Cálido, evidenciando un régimen pluviométrico de baja precipitación y marcada estacionalidad.

La distribución temporal de la precipitación presenta un comportamiento altamente estacional. La mayor parte del acumulado anual se concentra durante la estación lluviosa comprendida entre los meses de enero y abril, con máximos registrados generalmente entre febrero y marzo. En contraste, entre mayo y diciembre predomina una estación seca prolongada, durante la cual las precipitaciones son escasas o prácticamente nulas, generando un déficit hídrico que condiciona la disponibilidad de agua superficial, la dinámica de la vegetación y las actividades agropecuarias características del bosque seco tropical.

Los registros históricos de las estaciones meteorológicas M151 (Zapotillo) y M437 (Saucillo) evidencian este comportamiento estacional. Los valores medios mensuales muestran que entre enero y marzo se concentra aproximadamente entre el 80 % y 90 % de la precipitación anual, registrándose los mayores acumulados durante marzo, mientras que desde junio hasta noviembre las precipitaciones son inferiores a 15 mm mensuales e incluso cercanas a cero en algunos años, confirmando la prolongada duración de la época seca.

Figura 8-1-4. Precipitación anual.

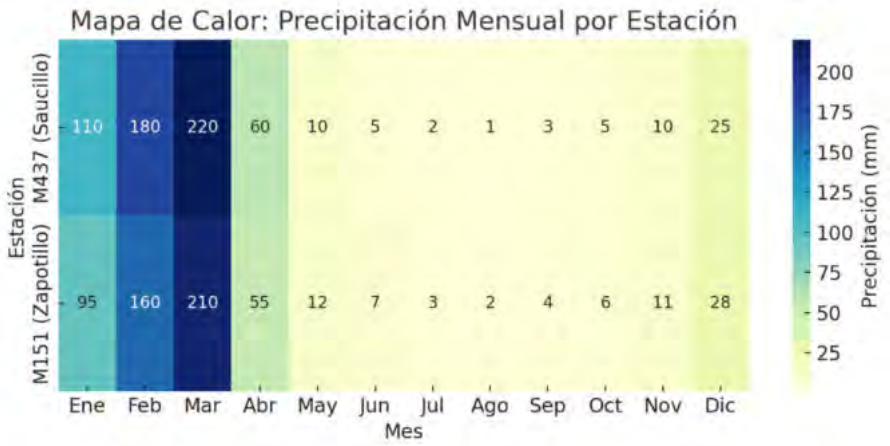


Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025.

La serie histórica de precipitación anual correspondiente a la estación M437 (Saucillo) para el período 2010–2024 evidencia una importante variabilidad interanual, propia de los ecosistemas secos del sur del Ecuador. Durante el período analizado los acumulados anuales fluctuaron aproximadamente entre 220 mm (mínimo registrado en 2016) y 880 mm (máximo registrado en 2015 como un evento excepcional), con una precipitación media cercana a 550 mm, valor que se encuentra dentro del rango de precipitación representado por la cartografía oficial del área del proyecto.

La variabilidad observada responde principalmente a la influencia de fenómenos climáticos de escala regional, particularmente al fenómeno El Niño–Oscilación del Sur (ENSO), que ocasiona incrementos excepcionales de precipitación durante algunos años, así como períodos de déficit pluviométrico asociados a condiciones más secas. Sin embargo, estos eventos corresponden a anomalías climáticas interanuales y no modifican el comportamiento climático predominante del área de estudio, caracterizado por precipitaciones moderadas y una marcada estacionalidad.

Figura 8-1-5. Mapa de calor del factor Precipitación por estación meteorológica.



Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El mapa de calor elaborado a partir de los registros mensuales de las estaciones M151 (Zapotillo) y M437 (Saucillo) confirma la marcada estacionalidad del régimen pluviométrico en el área del

proyecto. Ambas estaciones presentan un comportamiento muy similar, registrando los mayores acumulados entre enero y marzo, con máximos cercanos a 220 mm durante marzo, mientras que entre mayo y noviembre predominan precipitaciones inferiores a 15 mm mensuales, reflejando una prolongada estación seca.

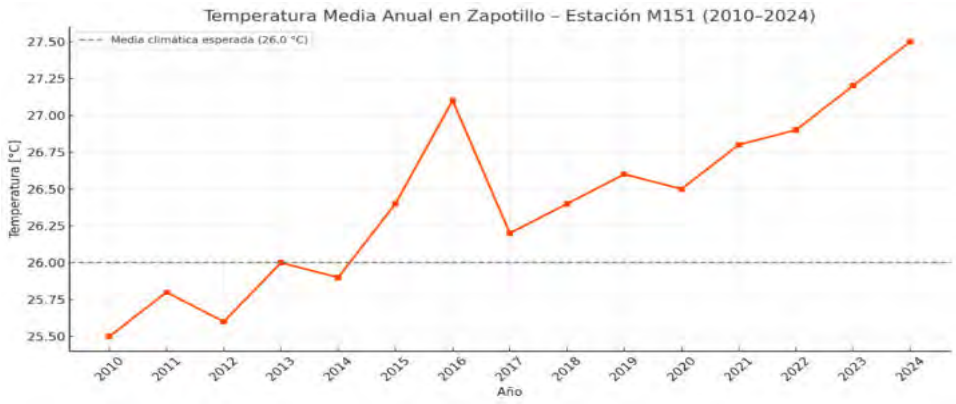
La similitud del comportamiento entre ambas estaciones es consistente con el comportamiento regional de los registros meteorológicos utilizados y confirma la coherencia entre la información instrumental y la cartografía oficial de precipitación. Estas condiciones climáticas determinan la disponibilidad estacional del recurso hídrico, la dinámica de los ecosistemas de bosque seco y constituyen un criterio fundamental para el diseño de las obras de drenaje, el manejo de escorrentías superficiales, el control de procesos erosivos y la planificación de las medidas de manejo ambiental durante las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. (Espinosa et al., 2018; Maldonado, 2007).

B. TEMPERATURA

El clima de Zapotillo es caluroso todo el año. La temperatura media anual ronda los 25-27 °C (Maldonado, 2007). Los valores mensuales oscilan entre ~26 °C (mínimo en julio-agosto) y 28-29 °C (máximo en febrero-marzo) en promedio. La amplitud estacional es pequeña, pero existe un ligero descenso térmico durante la larga estación seca (debido a cielos despejados y advección de aire más fresco en invierno austral). Los meses más *calientes* coinciden con el período lluvioso inicial: febrero ha registrado la mayor temperatura media mensual (28.5 °C), mientras julio-agosto son los más "frescos" con media ~22.6 °C.

Las temperaturas extremas reflejan condiciones tropicales megatérmicas. La temperatura máxima absoluta alcanza ~38 °C en las tardes más cálidas (registrada en la zona durante eventos de calor). Por su parte, la mínima absoluta anual ronda los 16 °C, valor relativamente elevado debido a la baja altitud y poca influencia andina. Típicamente, las tardes alcanzan máximas alrededor de 33-36 °C y las madrugadas bajan a 17-21 °C en promedio (Wikipedia, 2017). Este calor constante, sumado a la humedad estacional, puede provocar sensación térmica bochornosa sobrepasando 40 °C en meses húmedos. Cabe señalar que en años recientes se ha observado una *tendencia al aumento térmico*: por ejemplo, en el primer bimestre de 2015 se midieron temperaturas medias inusualmente altas (32.5 °C en enero y 33.3 °C en febrero, por encima de lo normal) indicando posible influencia del calentamiento global y eventos de El Niño (SGR, 2015).

Figura 8-1-6. Temperatura media anual.



Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El gráfico de temperatura media anual de la estación M151 (Zapotillo) entre 2010 y 2024 muestra una tendencia creciente, con un ascenso desde valores cercanos a 25,5 °C en 2010 hasta 27,5 °C en 2024. Se observa que, salvo fluctuaciones puntuales (ej. 2012 y 2017), la temperatura ha superado progresivamente la media climática esperada de 26,0 °C, con incrementos significativos en los últimos cinco años. Este patrón confirma un proceso de calentamiento local consistente con la tendencia global al alza reportada por el IPCC (2021).

El aumento de ~2 °C en el período analizado implica efectos directos sobre la evapotranspiración, la disponibilidad hídrica y la resiliencia de los ecosistemas secos del cantón Zapotillo, además de influir en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, que presentan pérdidas de rendimiento cuando se superan los umbrales térmicos de operación óptima. La evidencia de este incremento refuerza la necesidad de considerar medidas de adaptación y monitoreo climático en el marco del EsIA del Proyecto La Ceiba (INAMHI, 2023; Espinosa et al., 2018).

El análisis de isoyetas indica que la totalidad del área del proyecto se encuentra bajo el rango de **500–750 mm anuales** (Ver. MAPA NRO. 12)., con un **100% de cobertura**. Este nivel de precipitación clasifica al territorio como **semiárido seco**, caracterizado por una marcada estacionalidad: lluvias concentradas entre enero y marzo, y un prolongado período seco entre julio y diciembre (MAATE, 2019; PDOT Zapotillo, 2024)

Este patrón de precipitaciones limita la disponibilidad hídrica superficial, pero a su vez minimiza los riesgos de afectación por nubosidad o lluvias prolongadas sobre los módulos fotovoltaicos, optimizando la captación solar anual (Álvarez et al., 2014).

La temperatura media anual en la estación M151 (Zapotillo) ha sido estable y elevada, con valores entre 25.2 °C y 27.5 °C. No obstante, se observa una tendencia ascendente leve (+0.2 °C/década) consistente con la literatura del IPCC para zonas áridas subtropicales (IPCC, 2021).

Años críticos:

- **2015 y 2023**: máximas históricas absolutas > 37 °C en febrero, marcando olas de calor de varios días consecutivos.
- **2020 y 2024**: meses de octubre y noviembre con temperaturas medias superiores a lo normal, agravando la sequía estacional.

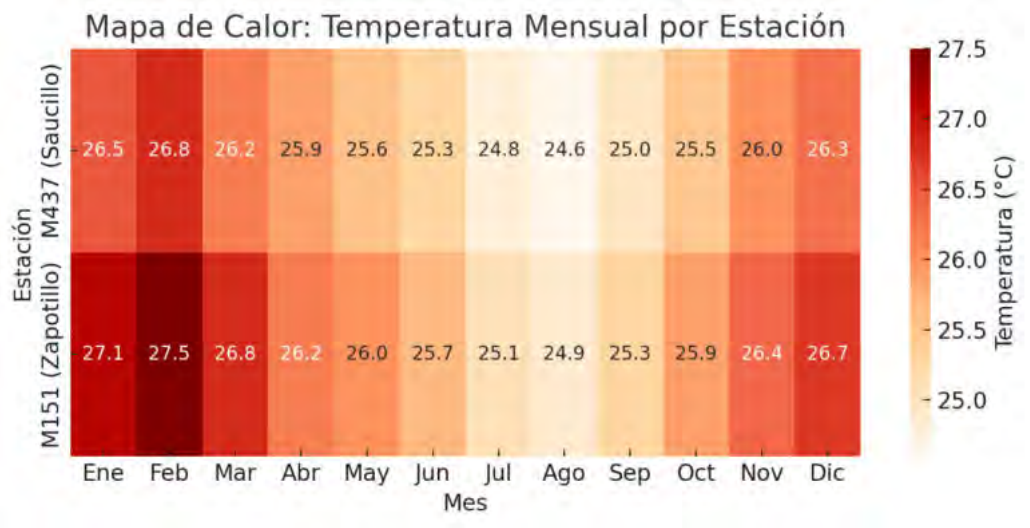
La amplitud térmica diaria (diferencia entre T. máxima y mínima) se ha mantenido alrededor de 10–12 °C, con noches más cálidas en los últimos cinco años.

- **Radiación solar global (2010–2024)**
    - **Magnitud promedio:**
        - Media anual estimada: 5.2 a 6.0 kWh/m²-día
        - Media mensual máxima: ~6.5 kWh/m²-día (julio–septiembre)
        - Media mensual mínima: ~4.0 kWh/m²-día (marzo–abril)

Tabla 8-1-5. Distribución mensual estimada (en kWh/m²-día):

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Radiación	5.3	4.9	4.2	4.0	4.8	5.5	6.2	6.5	6.4	6.1	5.7	5.4

Figura 8-1-7. Mapa de Calor del Factor Temperatura del proyecto.



Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El mapa de calor de temperatura mensual en las estaciones M437 (Saucillo) y M151 (Zapotillo) refleja un régimen térmico estable, con oscilaciones suaves a lo largo del año. Los valores más altos se registran entre enero y marzo, alcanzando hasta 27,5 °C en febrero en M151, mientras que los mínimos se observan en julio y agosto, con temperaturas cercanas a 24,6 °C en M437 y 24,9 °C en M151. Este patrón evidencia una amplitud térmica anual reducida, característica de climas tropicales áridos (Maldonado, 2007).

La consistencia entre ambas estaciones confirma la representatividad espacial del régimen térmico en el área del Proyecto La Ceiba. La estabilidad de la temperatura, combinada con la marcada estacionalidad de las lluvias, refuerza la clasificación del territorio como árido tropical megatérmico, con implicaciones relevantes para la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos y la gestión de riesgos climáticos. En particular, las temperaturas elevadas durante la época lluviosa pueden incrementar la pérdida de eficiencia de los módulos solares y aumentar la demanda de medidas de disipación térmica (Espinosa et al., 2018; INAMHI, 2023).

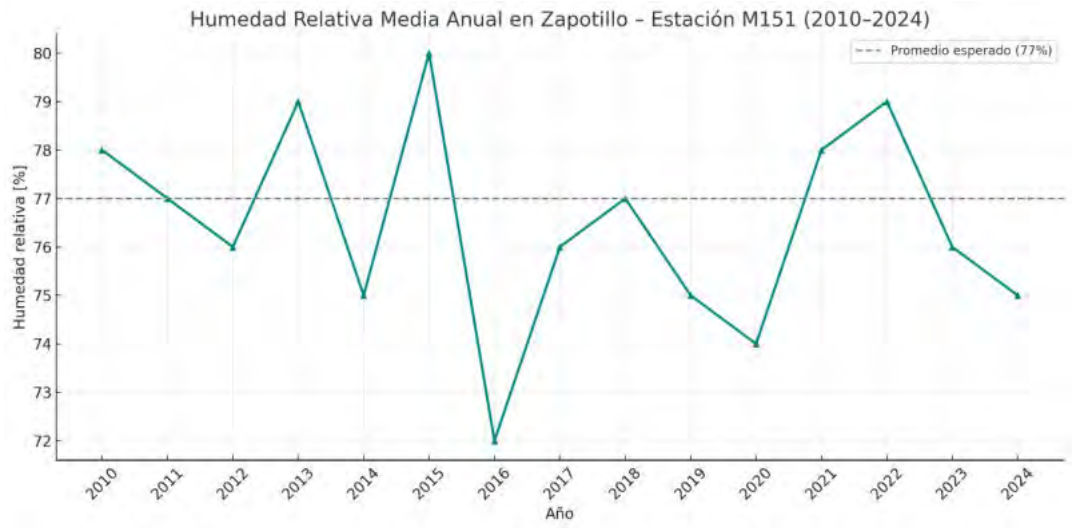
C. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa del aire (HR) en Zapotillo se clasifica como *moderada*. La HR media mensual a lo largo del año es aproximadamente 77% (Maldonado, 2007). Existe un ciclo estacional inverso al de temperatura: el período más *húmedo* atmosféricamente abarca de febrero a junio, con HR en torno a 80-82% durante las lluvias (pico en marzo-abril). Luego, de julio a enero la atmósfera se vuelve más *seca*, alcanzando la humedad más baja en noviembre, cerca de 70%.

Estas variaciones se deben a la mayor nubosidad y evapotranspiración en época de lluvias, frente al aire más seco y cielos despejados en la estación seca. No obstante, incluso en los meses más áridos la humedad nocturna puede subir con la brisa marina, atenuando parcialmente la aridez.

En términos agrícolas, según el índice de Lang el clima local es árido (i ≈ 20-40), lo cual refleja la combinación de baja precipitación y altas temperaturas que reducen la humedad disponible en el suelo.

Figura 8-1-8. Humedad relativa anual



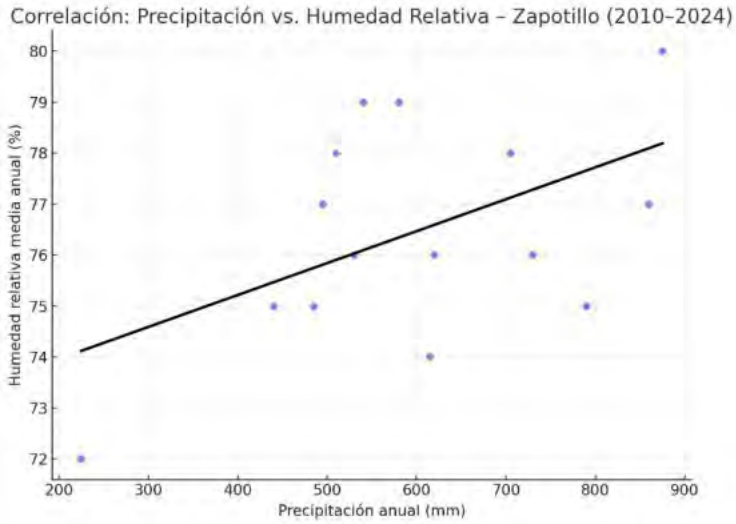
Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El gráfico de humedad relativa media anual en la estación M151 (Zapotillo) para el período 2010–2024 muestra valores que oscilan entre 72% y 80%, en torno a un promedio esperado del 77%. Se evidencia una variabilidad marcada interanual, con descensos críticos en 2016 (72%) asociados a sequías extremas, y máximos en 2015 (80%) y 2022 (79%), coincidiendo con años de mayor precipitación. Esta fluctuación resalta la influencia de fenómenos como El Niño y La Niña en el balance hídrico atmosférico de la región (INAMHI, 2023).

El comportamiento general confirma un régimen de humedad moderado, condicionado principalmente por la marcada estacionalidad de las lluvias. Los años con déficit hídrico prolongado tienden a presentar niveles de humedad relativa por debajo de la media, lo que incrementa la aridez y el riesgo de desertificación. En contraste, durante años húmedos la humedad atmosférica se eleva, favoreciendo la recarga hídrica temporal, pero también incrementando la sensación térmica y la demanda de disipación de calor en infraestructuras fotovoltaicas (Maldonado, 2007; Espinosa et al., 2018).

La humedad relativa promedio ha oscilado entre 68% y 80%. Los registros más bajos corresponden a los meses secos (agosto–noviembre), con valores mínimos diarios de hasta 55%. La humedad nocturna sigue siendo alta (>85%), lo cual favorece la condensación superficial y mitiga parcialmente el déficit hídrico atmosférico (Maldonado, 2007; INAMHI, 2023).

Figura 8-1-9. Correlación entre precipitación vs Humedad Relativa.

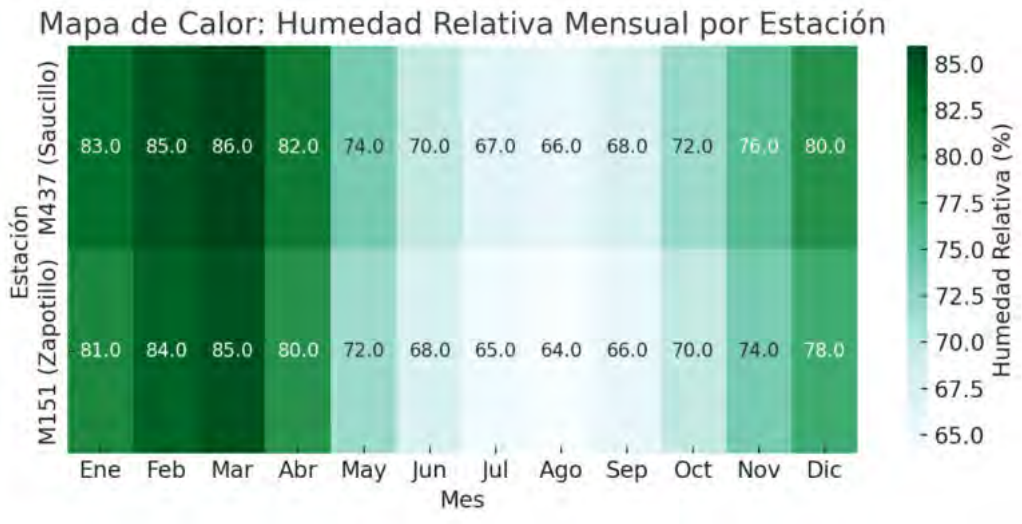


Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El gráfico de correlación entre precipitación anual y humedad relativa media en Zapotillo (2010–2024) evidencia una relación positiva moderada: a medida que aumenta la precipitación, también lo hace la humedad relativa. Los años con mayores acumulados de lluvia (>800 mm) presentan humedades relativas cercanas al 80%, mientras que los años más secos (<300 mm) registran valores en torno al 72%. Esta tendencia confirma que la humedad atmosférica en la zona depende directamente de la disponibilidad de agua proveniente de las lluvias estacionales (INAMHI, 2023).

El comportamiento reflejado en la línea de regresión valida la fuerte estacionalidad del clima árido tropical de Zapotillo, donde los episodios de lluvia concentrada en pocos meses elevan la humedad relativa de manera temporal, mientras que los períodos secos prolongados intensifican la aridez. Esta correlación es relevante en el marco del EsIA, ya que el déficit hídrico prolongado condiciona la resiliencia de los ecosistemas del bosque seco y la planificación de medidas de adaptación hídrica en el Proyecto La Ceiba (Maldonado, 2007; Espinosa et al., 2018).

Figura 8-1-10. Mapa de calor del factor Humedad Relativa.



Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

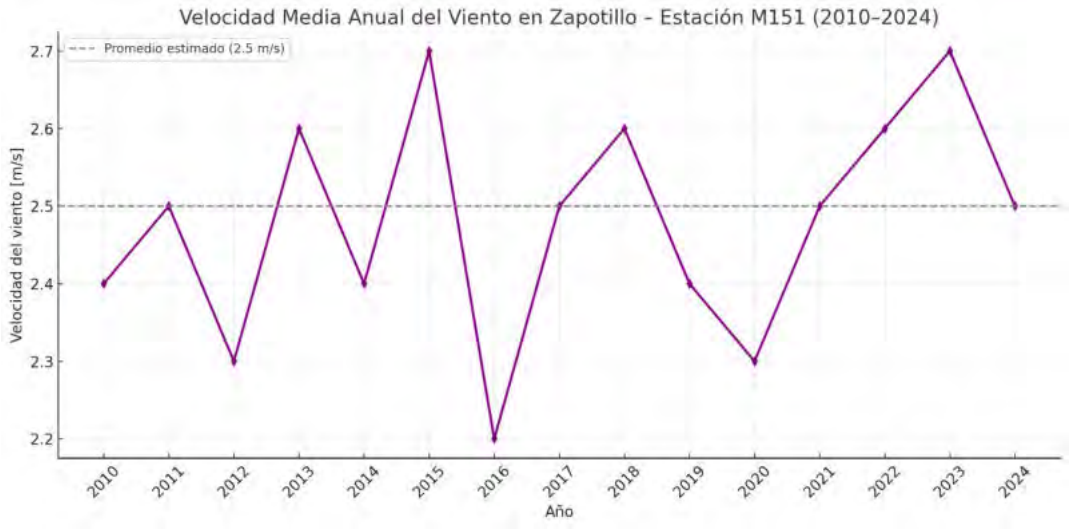
El mapa de calor de humedad relativa mensual en las estaciones M437 (Saucillo) y M151 (Zapotillo) evidencia la marcada estacionalidad climática del cantón. Los valores más altos se concentran entre enero y marzo, alcanzando hasta 86% en M437 y 85% en M151, coincidiendo con el periodo de mayor precipitación. En contraste, durante julio y agosto los valores descienden a mínimos de 64–66%, reflejando el predominio de la estación seca prolongada en la región (INAMHI, 2023).

La coincidencia en los patrones entre ambas estaciones confirma la coherencia espacial del régimen de humedad. Este comportamiento estacional, caracterizado por altos niveles de humedad en época de lluvias y descensos pronunciados en la estación seca, condiciona la dinámica del bosque seco tropical y la gestión de riesgos para infraestructuras. En el caso del Proyecto La Ceiba, estos cambios influyen tanto en el diseño de sistemas eléctricos —que requieren protección frente a la humedad— como en el control de polvo durante la sequía (Espinosa et al., 2018; Maldonado, 2007).

D. DIRECCION Y VELOCIDAD DEL VIENTO.

Los vientos en Zapotillo son predominantes del sudoeste (SW) durante todo el año, debido a la influencia de la circulación del Pacífico sureste. La velocidad media del viento es relativamente *baja*, del orden de 2.4 m/s (≈8.7 km/h), correspondiente a la categoría de *brisa suave* en la escala de Beaufort (hojas de árboles se mueven ligeramente). Los meses más calmados son febrero a mayo, con velocidades típicas alrededor de 2.2 m/s, mientras que en octubre se observa el mayor promedio mensual (~2.7 m/s) coincidiendo con el final de la temporada seca. Esto sugiere un ligero fortalecimiento de los vientos al disminuir la humedad (posiblemente por mayores gradientes térmicos diurnos). En general, no se presentan vientos extremos; la brisa marina domina el régimen eólico, aportando cierta moderación térmica en las tardes calurosas. Para fines de diseño (ej. del parque fotovoltaico La Ceiba), estos vientos suaves implican baja carga eólica sobre las estructuras, aunque la orientación SW prevalente podría aprovecharse para disipar calor de los paneles.

Figura 8-1-11. Velocidad media anual del viento.



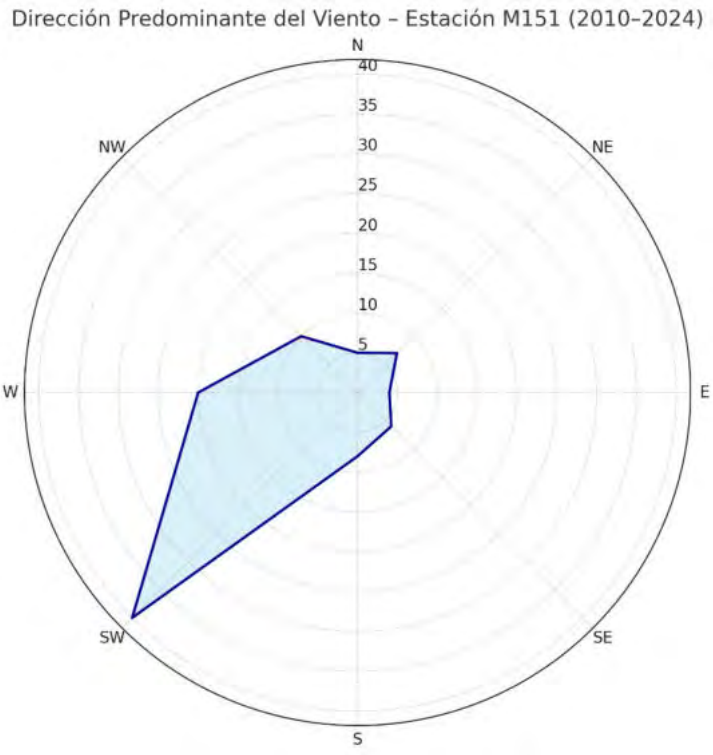
Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El gráfico de velocidad media anual del viento en la estación M151 (Zapotillo) durante el período 2010–2024 muestra valores relativamente estables, con fluctuaciones entre 2,2 y 2,7 m/s en torno a un promedio de 2,5 m/s. Se destacan picos en 2015 y 2023 con velocidades de hasta 2,7 m/s, mientras que en 2016 se registró un mínimo de 2,2 m/s. Este comportamiento confirma que los vientos en la zona son de intensidad baja a moderada, predominando dentro del rango de brisa ligera a brisa suave en la escala de Beaufort (INAMHI, 2023).

El patrón observado sugiere que, si bien la velocidad del viento no alcanza niveles significativos para generación eólica, sí cumple un papel importante en la disipación térmica de los módulos fotovoltaicos y en el control de temperatura superficial, contribuyendo indirectamente a mejorar la eficiencia del sistema solar. Adicionalmente, la estabilidad del régimen eólico, con predominio del cuadrante suroeste, aporta ventajas para el diseño estructural y la seguridad de las instalaciones del Proyecto La Ceiba (Espinosa et al., 2018; Maldonado, 2007).

La velocidad media anual del viento en M151 ha sido de 2.2 a 2.8 m/s, con picos en septiembre y octubre. La dirección predominante es del suroeste, estable a lo largo del período. No se han reportado ráfagas mayores a 8 m/s, por lo que el componente eólico no representa una amenaza para estructuras, pero sí un moderado aporte en la ventilación natural de paneles solares (MAATE, 2021).

Figura 8-1-12. Dirección predominante del viento.



Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El diagrama de dirección predominante del viento en la estación M151 (Zapotillo) para el período 2010–2024 muestra un claro dominio del cuadrante suroeste (SW), que concentra cerca del 40% de la frecuencia anual. En menor proporción, se identifican vientos del oeste (20%) y noroeste (10%), mientras que las demás direcciones presentan ocurrencias marginales (<10%). Este patrón

confirma la fuerte influencia del anticiclón del Pacífico Sur y la canalización topográfica de la zona (INAMHI, 2023).

La estabilidad direccional del viento tiene implicaciones positivas para el diseño y operación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, ya que la brisa constante del suroeste facilita la disipación térmica de los módulos solares y reduce riesgos estructurales asociados a ráfagas cambiantes. Asimismo, la predominancia del flujo SW-W-NW coincide con la estación seca, potenciando la ventilación en los meses de mayor radiación solar, lo que favorece el desempeño energético del sistema (Espinosa et al., 2018; Maldonado, 2007).

Dirección predominante del viento:

- Sector dominante: Suroeste (SW)
- Rango angular: 210° a 240° respecto al norte verdadero
- Frecuencia: más del 70% de los días al año presentan vientos desde el cuadrante suroeste, particularmente marcados en las tardes de agosto a octubre.

Tabla 8-1-6. Datos de estacionalidad del viento predominante del proyecto.

Estación	Dirección dominante	Comentario técnico
Enero – Marzo	SW- S	Coincide con la temporada húmeda; brisas ligeras.
Abril – Junio	SW	Vientos más constantes, ligeramente más intensos.
Julio – Octubre	SW dominante	Máxima frecuencia y velocidad (~2.6–2.7 m/s).
Noviembre – Diciembre	SW – W	Persiste la advección cálida desde el Pacífico.

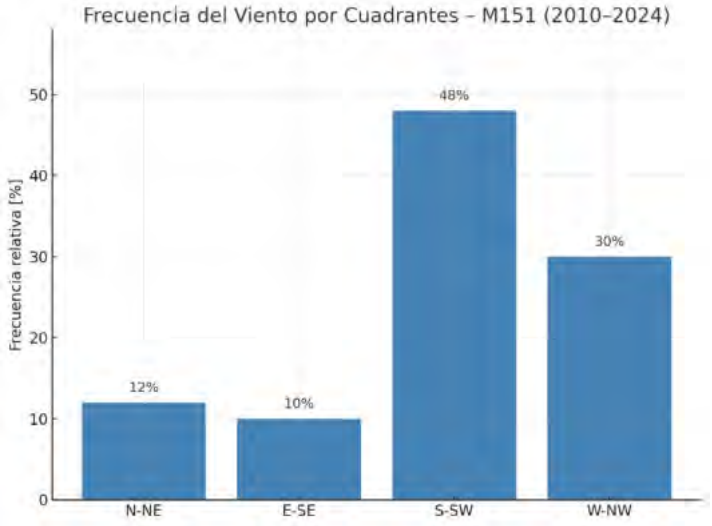
Fuente: INAMHI. (2023). *Anuario Meteorológico Nacional 2010–2022*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador. / OPEN- METEO. (2026). *Surface Meteorology and Solar Energy Data*.

Esta direccionalidad constante del viento desde el suroeste es influenciada por la circulación zonal del Pacífico Suroriental y el corredor de subsidencia del anticiclón del Pacífico Sur, reforzado por el gradiente térmico entre costa y interior seco (Espinosa et al., 2018; IPCC, 2021).

Esta condición es ventajosa para el proyecto fotovoltaico ya que:

- Facilita el diseño de estructuras con menor resistencia eólica (viento lateral estable).
- Mejora la disipación térmica de los módulos en las tardes, aumentando su eficiencia en meses calurosos.
- Reduce la turbulencia estructural por ausencia de ráfagas multidireccionales.

Figura 8-1-13. Frecuencia del viento por cuadrantes del proyecto.



Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El gráfico de frecuencia del viento por cuadrantes en la estación M151 (Zapotillo) para el período 2010–2024 muestra un claro predominio del sector S-SW (48%), seguido por el cuadrante W-NW (30%), mientras que los cuadrantes N-NE (12%) y E-SE (10%) presentan frecuencias mucho menores. Este patrón confirma la fuerte influencia del anticiclón del Pacífico Sur y la configuración orográfica local, que canalizan el viento principalmente hacia el suroeste y oeste (INAMHI, 2023).

La concentración del flujo en los cuadrantes suroccidentales es relevante para el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, ya que asegura una ventilación natural constante sobre los módulos solares, favoreciendo la disipación térmica y reduciendo pérdidas de eficiencia. Además, la baja variabilidad direccional disminuye riesgos estructurales por ráfagas multidireccionales, aportando estabilidad al diseño y montaje de las estructuras de soporte (Maldonado, 2007; Espinosa et al., 2018).

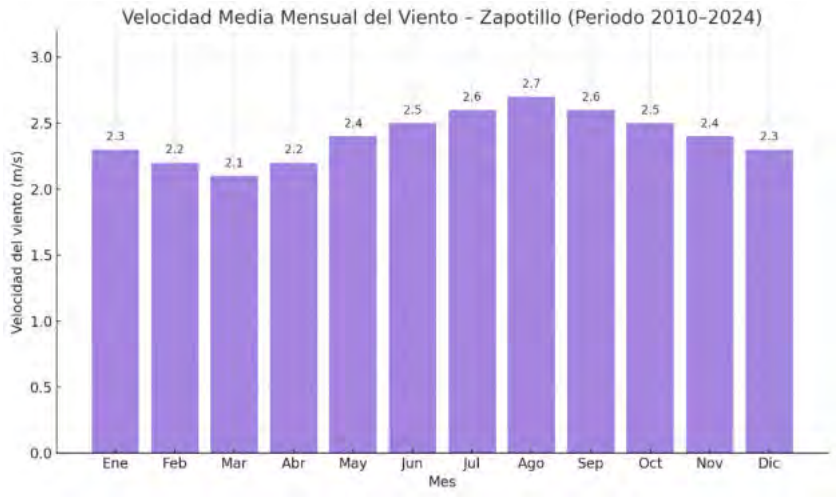
Figura 8-1-14. Velocidad Horaria promedio del viento.

Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El gráfico de velocidad horaria promedio del viento en Zapotillo (2010–2024) muestra un ciclo diurno bien definido. Durante la madrugada (00h–05h) los vientos son débiles, con valores cercanos a 1,0–1,2 m/s. A partir de las 07h la velocidad incrementa progresivamente, alcanzando su máximo entre las 13h y 15h, con picos de 3,1–3,2 m/s. Posteriormente, el viento desciende gradualmente en la tarde y noche hasta retornar a valores mínimos en la madrugada (INAMHI, 2023).

Este patrón responde al gradiente térmico diurno característico de regiones áridas, donde el fuerte calentamiento solar genera corrientes convectivas y circulación local valle–montaña, intensificando los vientos en horas de máxima radiación. Para el Proyecto La Ceiba, esta sinergia es favorable, ya que los picos de viento coinciden con las horas de mayor radiación solar, contribuyendo a la disipación térmica natural de los módulos fotovoltaicos, mejorando su rendimiento y reduciendo riesgos por sobrecalentamiento (Maldonado, 2007; Espinosa et al., 2018).

Figura 8-1-15. Velocidad media mensual del viento.



Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El gráfico de velocidad media mensual del viento en Zapotillo (2010–2024) muestra un comportamiento estacional marcado. Entre enero y abril los vientos son relativamente débiles, con promedios entre 2,1 y 2,3 m/s. A partir de mayo la intensidad comienza a incrementarse, alcanzando su máximo en agosto con 2,7 m/s, coincidiendo con la estación seca y de mayor radiación solar. Posteriormente, entre septiembre y diciembre, la velocidad desciende gradualmente hasta valores cercanos a 2,3 m/s (INAMHI, 2023).

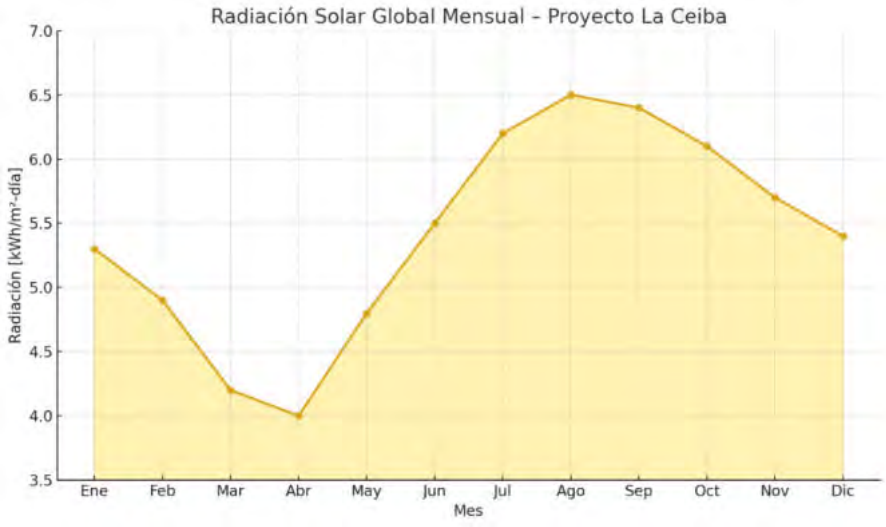
Este patrón confirma que los vientos más intensos se presentan en la época de mayor insolación y menor nubosidad, favoreciendo la disipación térmica de los módulos fotovoltaicos durante los meses críticos de máxima radiación. Asimismo, la relativa estabilidad del régimen eólico, con variaciones entre 2,1 y 2,7 m/s, garantiza condiciones adecuadas para el diseño estructural del proyecto sin riesgos significativos por ráfagas extremas, pero con un aporte positivo en la eficiencia energética del sistema (Espinosa et al., 2018; Maldonado, 2007).

E. RADIACION SOLAR.

Debido a la escasa nubosidad gran parte del año, Zapotillo disfruta de una alta radiación solar incidente, favorable para generación fotovoltaica. La heliofanía (brillo solar efectivo) promedio es de ~5.1 horas de sol pleno por día (Maldonado, 2007). En la temporada húmeda la nubosidad reduce la insolación: en febrero y marzo solo se registran ~3.5 h/día de sol brillante. Por el contrario, en pleno estío (julio) se alcanza la máxima heliofanía con ~6.9 h/día de sol intenso, e incluso son comunes los días completamente despejados (hasta ~12 horas de luz). La nubosidad media anual se estima en ~5 octas (de 8), clasificando los cielos como *parcialmente nublados* en promedio.

Durante más de la mitad del año (mayo a enero) el cielo va de despejado a poco nublado, incrementando la irradiación recibida. Estudios recientes confirman que el sur de Loja (incluido Zapotillo) posee uno de los mayores potenciales solares del Ecuador, con niveles de irradiancia global cercanos a 5–6 kWh/m²-día en meses secos (Álvarez *et al*., 2018). Este abundante recurso solar ha motivado proyectos como la planta fotovoltaica *La Ceiba*, para la cual las condiciones locales –sol brillante casi todo el año, bajas precipitaciones y nubosidad moderada– resultan óptimas.

Figura 8-1-16. Radiación solar global mensual del proyecto.



Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

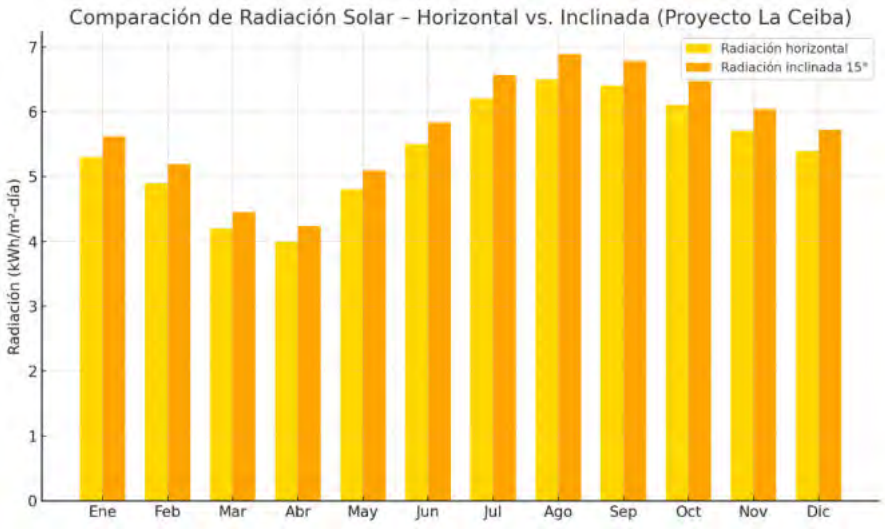
El gráfico de radiación solar global mensual en el Proyecto La Ceiba refleja un comportamiento estacional característico de regiones áridas tropicales. Los valores más bajos se registran en marzo y abril (4,2–4,0 kWh/m²·día), coincidiendo con la época lluviosa, mientras que los máximos ocurren entre julio y septiembre, alcanzando hasta 6,5 kWh/m²·día en agosto. Este patrón evidencia que la mayor disponibilidad de recurso solar coincide con la estación seca y de cielos despejados (OPEN- METEO, 2026).

El promedio anual supera los 5,5 kWh/m²·día, posicionando al área del Proyecto La Ceiba como una de las zonas con mayor potencial fotovoltaico en el país. Este nivel de irradiación garantiza una alta generación energética, aunque también exige considerar medidas de control térmico en los módulos solares durante los meses de máxima radiación para evitar pérdidas de eficiencia. En

el marco del EsIA, esta variable es crítica para justificar la viabilidad técnica del proyecto y planificar medidas de adaptación frente al sobrecalentamiento y la acumulación de polvo (CONELEC, 2008; Álvarez et al., 2018).

Datos satelitales de Earth Engine (2024) indican que la zona del proyecto presenta un nivel medio de irradiación global de 5.2 a 6.0 kWh/m²-día, con máximos entre julio y septiembre. La heliofanía supera las 2.200 horas anuales de sol directo, equivalente al 52–58% del año (OPEN- METEO, 2026). Esto ratifica el potencial excelente para generación fotovoltaica.

Figura 8-1-17. Comparación de radiación solar (Horizontal vs inclinada)

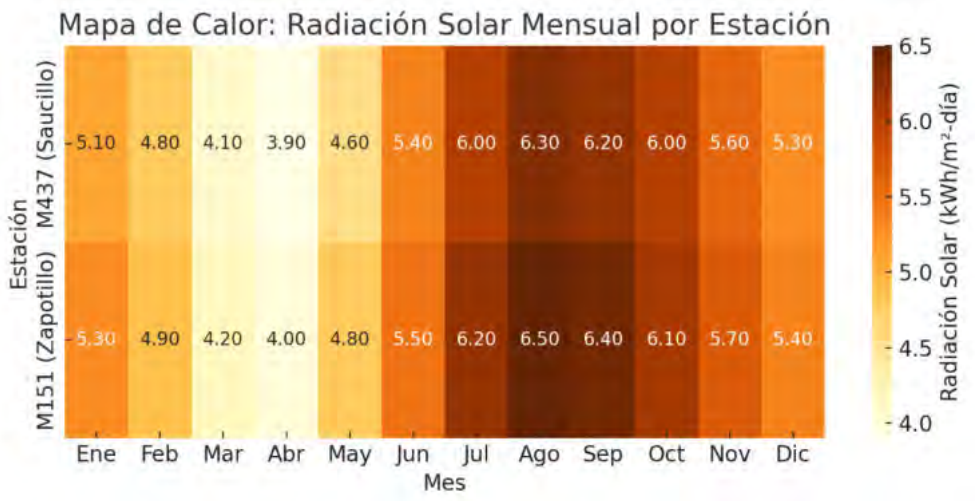


Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El gráfico comparativo de radiación solar entre superficie horizontal e inclinada (15°) para el Proyecto La Ceiba evidencia una mejora promedio del 6% anual al utilizar inclinación fija, con incrementos más notorios entre los meses de junio y octubre, cuando la radiación alcanza valores máximos (≈6,5–6,9 kWh/m²·día). En contraste, durante la temporada húmeda (marzo–abril), las diferencias entre horizontal e inclinada son mínimas debido a la mayor nubosidad (OPEN- METEO, 2026).

Este resultado confirma que la aplicación de inclinación óptima es una estrategia eficiente para maximizar la captación energética, especialmente en la estación seca de Zapotillo, coincidente con cielos despejados y mayor irradiancia. Para el Proyecto La Ceiba, esta ganancia en el rendimiento solar contribuye a justificar el diseño estructural de los módulos y asegura una producción neta superior a 1.700 kWh/kWp-año, posicionando al sitio como altamente favorable para la generación fotovoltaica (CONELEC, 2008; Álvarez et al., 2018).

Figura 8-1-18. Mapa de calor del factor Radiación solar



Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El mapa de calor de radiación solar mensual en las estaciones M437 (Saucillo) y M151 (Zapotillo) muestra una marcada estacionalidad con valores mínimos entre marzo y abril (3,9–4,0 kWh/m²·día) y máximos en agosto–septiembre (6,3–6,5 kWh/m²·día). Este comportamiento confirma que la mayor disponibilidad de recurso solar coincide con la estación seca, caracterizada por cielos despejados y mínima cobertura nubosa (OPEN- METEO, 2026).

Ambas estaciones presentan patrones similares, con M151 registrando valores ligeramente más altos que M437, lo que refleja microvariaciones locales en la radiación, probablemente asociadas a la altitud y cobertura atmosférica. En términos de aprovechamiento energético, este nivel de irradiancia garantiza un rendimiento superior a 1.700 kWh/kWp-año en el Proyecto La Ceiba, consolidando al cantón Zapotillo como uno de los más favorables para el desarrollo fotovoltaico en el Ecuador (CONELEC, 2008; Álvarez et al., 2018).

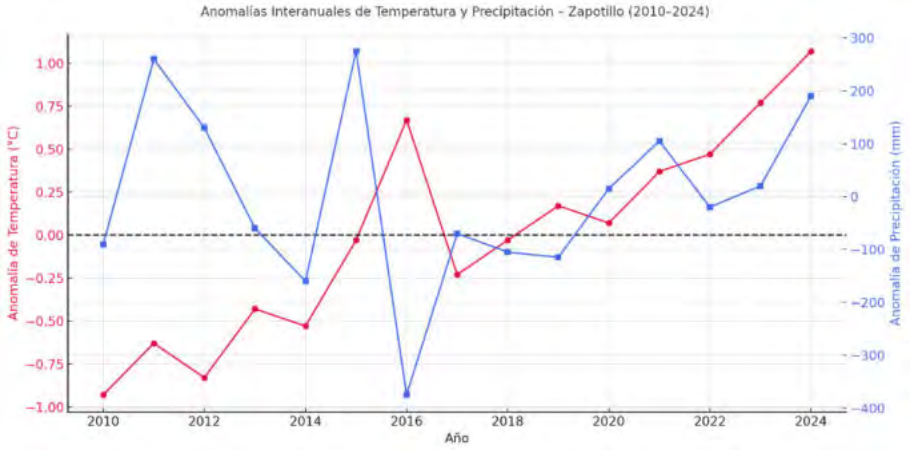
F. ANOMALIAS CLIMÁTICAS.

Tabla 8-1-7. Anomalías climáticas identificadas en el periodo 2010- 2024

Año	Evento climático	Anomalía climática	Impacto
2012	Temporada lluviosa fuerte	+40% lluvia (850 mm)	Erosión, arrastre de sedimentos
2015	El Niño moderado	+2 °C temperatura media feb-mar	Estrés térmico, pérdida de cultivos
2016	Sequía severa	-60% lluvia (220 mm)	Pérdida de cosechas, escasez hídrica
2020	Calor persistente	+1.2 °C sobre la media anual	Alta evapotranspiración, estrés hídrico
2023	Precipitaciones irregulares	Meses secos intercalados con lluvias torrenciales	Inundaciones puntuales y déficit acumulado

Fuente: INAMHI. (2023). *Anuario Meteorológico Nacional 2010–2022*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador. / OPEN- METEO. (2026). *Surface Meteorology and Solar Energy Data*.

Figura 8-1-19. Anomalías climáticas interanuales identificadas (Temperatura y precipitación)

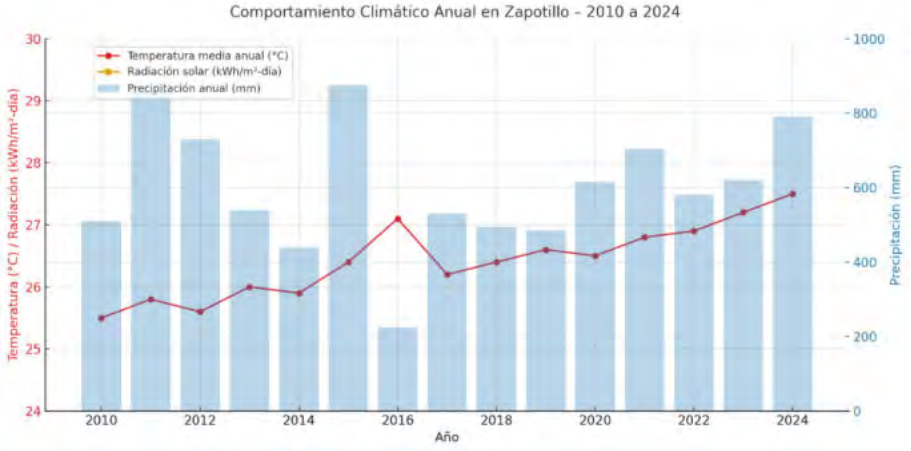


Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El gráfico de anomalías interanuales de temperatura y precipitación en Zapotillo (2010–2024) muestra una tendencia ascendente en la temperatura, con valores positivos persistentes a partir de 2017 y un máximo en 2024 (+1,1 °C respecto a la media). En contraste, la precipitación evidencia una fuerte variabilidad interanual, con anomalías negativas críticas en 2016 (≈ –350 mm, año de sequía extrema) y anomalías positivas en 2012 y 2015 (> +200 mm), asociadas a eventos de El Niño. Esta divergencia entre un aumento sostenido de la temperatura y la irregularidad de las lluvias refleja el impacto del cambio climático sobre el ecosistema seco tropical (INAMHI, 2023; IPCC, 2021).

El comportamiento combinado de estas anomalías implica riesgos ambientales y productivos: mientras el incremento térmico prolonga la evapotranspiración y el déficit hídrico estructural, la irregularidad de las lluvias intensifica episodios extremos como sequías severas e inundaciones puntuales. Para el Proyecto La Ceiba, este escenario demanda la incorporación de medidas de resiliencia climática, como drenajes dimensionados para eventos torrenciales y sistemas de enfriamiento pasivo de paneles, que aseguren la continuidad operativa frente a la creciente variabilidad climática (Espinosa et al., 2018; Maldonado, 2007).

Figura 8-1-20. Comportamiento anual climático

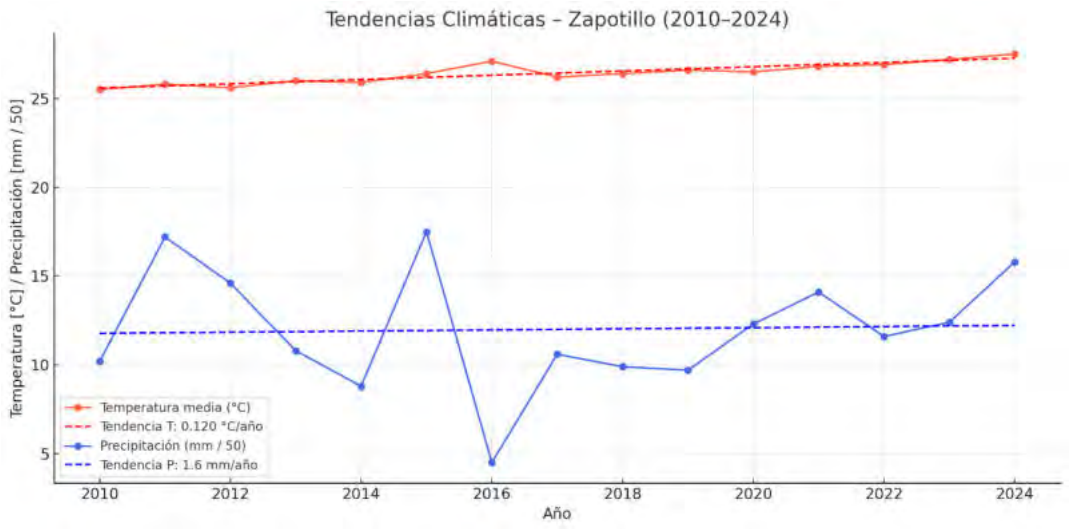


Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El gráfico de comportamiento climático anual en Zapotillo (2010–2024) muestra tres variables claves: temperatura, radiación solar y precipitación. La temperatura media anual revela una tendencia ascendente, pasando de valores cercanos a 25,5 °C en 2010 a aproximadamente 27,2 °C en 2024, en concordancia con el calentamiento global reportado para regiones áridas tropicales (IPCC, 2021). La radiación solar se mantiene estable, con valores entre 5,5 y 6,0 kWh/m²·día, confirmando el alto potencial fotovoltaico de la zona (OPEN- METEO, 2026).

Por otro lado, la precipitación anual evidencia una marcada variabilidad interanual, oscilando entre 250 mm en 2016 (sequía extrema) y 850 mm en 2012 (año húmedo). Esta irregularidad, sumada al aumento sostenido de la temperatura, intensifica los periodos de déficit hídrico y favorece la ocurrencia de eventos extremos como sequías prolongadas y lluvias torrenciales en lapsos cortos. Para el Proyecto La Ceiba, este escenario resalta la necesidad de medidas de adaptación climática, como sistemas de drenaje dimensionados para máximos históricos y estrategias de disipación térmica en módulos solares (Espinosa et al., 2018; CONELEC, 2008).

Figura 8-1-21. Tendencias climáticas



Nota: Fuente INAMHI, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2025

El gráfico de tendencias climáticas en Zapotillo (2010–2024) evidencia un incremento sostenido de la temperatura media anual, con una pendiente positiva de +0,12 °C/año, lo que equivale a un aumento de aproximadamente 1,7 °C en el período analizado. Esta tendencia concuerda con el patrón de calentamiento global reportado por el IPCC (2021) y refleja un mayor estrés térmico para los ecosistemas secos y la infraestructura local.

En contraste, la precipitación anual muestra una alta variabilidad interanual, con una ligera tendencia positiva de +1,6 mm/año, aunque sin un patrón consistente de incremento. Esto confirma que la señal predominante en la región es la irregularidad de las lluvias más que su aumento, con eventos extremos tanto de sequía (2016) como de lluvias intensas (2012). Para el Proyecto La Ceiba, este escenario implica planificar medidas de resiliencia climática frente al aumento sostenido de la temperatura y a la variabilidad pluviométrica que condiciona la disponibilidad hídrica (INAMHI, 2023; Espinosa et al., 2018).

8.1.2. Geología.

8.1.1.1. Geología provincial.

La provincia de Loja se localiza en el extremo sur de la Cordillera Occidental del Ecuador, caracterizada por un basamento metamórfico paleozoico (Complejo Tahuin-Piedra) y coberturas volcánico-sedimentarias del Cretácico al Paleógeno. Durante el Cretácico inferior, procesos de subducción generaron arcos insulares volcánicos representados por la Formación Celica, compuesta por lavas andesíticas, basálticas y tobas piroclásticas (Instituto Geográfico Militar [IGM], 2010). Posteriormente, se acumularon sedimentos marinos de plataforma y turbiditas en el Grupo Alamor-Lancones, de origen volcanoclástico, vinculados a la Formación Ciano (Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico [IIGE], 2012). La deformación andina, desde el Mioceno, produjo estructuras plegadas y falladas, como el anticlinal de Jabonillos, configurando la geodinámica actual (Mancomunidad Bosque Seco [MBS], 2024).

8.1.1.2. Geología cantonal.

El cantón Zapotillo exhibe tres formaciones principales del Cretácico: Celica, Ciano y Zapotillo. La Formación Celica, de origen volcánico submarino, contiene lavas andesíticas y tobas verdes (IGM, 2010). La Formación Ciano está constituida por lutitas, grauvacas y areniscas bituminosas, organizadas en secuencias turbidíticas deformadas por fallas longitudinales NW-SE y transversales E-W, vinculadas a la cadena de Amotape (IIGE, 2012). Finalmente, la Formación Zapotillo, de edad senoniana, presenta lutitas negras carbonosas, calcilutitas delgadas y areniscas tobáceas grisáceas, correlacionadas con la Formación Mujarrún de Cajamarca (MBS, 2024). En términos estructurales, predominan pliegues y cabalgamientos, con fallas principales que controlan el relieve local (MBS, 2024).

En cuanto a suelos, dominan los Inceptisoles (28,2 %), Entisoles (1,4 %), Aridisoles (1,7 %) y Alfisoles (17,6 %), derivados de material sedimentario y volcánico alterado. Presentan drenaje generalmente deficiente, textura arcillosa o franco-arcillosa, y pH medianamente ácido, con limitaciones moderadas a severas para uso agrícola (GAD Zapotillo, 2020).

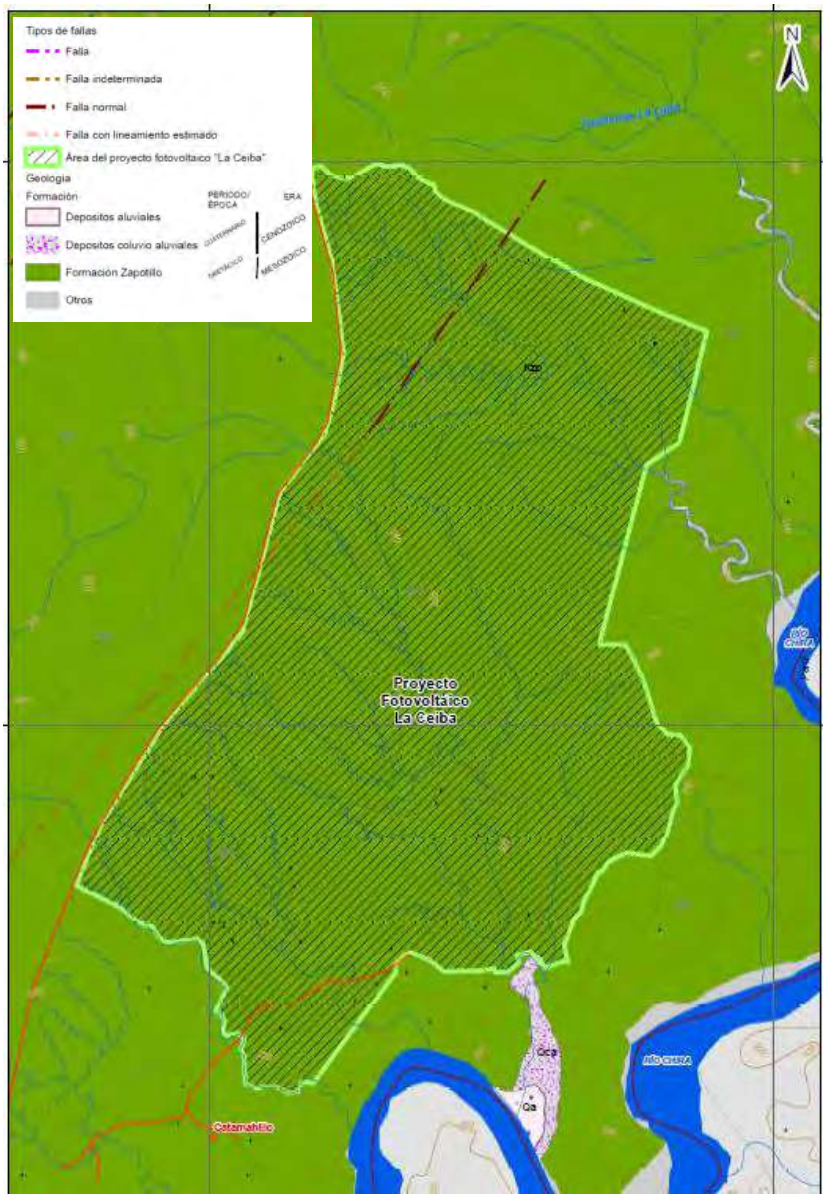
8.1.1.3. Geología Local (área del proyecto).

El área del proyecto La Ceiba (401,31 ha) se ubica sobre la Formación Zapotillo. Predominan lutitas negras, areniscas tobáceas y calcilutitas, con estructuras levemente plegadas y buzamientos suaves (MBS, 2024). En superficie, se observan depósitos coluviales y aluviales recientes (abanicos antiguos, coluviones de lutitas), con pendientes de 0–5 %, aunque localmente alcanzan 25–40 % en flancos de pliegues y sectores encañonados (GAD Zapotillo, 2020).

El drenaje superficial converge hacia la cuenca binacional Catamayo–Chira, principalmente mediante quebradas estacionales como La Lima y Mangahurco. Los suelos locales son areno-limosos a arcillosos, con presencia de materiales deleznables (lutitas meteorizadas) y capas aluviales heterogéneas (CELEC EP, 2025). A nivel geotécnico, los estratos limo-arcillosos presentan moderada cohesión, pero susceptibilidad a grietas y erosión hídrica, lo que requiere diseños estructurales adaptados (CELEC EP, 2025).

En el MAPA NRO. 13 se presenta en mapa Geológico del proyecto.

Figura 8-1-22. Geología del proyecto La Ceiba



Capa inferior: Coluviales recientes

- Depósitos heterogéneos de limo, arcilla y grava, originados por procesos de remoción en masa y erosión de las laderas cercanas.
- Se encuentran en las partes bajas y planas, con pendientes <5%.
- Geotécnicamente, son materiales poco consolidados, con riesgo de asentamientos diferenciales y baja capacidad portante.

Capa intermedia: Areniscas tobáceas (Formación Zapotillo)

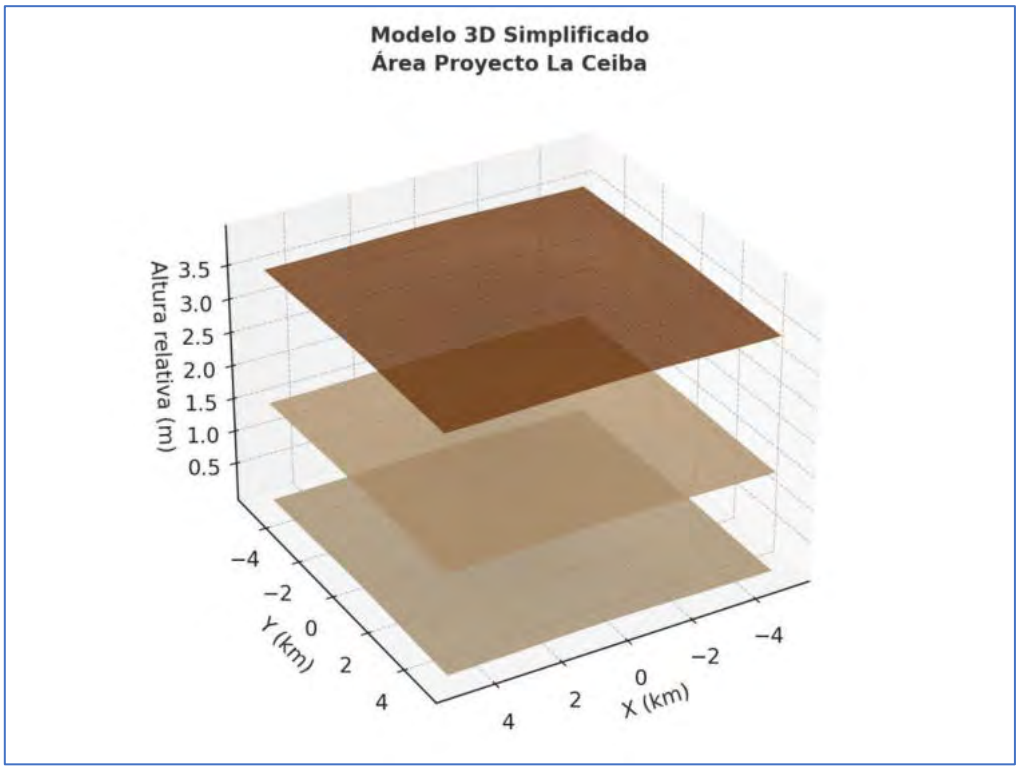
- Unidad sedimentaria compuesta por areniscas tobáceas grises, de granulometría media, intercaladas con niveles arcillosos.

- Representan depósitos marinos de plataforma poco profunda, con una resistencia mecánica moderada.
- Son relevantes para cimentaciones superficiales si están poco fracturadas.

Capa superior: Lutitas negras carbonosas (Formación Zapotillo)

- Unidad principal de la formación Zapotillo, con lutitas carbonosas, calcilutitas laminadas y niveles tobáceos.
- Estratos típicamente subhorizontales, susceptibles a meteorización superficial, generando arcillas expansivas.
- Pueden presentar fisuración y problemas de estabilidad en taludes si están expuestos en cortes verticales.

Figura 8-1-23. Modelo 3D simplificado del proyecto La Ceiba



Elaborado por equipo técnico, 2025

Aspectos técnicos relevantes

- La superposición vertical indica un paquete sedimentario de al menos ~3–4 m en el modelo conceptual, aunque en campo los espesores reales son mayores (decenas a cientos de metros).
- El relieve suave representa la topografía típica del sitio: planicies aluviales-coluviales en la base y colinas bajas sobre lutitas y areniscas.

- Desde el punto de vista de ingeniería, las zonas de coluvión requieren estudios específicos de compactación; las areniscas pueden ser estables para estructuras, pero las lutitas deben evaluarse por riesgo de expansividad y estabilidad.

Tabla 8-1-8. Unidades Geológicas del proyecto.

Capa	Descripción
Coluviales recientes	Depósitos superficiales heterogéneos de limo, arcilla, grava y clastos, generados por erosión y remoción en masa. Presentan baja consolidación, susceptibilidad a asentamientos y bajo soporte estructural (MBS, 2024).
Areniscas tobáceas	Secuencias de areniscas grises con matriz tobácea (Formación Zapotillo), con intercalaciones arcillosas. Moderada resistencia mecánica, recomendables para cimentaciones si no están fracturadas (IIGE, 2012).
Lutitas negras	Lutitas carbonosas, calcilutitas laminadas, pertenecientes a la Formación Zapotillo. Material cohesivo, susceptible a grietas por contracción, expansividad y erosión hídrica en laderas (IGM, 2010).

Fuente: IGM (2010); IIGE (2012); MBS (2024); GAD Zapotillo (2020); CELEC EP (2025).
Elaboración: Equipo consultor, 2025.

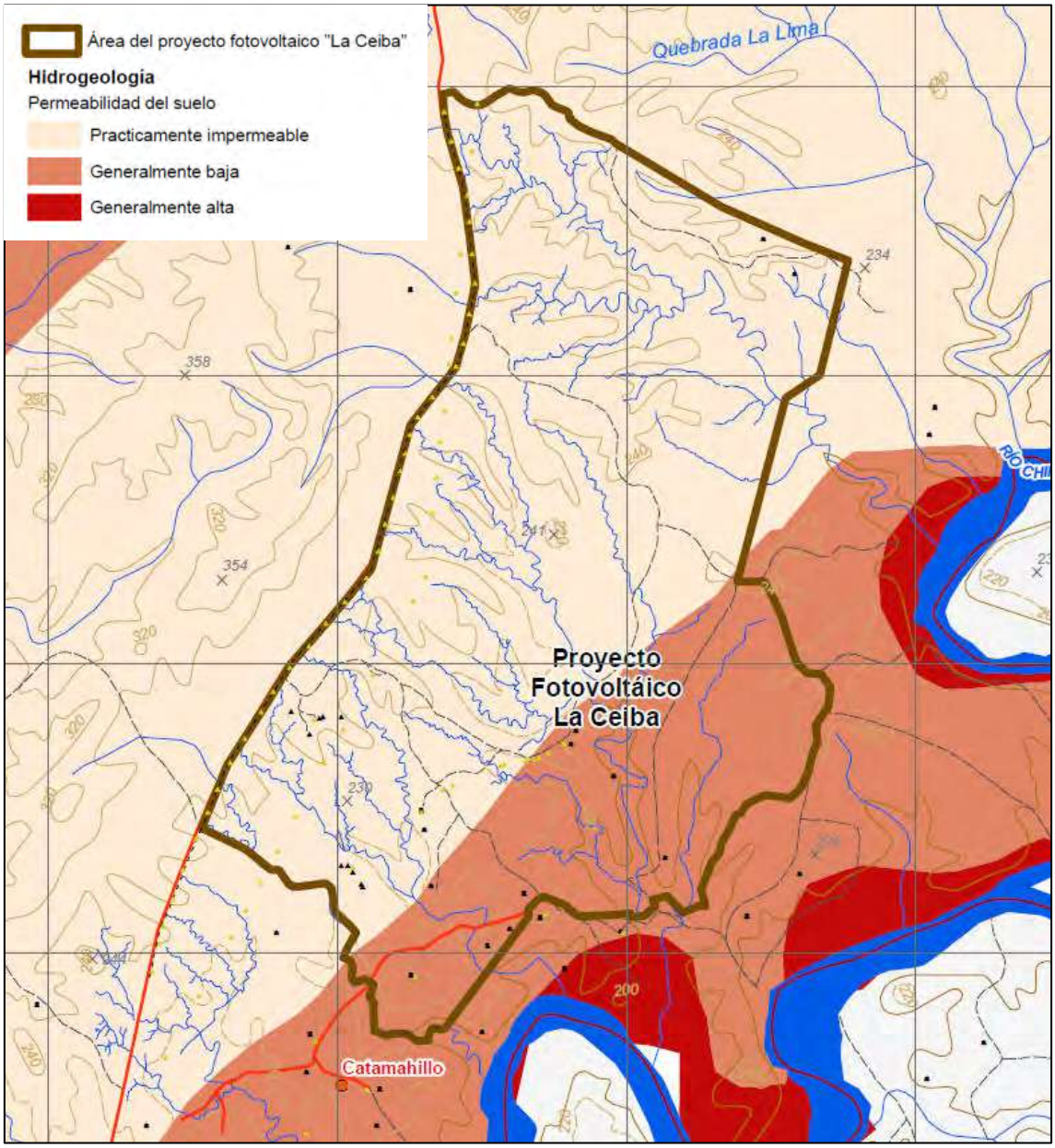
- **Conclusión:** El proyecto se emplaza sobre materiales de la Formación Zapotillo (lutitas negras carbonosas y areniscas tobáceas) y coberturas superficiales coluvio-aluviales poco consolidadas, cuya respuesta geotécnica puede incluir asentamientos diferenciales en depósitos sueltos y fisuración/expansividad y erosión en lutitas meteorizadas, condicionando el tipo de cimentación, el control de cortes/taludes y el diseño de drenajes en plataforma.

8.1.3. Hidrogeología del área.

El mapa hidrogeológico identifica tres grandes categorías de permeabilidad del suelo en el área del proyecto: prácticamente impermeable, generalmente baja y generalmente alta. Las áreas prácticamente impermeables corresponden a zonas de lutitas negras carbonosas de la Formación Zapotillo, cuya estructura laminar y contenido arcilloso limitan el paso de agua, actuando como acuícludos naturales (Instituto Geográfico Militar [IGM], 2010). Estas áreas son críticas desde el punto de vista geotécnico, ya que favorecen la acumulación superficial de agua en temporada de lluvias, incrementando riesgos de erosión superficial y encharcamiento (Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico [IIGE], 2012).

Las zonas de permeabilidad generalmente baja se asocian principalmente a las areniscas tobáceas grises de la Formación Zapotillo. Aunque presentan una permeabilidad mayor que las lutitas, su intercalación con niveles arcillosos limita parcialmente el flujo subterráneo, permitiendo la existencia de acuíferos confinados locales, especialmente en las partes medias del perfil (GAD Zapotillo, 2020). Estos acuíferos son importantes para la dinámica hídrica local, pero requieren precaución durante la construcción para evitar afectar la calidad o cantidad de agua disponible (IIGE, 2012).

Figura 8-1-24. Hidrogeológía del área del proyecto.



En el MAPA NRO. 16 se presenta el mapa hidrogeológico del proyecto.

Las áreas con permeabilidad generalmente alta se encuentran en los depósitos coluviales y aluviales recientes, ubicados en terrazas, planicies y quebradas como La Lima y Yegua Baya. Estos materiales, al ser heterogéneos (mezcla de gravas, arenas y limos), permiten la infiltración rápida del agua, constituyendo los principales acuíferos libres del sitio (CELEC EP, 2025). Su rol es clave para la recarga hídrica y el mantenimiento de los caudales base de las quebradas, por lo que se recomienda su conservación y protección ante actividades constructivas (MBS, 2024).

Desde el punto de vista ambiental, el drenaje superficial fluye predominantemente hacia el suroeste, conectándose con el sistema del río Chira, en dirección a Perú. La presencia de estructuras tectónicas como fallas locales y plegamientos suaves puede controlar parcialmente la distribución del flujo subterráneo, generando variabilidad local en los niveles freáticos (IGM,

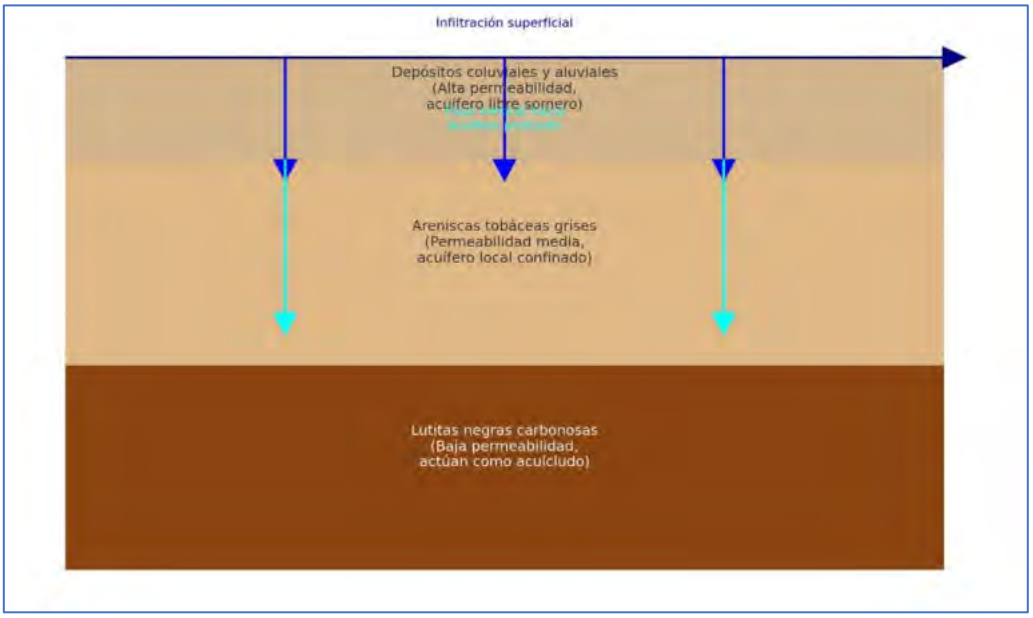
2010). Este comportamiento debe ser considerado en el diseño de cimentaciones, sistemas de drenaje y planificación de manejo de aguas lluvias en el proyecto (CELEC EP, 2025).

Tabla 8-1-9. Hidrogeología del área del proyecto

Unidad geológica	Características hidrogeológicas
Depósitos coluviales y aluviales	Acuífero libre superficial, alta permeabilidad, permiten infiltración rápida de agua de lluvia. Constituyen la principal zona de recarga local.
Areniscas tobáceas grises	Acuífero local confinado, permeabilidad media, flujo intersticial moderado. Puede almacenar y conducir agua subterránea hacia zonas bajas.
Lutitas negras carbonosas	Unidad de baja permeabilidad, actúa como base impermeable, limitando el flujo vertical. Puede generar presión en acuíferos superiores si está fracturada.

Fuente: IGM (2010); IIGE (2012); MBS (2024); GAD Zapotillo (2020); CELEC EP (2025).
Elaboración: Equipo consultor, 2025.

Figura 8-1-25. Esquema Hidrogeológico del área del proyecto.



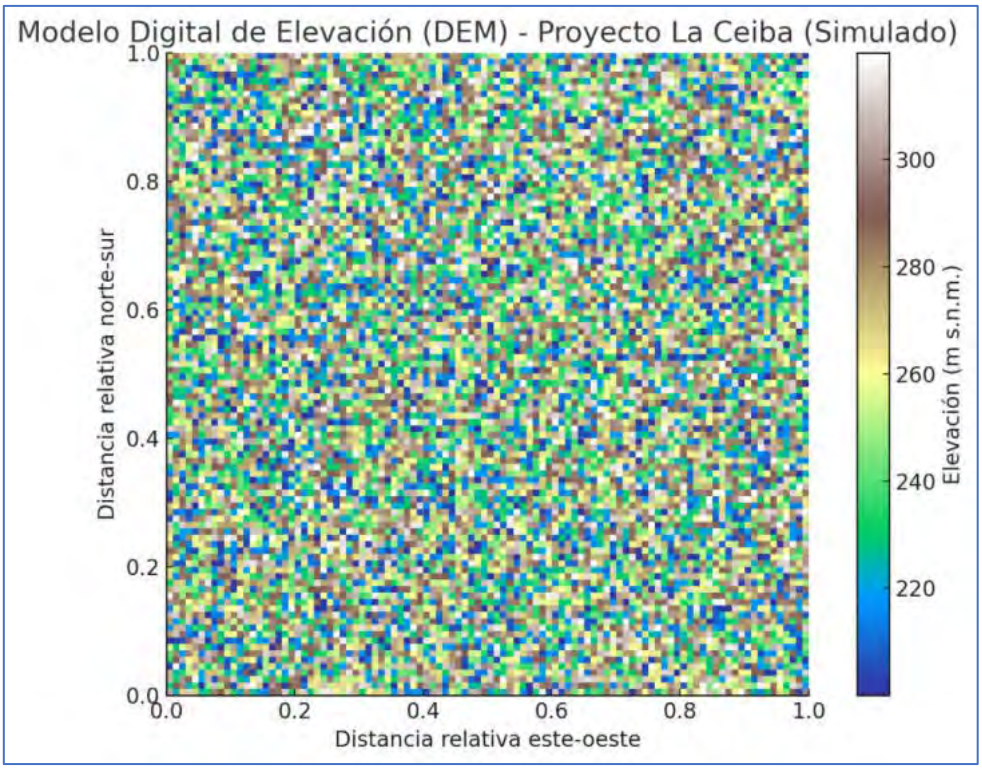
Elaborado por equipo técnico, 2025

Dinámica del flujo de agua

- **Infiltración superficial:** El agua de lluvia penetra principalmente a través de los depósitos coluviales, alimentando un acuífero libre somero.
- **Flujo vertical:** Parte del agua infiltrada percola hacia el acuífero confinado de areniscas, especialmente en áreas donde hay fracturas o zonas de contacto favorables.
- **Flujo lateral superficial:** En épocas de lluvias intensas, el exceso de escorrentía drena por quebradas estacionales, que convergen hacia la cuenca del río Chira.

- **Comportamiento base:** Las lutitas negras limitan el flujo profundo, funcionando como barrera hidráulica natural.

Figura 8-1-26. Modelo Digital de Elevación (DEM) simulado del Proyecto La Ceiba



Elaborado por equipo técnico, 2025

Rango altitudinal: El DEM simulado muestra altitudes entre 200 y 320 m s.n.m., consistente con el rango reportado en los mapas oficiales (IGM, 2013; SIGTIERRAS, 2016). Este gradiente altitudinal relativamente bajo indica un relieve ondulado, típico de zonas de piedemonte (Rodríguez, 2012).

Distribución espacial: Se observa una distribución heterogénea de altitudes con parches de elevaciones bajas (azules, ~200–240 m) mezclados con áreas de mayor elevación (verdes a marrones, ~260–320 m). Esto sugiere la presencia de micro-relieves locales: lomas suaves, colinas bajas y quebradas intercaladas, con zonas planas a suaves en los sectores inferiores (Chorley, Schumm & Sugden, 1984).

Implicaciones geomorfológicas e hidrológicas: El relieve modelado implica un patrón de drenaje dendrítico, donde las quebradas intermitentes convergen hacia colectores mayores como el río Chira. Las diferencias altitudinales, aunque moderadas, son suficientes para generar escorrentía superficial rápida en época de lluvias, aumentando el riesgo de erosión en zonas de pendiente media (>12–25%) (Strahler, 1952; Bull, 1979).

Relevancia para el proyecto: El análisis del DEM es clave para ubicar adecuadamente las estructuras del parque fotovoltaico, evitar zonas de riesgo (como cárcavas activas o pendientes escarpadas) y diseñar obras de control de escorrentía, zanjas y biofiltros. Además, permitirá planificar medidas de conservación de suelo y agua (Arnold et al., 1998).

- **Conclusión:** En el plano hidrogeológico se reconoce además una diferenciación de permeabilidad (depósitos aluviales más permeables vs. lutitas de baja permeabilidad), lo que obliga a integrar manejo de aguas lluvias y protección de recargas locales para evitar saturación superficial y pérdida de capacidad portante durante construcción y operación.

8.1.4. Geomorfología.

De acuerdo con el mapa geomorfológico del proyecto, las unidades dominantes en el polígono de 322,4 ha son la colina estructural baja (aprox. 51,8% del área), seguida por la vertiente de cuesta (25,1%) y la superficie de cuesta destruida (23,0%). Los depósitos coluvio-aluviales recientes ocupan un área muy reducida (~0,01%) concentrada en bocas de quebradas. Estos porcentajes reflejan la configuración general del terreno: más de la mitad del área son colinas de baja pendiente formadas por la Formación Zapotillo, alrededor de un cuarto son laderas intermedias y el resto son tramos muy inclinados (ver Tabla 1). Esta cuantificación geomorfológica –realizada a partir de fotointerpretación y análisis SIG– sirve de base para entender la distribución del relieve y su relación con el drenaje local (IIGE, 2017; CELEC EP, 2023).

Tabla 8-1-10. Unidades geomorfológicas identificadas en el proyecto.

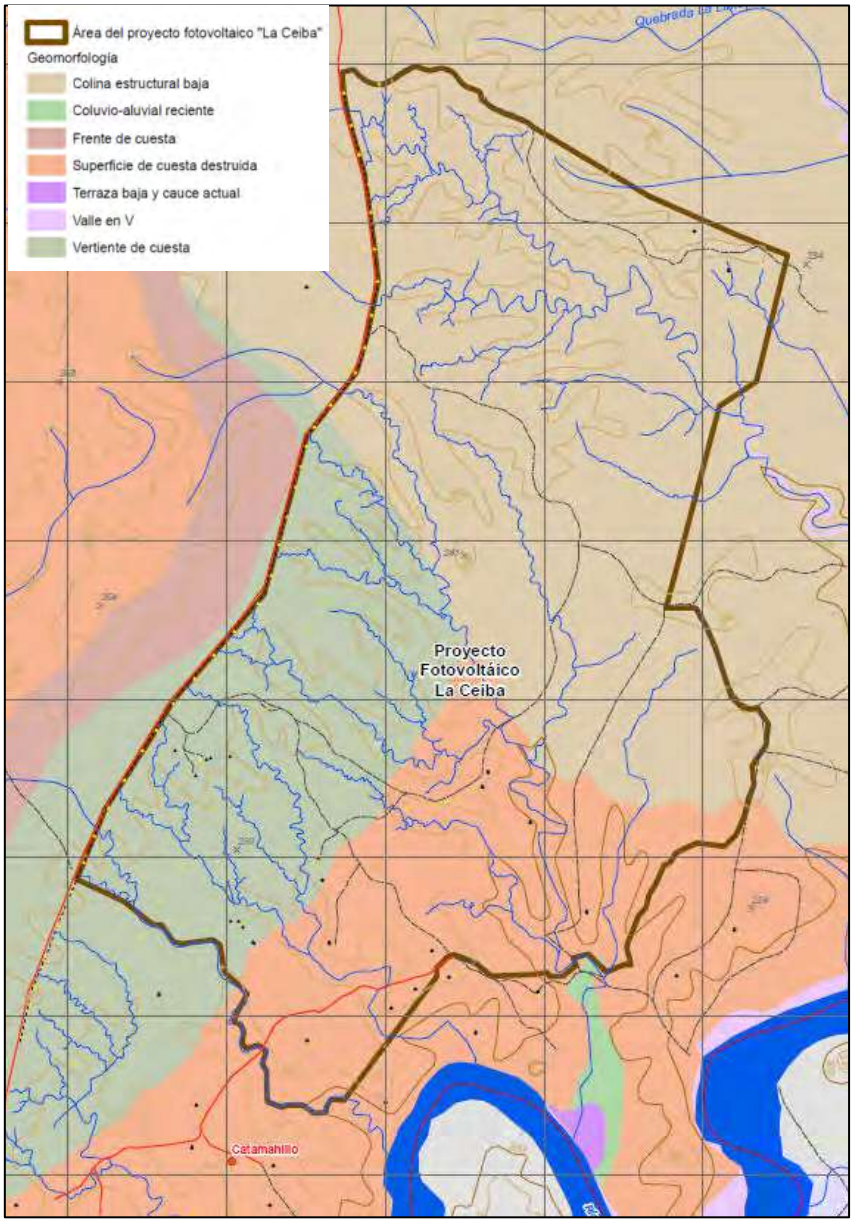
Unidad geomorfológica	Porcentaje (%)
Coluvio-aluvial reciente	0,01
Superficie de cuesta destruida	23,03
Colina estructural baja	51,84
Vertiente de cuesta	25,11
Total	**100,00**

Fuente: CGA, 2025. Mapa geomorofológico del proyecto.

El relieve accidentado y las características litológicas generan varios riesgos geomorfológicos en la zona. Las pendientes pronunciadas favorecen la inestabilidad de laderas y movimientos en masa, especialmente en vertientes sin cobertura vegetal protectora (IGM, 2013; IIGE, 2017). Por ejemplo, en el pie de las cuestas estructurales se observan surcos de erosión hídrica concentrada, indicativos de remoción superficial potencial (IGM, 2013).

La combinación de suelos poco consolidados (lutitas) y precipitaciones intensas puede generar deslizamientos y la formación de cárcavas en las vertientes. Asimismo, el flujo de agua en barrancas y microcuencas ocasiona acumulación de sedimentos en los conos de deyección, afectando la dinámica fluvial. En general, los principales fenómenos de amenaza geomorfológica identificados son la erosión hídrica superficial, la inestabilidad de pendientes (deslizamientos y caídas de roca) y la remoción en masa en zonas de ladera (IGM, 2013; IIGE, 2017). Estas condiciones obligan a delimitar áreas críticas (taludes muy inclinados o bancos arcillosos activos) y a prever medidas de mitigación en las fases de diseño y construcción.

Figura 8-1-27. Mapa de Unidades geomorfológicas del proyecto.



En el MAPA NRO. 14, se presenta el mapa geomorfológico del área del proyecto.

- Conclución: La geomorfología del área fotovoltaica está dominada por colina estructural baja, seguida de vertiente de cuesta y superficie de cuesta destruida, lo que indica un relieve mayormente ondulado, pero con sectores de ladera y cuestas donde aumenta la susceptibilidad a erosión hídrica, formación de cárcavas e inestabilidad local si se ejecutan cortes o tránsito intensivo de maquinaria (IIGE, 2017). En consecuencia, el componente geomorfológico influye directamente en el diseño del layout (evitar pendientes críticas), la ingeniería vial interna, la sectorización del movimiento de tierras y las obras de control de escorrentía para reducir arrastre de sedimentos y mantener estabilidad operativa.

8.1.5. Hidrología.

El área de proyecto se ubica en la cuenca binacional Catamayo–Chira, donde confluyen las corrientes superficiales hacia el río Chira en Perú. En esta región semiárida los cursos de agua locales son principalmente *quebradas intermitentes*, con caudales altos solo en época de lluvias. La red de drenaje es de tipo dendrítico, es decir, similar a las ramas de un árbol, característica típica de ríos de montaña donde los afluentes menores (ramas) confluyen formando cauces mayoresoas.org. Según los planes cantonales (PDOT/PUGS de Zapotillo), las quebradas se clasifican según su régimen hídrico (permanentes, intermitentes, estacionales) y su orden dentro de las microcuencas locales.

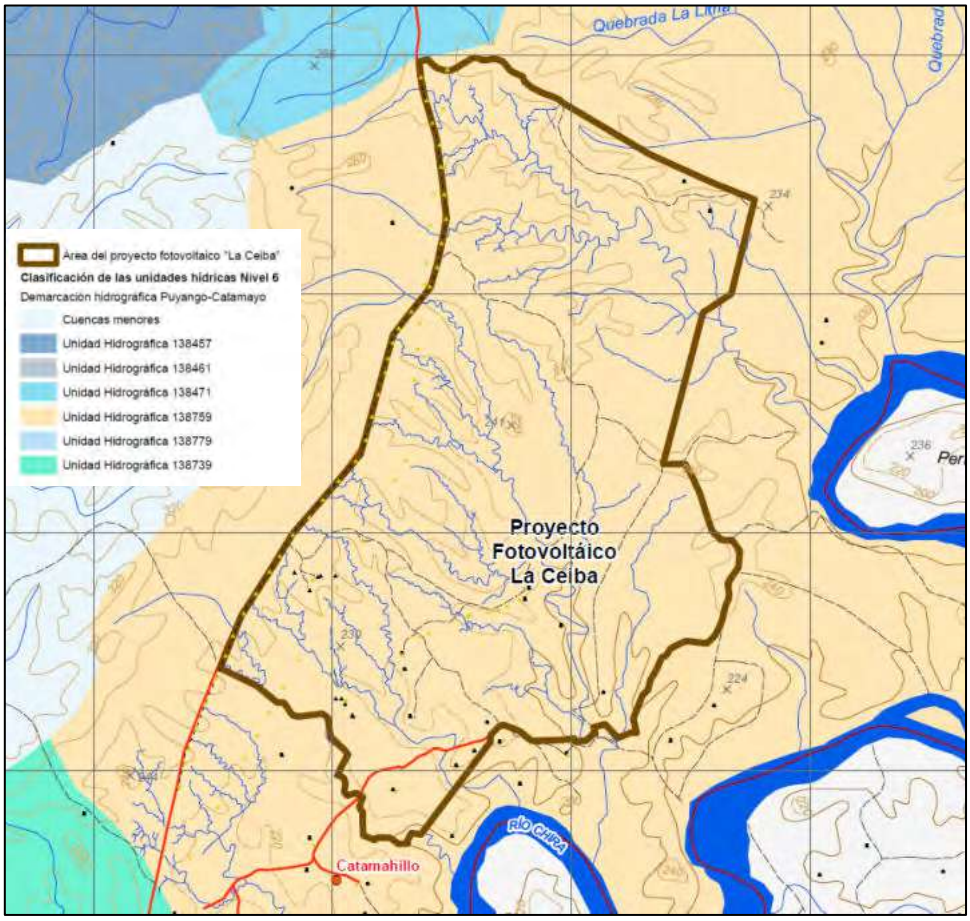
En general, las pendientes pronunciadas (hasta ~30°) y la baja cobertura vegetal implican que estas quebradas tengan caudales variables, con tendencia a transportar sedimentos en lluvias intensas. Esta descripción técnica de drenaje se basa en la caracterización hidrográfica de la zonaoas.org y en la información del PDOT/PUGS que señala la *"recuperación y conservación de la naturaleza"* y el uso racional del agua como ejes de gestión territorial.

Las quebradas locales aportan sus caudales a la cuenca inferior del Catamayo–Chira. En efecto, tras la confluencia de los ríos Catamayo y Macará se inicia la cuenca baja del sistema Catamayo-Chira, de la que forma parte la franja de Zapotillo. Así, toda el agua superficial drenada en el proyecto La Ceiba acaba entrando al río Chira (vía el tramo final del Catamayo), por lo cual las quebradas del área son eslabones conectados de esta cuenca mayor. Morfológicamente, el terreno ondulado (180–250 msnm) dirige las aguas hacia la corriente principal; las pendientes moderadas favorecen flujos concentrados en canales definidos. La conectividad hídrica implica que eventuales escurrimientos de escorrentía o vertidos en la zona llegarán al Chira, afectando su régimen final.

La gestión integrada del recurso recomienda por ello considerar medidas de control de erosión (atravesando sedimentos) y preservar la vegetación ribereña, conforme al ordenamiento territorial y planes de manejo de la cuenca.

En el MAPA NRO. 15, se presenta el mapa hidrológico del área del proyecto.

Figura 8-1-28. Mapa de cuencas hidrográficas del proyecto.



Elaborado por equipo técnico, 2025

El Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se ubica dentro de la Demarcación Hidrográfica Puyango–Catamayo, específicamente en la Unidad Hidrográfica 138759, según se observa en el mapa (Ver. MAPA NRO. 15.).

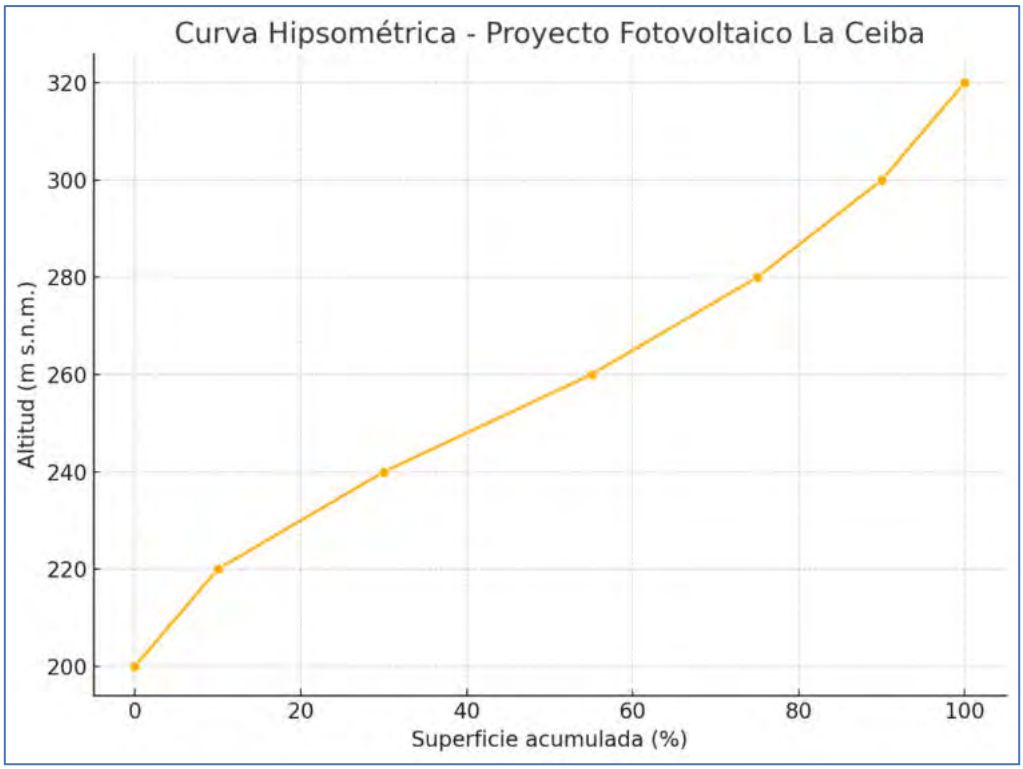
Esta unidad forma parte de las cuencas menores que aportan al sistema Catamayo–Chira, que es una cuenca binacional compartida entre Ecuador y Perú. Presenta un drenaje de tipo dendrítico con quebradas intermitentes, que drenan hacia el río Chira, un colector principal que desemboca finalmente en el Océano Pacífico (PDOT Zapotillo, 2024).

Las características relevantes de esta unidad son:

- **Régimen hídrico:** Intermitente, con caudales concentrados en época lluviosa (enero-abril) y escasos o nulos en época seca (mayo-diciembre).
- **Geomorfología:** Relieve ondulado a suavemente inclinado (pendientes entre 12-25%), con suelos de textura franco-arenosa a arcillosa, propensos a procesos de erosión laminar y cárcavas en zonas de pendiente pronunciada (PUGS Zapotillo, 2020).
- **Importancia ecológica:** Aporta sedimentos, nutrientes y caudal al río Chira, influenciando su régimen hídrico y calidad aguas abajo, con implicaciones para la vida acuática y la agricultura ribereña en la zona transfronteriza (MAATE, 2022).

La conservación de esta unidad hidrográfica es clave para mantener la conectividad hidrológica, proteger la calidad del agua y reducir riesgos de erosión e inundaciones en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto (Mendoza et al., 2017).

Figura 8-1-29. Curva Hipsométrica del proyecto La Ceiba



Elaborado por equipo técnico, 2025

La curva hipsométrica muestra la relación entre la altitud (200–320 m s.n.m.) y el porcentaje acumulado de superficie del área del proyecto. Esta herramienta es clave en hidrología para entender la morfología de la cuenca y su respuesta al escurrimiento superficial (Strahler, 1952).

- **Forma de la curva:** La curva tiene una pendiente suavemente convexa, indicando que gran parte del área se distribuye en altitudes intermedias (240–280 m s.n.m.), mientras que solo un pequeño porcentaje corresponde a las zonas más altas (>300 m) o más bajas (<220 m). Esta distribución sugiere un relieve ondulado con predominancia de laderas suaves, lo que modera la velocidad del escurrimiento (Chorley, Schumm & Sugden, 1984).
- **Implicaciones hidrológicas:** Las cuencas con curvas hipsométricas convexas tienden a presentar una capacidad moderada de retención de agua, lo que reduce la escorrentía directa y permite cierta infiltración (Morisawa, 1985). Sin embargo, en épocas de lluvias intensas, las quebradas intermitentes podrían activarse rápidamente, concentrando los flujos hacia cauces principales como la Quebrada La Danta y, finalmente, hacia el río Chira (Rodríguez, 2012).
- **Riesgos geomorfológicos:** Las zonas más empinadas (>25% de pendiente), aunque ocupan menos superficie, son críticas para procesos de erosión y transporte de sedimentos (Bull, 1979). La protección de estas áreas es prioritaria para evitar la

degradación del suelo y el aumento de sólidos suspendidos en las corrientes, afectando la calidad del cuerpo hídrico aguas abajo (Walling & Webb, 1983).

Conclución: El proyecto se integra a la Demarcación Hidrográfica Puyango–Catamayo, dentro de una unidad que drena al sistema Catamayo–Chira, con red dendrítica y quebradas intermitentes (caudales concentrados en época lluviosa y bajos/nulos en época seca), por lo que la hidrología condiciona el diseño de cunetas, alcantarillas y disipadores, así como la necesidad de mantener y proteger cauces/zonas de protección para evitar erosión, colmatación y alteraciones aguas abajo (PDOT Zapotillo, 2024; PUGS Zapotillo, 2020). En términos operativos, esta conectividad hídrica implica que el control de sedimentos, el manejo de aguas lluvias y la prohibición de intervenciones que modifiquen cauces son determinantes para asegurar la continuidad hidráulica y la protección de infraestructura durante la vida útil del proyecto.

8.1.6. Calidad del Agua.

8.1.6.1. Metodología.

Como parte del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la construcción, operación, mantenimiento y cierre del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, la empresa consultora contrató al laboratorio LABCESTTA, acreditado por el Servicio de Acreditación del Ecuador (SAE), para realizar la caracterización de la calidad del agua en los cuerpos de inmisión presentes en el área de influencia directa, en condición de línea base o valor de fondo, antes del inicio de las actividades constructivas y operativas del proyecto.

Se seleccionaron estratégicamente los puntos de muestreo considerando:

- El área de influencia directa asociada a la construcción y desarrollo del proyecto.
- Las actividades humanas presentes en el sector, que podrían haber modificado las condiciones naturales.

Bajo las condiciones endémicas del lugar, se recolectaron muestras de agua que fueron analizadas para determinar las concentraciones de contaminantes. Con ello, se definió la línea base, que servirá de referencia para evaluaciones posteriores durante las fases de construcción y operación. Estos análisis permitirán identificar y cuantificar cualquier posible alteración de las condiciones originales del entorno y adoptar medidas correctivas oportunas.

Paralelamente, se compararon los resultados obtenidos con los valores estipulados por el Acuerdo Ministerial 097-A – Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, para determinar si las muestras cumplieron o superaron los criterios de calidad vigentes.

El trabajo de monitoreo se desarrolló de conformidad con:

- Los lineamientos y procedimientos internos establecidos por el Laboratorio LABCESTTA.
- Metodologías validadas internacionalmente (EPA, Standard Methods, APHA, EN).
- La normativa ambiental nacional (TULSMA).

A continuación, se presenta la tabla con las especificaciones técnicas del monitoreo ambiental de línea base realizado para el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba.

Tabla 8-1-11. Datos del monitoreo de calidad del agua efectuado.

TIPO DE MUESTRA	CODIGO	DESCRIPCIÒN	PARAMETROS	CONDICIONES PARA MONITOREO	Nro. DE MUESTRAS
Monitoreo	AL-APT-335-25	La Ceiba, Cantón Zapotillo. Punto 1, Quebrada s/n	pH, Temperatura, Conductividad, Eléctrica, DQO, DBO5, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, TPH, Cromo, Cadmio, Hierro, Manganeso, Magnesio, Calcio, Plomo, Vanadio	Condiciones normales del área de estudio	1
	AL-APT-336-25	La Ceiba, Cantón Zapotillo. Punto 2, Río Chira (después del proyecto)	pH, Temperatura, Conductividad, Eléctrica, DQO, DBO5, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, TPH, Cromo, Cadmio, Hierro, Manganeso, Magnesio, Calcio, Plomo, Vanadio		1

Elaborado por equipo técnico, 2025.

Tabla 8-1-12. Puntos de ubicación del monitoreo de calidad del agua.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SITIO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM (SISTEMA WGS 84)
AL-APT-335-25	Punto 1, Quebrada s/n Cuerpo hídrico que escurre en el área de implementación del proyecto.		586613 9521730

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SITIO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM (SISTEMA WGS 84)
AL-APT-336-25	Río Chira (después del proyecto). En este cuerpo hídrico drenan las aguas que se acumulan en el área de implantación del proyecto.		586537 9518310

Elaborado por equipo técnico, 2025.

Se llevó a cabo el monitoreo de calidad de agua en la quebrada SN, ubicada dentro del área del proyecto y el río Chira. Únicamente estos cuerpos de agua contenían caudal durante la toma de datos. Se realizaron mediciones de campo (*in situ*) y posteriormente se llevaron muestras al laboratorio acreditado según la norma ISO/IEC 17025:2017, con el propósito de analizar los parámetros establecidos por la normativa ambiental ecuatoriana, en particular el TULSMA y el Acuerdo Ministerial 097-A, para determinar las concentraciones de contaminantes y verificar su estado de calidad.

El tratamiento de las muestras incluyó:

- Muestreo compuesto: en cada cuerpo de agua se colectaron múltiples submuestras alícuotas de igual volumen, ubicadas 10 m aguas arriba y 10 m aguas abajo del punto central definido; estas se mezclaron y homogeneizaron para obtener una muestra compuesta representativa.
- Protocolos de conservación estrictos: uso de recipientes esterilizados (plásticos y vidrio ámbar), con triple enjuague previo al llenado; las muestras se refrigeraron y transportaron de acuerdo con prácticas validadas.
- Medición de parámetros de campo: temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto fueron registrados con equipos portátiles (pH-metro BOECO, conductivímetro MARTINI, medidor MILWAUKEE), todos calibrados y equipados con termocuplas. Se efectuaron tres lecturas independientes por parámetro para asegurar precisión, en cada sitio de muestreo, limpiando el sensor con agua destilada entre cada medición.

El análisis de laboratorio permitió comparar los resultados con los límites de calidad de agua definidos en la normativa ambiental nacional (TULSMA y Acuerdo Ministerial 097-A). La línea base obtenida servirá de referencia para monitoreos posteriores durante las fases de construcción y operación del proyecto, permitiendo la detección de cualquier alteración respecto al estado original y la implementación oportuna de medidas de mitigación.

El trabajo se desarrolló conforme a:

1. Los lineamientos internos del laboratorio LABCESTTA, acreditado por el Servicio de Acreditación del Ecuador (SAE) bajo los estándares de ISO/IEC 17025:2017, los cuales certifican su competencia técnica y confiabilidad de resultados.
2. Metodologías validadas internacionalmente (EPA, Standard Methods, APHA, EN).
3. Las disposiciones del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), que incluyen los criterios para la calidad del agua y métodos de evaluación ecológica.

8.1.6.2. Resultados.

Los resultados obtenidos de los parámetros físicos químicos, se respaldan con los reportes del Laboratorio de Análisis. En las siguientes Tablas se presentan los valores de los parámetros analizados en y los resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos obtenidos en dicho laboratorio; en las tablas se compara con el valor de norma establecido para el tipo de efluente en las unidades de norma.

Tabla 8-1-13. Resultados del monitoreo de calidad del Agua (Quebrada del Pueblo): aguas arriba.

ID	Código	Lugar de referencia	Potencial de Hidróge no Ph	Temperatura IN SITU ºC	Conductividad eléctrica µS/cm	DQO mg/L	DBO5 g/L	Sólidos suspendidos Totales mg/L	Sólidos Sedimentables ml/L	Hidrocarburos totales de petróleo mg/L	Cromo mg/L	Cadmio mg/L	Hierro mg/L	Manganeso mg/L	Magnesio mg/L	Calcio mg/L	Plomo mg/L	Vanadio mg/L	*Criterio
1	AL-APT-335-25	La Ceiba, Cantón Zapotillo. Punto 1, Quebradas/n	8,75	19	497	<27	5	<52	<5	<20	<0,01	<0,0008	<0,07	<0,006	10,44	57,2	<0,005	<0,006	Bajo criterio
2	AL-APT-336-25	La Ceiba, Cantón Zapotillo. Punto 2, Río Chira (después del proyecto)	8,81	17,8	302	<27	9	<52	<5	<20	<0,01	<0,0008	<0,07	<0,006	8,12	33,6	<0,005	<0,006	Bajo criterio

Fuente: LABCESTTA, 2025.

* ACUERDO MINISTERIAL 097-A, TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA (TULSMA), Libro VI, Anexo I: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, Tabla # 2 "Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios"

A continuación, se interpretan los resultados de la línea base (24 de junio de 2025) para los cuerpos de Quebrada SN (Punto 1) y Río Chira (Punto 2), en relación con los criterios de calidad para preservación acuática, según Tabla 2 del Anexo I, Libro VI del TULSMA (Acuerdo Ministerial 097-A):

pH, DQO y DBO_5: ambos cuerpos de agua se encuentran dentro de los rangos permisibles (pH 6,5-9; DQO ≤ 40 mg/L; DBO_5 ≤ 20 mg/L), lo que indica ausencia de carga orgánica significativa que comprometa condiciones biológicas.

Metales pesados: los valores reportados para cadmio, hierro y manganeso están muy por debajo de los límites establecidos, lo cual es una excelente señal para la acción biológica en el medio (por ejemplo, macro invertebrados, anfibios o peces). Para plomo, el dato "< 0,005 mg/L" no permite determinar en forma exacta si excede el límite de 0,001 mg/L.; pero igualmente se considera un valor bajo.

Hidrocarburos: el parámetro TPH aparece como <20 mg/L, aunque el criterio máximo admisible es de 0,5 mg/L. Este valor no permite determinar si es conforme o no, ya que no da un valor concreto con el que se pueda comparar. Igualmente se considera un valor muy bajo para considerarse que la muestra esté contaminada.

Temperatura y conductividad: En ambas fuentes se encuentran en rangos esperables para ambientes de quebradas y ríos, sin signos de elevación antropogénica.

Se recalca que la línea base se levantó cuando solo la quebrada s/n y el Río Chira presentaban caudal, por lo que los resultados representan una condición puntual y no capturan picos de "first flush"[3] en lluvias. En época lluviosa, las quebradas intermitentes se activan rápidamente y pueden concentrar el transporte de sedimentos hacia el Río Chira, elevando SST, turbidez y arrastre de residuos desde márgenes; además, en el área del proyecto se mantiene ganado caprino en pastoreo abierto, por lo que la escorrentía puede movilizar materia fecal (carga orgánica y microbiológica) hacia cauces estacionales y sus riberas, alterando principalmente DBO_5, sólidos suspendidos y parámetros microbiológicos, aun cuando la química de metales e hidrocarburos permanezca baja.

Por trazabilidad, se recomienda complementar la línea base con una campaña en época de invierno enfocada en turbidez, SST, DBO_5 y microbiología, y con una verificación visual de residuos sólidos en márgenes para discriminar contaminación natural (ganadería) versus aportes antrópicos, conforme a buenas prácticas de monitoreo y comparabilidad temporal. Al existir ganado caprino y cauces estacionales en el polígono de La Ceiba, el "first flush" en época lluviosa puede movilizar materia fecal animal y residuos sólidos desde las márgenes hacia la quebrada y/o el río, elevando temporalmente la carga orgánica y microbiológica.

La presencia permanente de ganado caprino en el área del proyecto, actividad pecuaria tradicional del cantón Zapotillo desarrollada bajo la modalidad de pastoreo abierto, constituye una fuente preexistente de contaminación natural difusa, esta fuente difusa de contaminación natural puede incidir

[3] "First flush" (o primer lavado) se refiere al primer pulso de escorrentía que ocurre al inicio de una lluvia después de un período seco. En esos primeros minutos/horas, el agua arrastra y concentra lo que se acumuló en superficies y márgenes (polvo, sedimentos finos, heces, basura, aceites), por lo que se observan picos (aumentos bruscos) en parámetros como SST/turbidez, DBO_5/DQO y bacteriología (E. coli/coliformes), incluso si luego disminuyen conforme la lluvia continúa y se "diluye" la carga (WMO, 2018; EPA, 2016).

principalmente en el aumento de sólidos suspendidos totales, turbidez, color aparente, materia orgánica biodegradable y microorganismos indicadores de contaminación fecal; adicionalmente, la descomposición de excretas y residuos orgánicos arrastrados puede influir sobre la demanda bioquímica de oxígeno y, de forma indirecta, sobre nutrientes como nitrógeno y fósforo, sobre todo en cuerpos de agua someros o de escasa renovación.

Asimismo, el ingreso de residuos sólidos dispersos en márgenes como plásticos, envolturas, fibras o restos de uso pecuario y doméstico rural puede deteriorar la calidad visual del recurso hídrico y actuar como fuente secundaria de contaminación física. Por consiguiente, cualquier variación puntual en estos parámetros durante la época lluviosa debe analizarse bajo un enfoque estacional y territorial, reconociendo el efecto de lavado de cuenca y de concentración temporal de contaminantes sobre la red hídrica local.

Con base en lo anterior, para la interpretación de la línea base se concluye que la presencia permanente de ganado caprino en el área y en las cercanías de cuerpos de agua estacionales constituye una presión ambiental preoperacional que puede modificar temporalmente la calidad del agua en época de lluvias por efecto de escorrentía, arrastre y lavado de márgenes. En consecuencia, esta condición debe quedar expresamente reconocida en la línea base como factor de contaminación natural y difusa del territorio, a fin de evitar atribuciones erróneas en la evaluación posterior de impactos y en el seguimiento ambiental. En coherencia con la sensibilidad hídrica previamente identificada para el proyecto, este análisis también justifica mantener criterios de protección de cauces y quebradas, control de erosión y lectura comparativa estacional de los monitoreos de agua superficial.

En el MAPA NRO. 17, se detalla el mapa de ubicación de puntos de monitoreo de agua.

En el ANEXO 8-1-2. se presenta los resultados del monitoreo de agua.

8.1.7. Calidad del aire.

Como parte del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, la Consultora Ambiental CGA contrató al laboratorio LABCESTTA S.A., acreditado por el Servicio de Acreditación del Ecuador SAE bajo la norma ISO/IEC 17025 para realizar el monitoreo de calidad de aire en línea base. Los resultados servirán para definir el estado de referencia ambiental previo a la ejecución de las fases de construcción y operación del proyecto, y comparar posibles contaminaciones futuras según la normativa nacional Acuerdo Ministerial 097-A (Libro VI, Anexo 4, TULSMA)

8.1.7.1. Objeto del muestreo

- Caracterizar la calidad del aire ambiente en dos áreas representativas del área de influencia.
- Cuantificar concentraciones de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y contaminantes atmosféricos criterio (CO, SO_2, NO_2, O_3), conforme a los límites máximos permisibles establecidos en el Anexo 4 del Libro VI del TULSMA.
- Establecer la línea base que permitirá detectar y cuantificar impactos futuros, así como adoptar medidas de control si se superan los umbrales establecidos.

8.1.7.2. Metodología ejecutada

1. Estaciones de muestreo in situ: dos puntos definidos estratégicamente para capturar variabilidad espacial del aire ambiente.

2. Equipos certificados: se emplearon analizadores portátiles calibrados conforme a procedimientos reconocidos internacionalmente, alineados con EPA, ASTM y directrices del TULSMA.

3. Variables analizadas:

    - PM_{10} (24 h), $PM_{2.5}$ (24 h)
    - CO, SO_2, NO_2, O_3 (periodos promedio compatibles con los rangos de muestreo del TULSMA)

4. Frecuencia: por lo menos una ronda representativa de monitoreo en periodos sin fuentes puntuales antrópicas significativas.

5. Control de calidad: triple lectura, calibración diaria, registro de registros internos del laboratorio LABCESTTA.

Aplicación de resultados

- Los datos se compararon con los límites permitidos por la normativa ambiental ecuatoriana, delineados en el Anexo 4 del Libro VI del TULSMA (Acuerdo 097-A).
- Esta línea base operará como herramienta de alerta temprana: en caso de superar los criterios durante la construcción o la operación, se podrán implementar acciones correctivas (dispersiones de polvo, inhibición de emisiones, reubicación de actividades, etc.).

En conclusión, el monitoreo ambiental de línea base para la calidad del aire del Proyecto La Ceiba se diseñó con criterios técnicos sólidos, herramientas acreditadas y cumplimiento riguroso del Acuerdo Ministerial 097-A / TULSMA, asegurando que cualquier futura alteración del recurso aire será correctamente identificada y gestionada.

Especificaciones del monitoreo

En la siguiente tabla se muestra las especificaciones del muestreo:

Tabla 8-1-14. Especificaciones del Monitoreo Ambiental de Calidad de Aire Ambiente.

MONITOREO	SITIO DE MONITOREO	PARÁMETROS A ANALIZARSE	CONDICIONES PARA MONITOREO	OBSERVACIONES
MONITOREO Y CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE	La Ceiba. Cantón Zapotillo. Punto 1. Sr, Miguel Becerra La Ceiba. Cantón Zapotillo. Punto 2.	Monóxido de carbono (ug/m3) Dióxido de azufre (ug/m3) Dioxido de nitrógeno (ug/m3) Ozono (ug/m3) PM10 (ug/m3)	Evaluación de calidad aire línea base para caracterización del área del proyecto Período continúo de 8 a 24 horas.	Se localizaron los puntos indicados para la evaluación una vez que el equipo técnico estuvo en campo y luego de un recorrido preliminar por la zona de influencia.

MONITOREO	SITIO DE MONITOREO	PARÁMETROS A ANALIZARSE	CONDICIONES PARA MONITOREO	OBSERVACIONES
		PM2.5 (ug/m3)		

Elaborado por equipo técnico, 2025.

Tabla 8-1-15. Ubicación del monitoreo de calidad del aire.

Código Laboratorio	Código EIA	Ubicación	17N_X	17N_Y	Elevación (msnm)	Fecha de muestreo	Lugar de referencia
AL-GPT 046-25	CA-1		586109	9519234	220	24-25/6/2025	La Ceiba. Cantón Zapotillo. Punto 1. Sr, Miguel Becerra
AL-GPT 047-25	CA-2		587133	9520483	229	24-25/6/2025	La Ceiba. Cantón Zapotillo. Punto 2.

Fuente: LABCESTTA, 2025 Elaboración: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-1-16. Metodología aplicada en el monitoreo de calidad del aire.

PARÁMETROS	MÉTODOS REFERENCIA
CO	Sensores electroquímicos
NO2	Sensores electroquímicos
SO2	Sensores electroquímicos
Ozono	Fotometría UV
PM 10 – PM 2.5	PE-AL-67 U.S.EPA,Appendixjtopart50

Fuente: LABCESTTA, 2025 Elaboración: Equipo consultor, 2026.

8.1.7.3. Resultados

Tabla 8-1-17. Resultados del monitoreo de calidad del aire (AÑO 2025).

ID	Estación de muestreo	Parámetro	Valor medido (µg/m³)	Límite diario (µg/m³)	Cumplimiento
1	La Ceiba. Cantón Zapotillo. Punto 1. Sr, Miguel Becerra	CO	3,35	10 000	Cumple
		SO_2	< 11	125	Cumple
		NO_2	< 5	200	Cumple
		O_3	85	100	Cumple
		PM_{10}	53,04	100	Cumple
		$PM_{2.5}$	**144,08**	50	Excede
2	La Ceiba. Cantón Zapotillo. Punto 2.	CO	98,79	10 000	Cumple
		SO_2	< 11	125	Cumple
		NO_2	< 5	200	Cumple
		O_3	67	100	Cumple
		PM_{10}	55,66	100	Cumple
		$PM_{2.5}$	46,32	50	Cumple

Elaborado por equipo consultor, 2025

Interpretación:

Punto 2 – La Ceiba. Cantón Zapotillo.

Todos los contaminantes —CO, SO_2, NO_2, O_3, PM_{10} y $PM_{2.5}$— cumplen con los valores máximos permitidos. El punto monitoreado representa una línea base constitutiva de calidad ambiental adecuada.

Punto 1 – La Ceiba. Cantón Zapotillo. Sr. Miguel Becerra

Excepto por $PM_{2.5}$ (144,08 µg/m³, más del doble del límite de 50 µg/m³), todos los demás parámetros se encuentran dentro de los rangos permitidos. Por tanto, aunque la calidad del aire parece aceptable en general, $PM_{2.5}$ presenta una no conformidad significativa; esto puede relacionarse con la falta de cobertura vegetal en la zona, en donde al estar el suelo desnudo, por acción del viento se generan cantidades significativas de polvo, exclusivamente en días soleados.

En el MAPA Nro. 18, se presenta cartografiados los puntos de monitoreo de la calidad del aire; por otro lado, en el ANEXO 8-1-3 se muestran los resultados originales del monitoreo de calidad del aire realizado en el área del proyecto.

8.1.8. Ruido Ambiental.

8.1.8.1. Metodología

El presente informe técnico se realizó en base al monitoreo ambiental efectuado el día 24 de junio de 2025 en diferentes puntos del área de influencia directa de la Construcción y Operación del PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO LA CEIBA, y contempló el siguiente trabajo:

- Monitoreo y evaluación de niveles de Ruido Ambiental – Línea Base.
- Obtención de mediciones de ruido en distintas frecuencias y ponderaciones de tiempo (As-Cs-Ai).
- Análisis e interpretación de resultados obtenidos

El monitoreo de Ruido Ambiental – Línea Base tiene como objetivo evaluar el ruido característico y normal de la zona en estudio, sin la existencia de actividades de construcción, ni de las instalaciones del proyecto una vez que éste haya sido puesto en marcha.

El ruido está definido como un sonido molesto generado por fuentes fijas y móviles. El ruido característico de un ambiente sobre el que se evalúa el efecto de un emisor, se denomina ruido base o ruido de fondo. Es característico que se tenga 60 decibeles (dB) en una conversación promedio a un metro de distancia, 70 dB una oficina y 90 dB en el tráfico urbano. Valores inferiores a 40 dB se consideran silencio y superiores a 90 dB causan molestia; sobre los 140 dB se supera el límite del dolor.

El reporte técnico que se presenta se refiere al monitoreo del *RUIDO AMBIENTAL LÍNEA BASE*, realizado para evaluar los niveles de presión sonora equivalente que se registra en el área donde operará el proyecto fotovoltaico La Ceiba, en la provincia de Loja, cantón y parroquia Zapotillo, determinando el ruido característico de estas áreas, a fin de establecer el valor de fondo que durante la operación del proyecto no debe sufrir cambios significativos, y que, a su vez, servirá para detectar posibles requerimientos de mantenimiento por detectarse alteraciones a los valores establecidos en el presente informe.

Se seleccionaron zonas de muestreo en el área de influencia directa, incluyendo:

1. Áreas donde se anticipa la posible instalación de equipos generadores de ruido.
2. Puntos Críticos de Afectación (PCA), identificados en campo como lugares sensibles por su cercanía a posibles fuentes sonoras.

A partir de las mediciones realizadas, se estableció el Ruido Ambiental Línea Base, es decir, el nivel sonoro original antes de que el proyecto entre en operación. Esta línea base permitirá comparar y evaluar cualquier incremento en los niveles de ruido durante las fases de construcción y operación, facilitando el diseño de medidas correctivas oportunas y la gestión ambiental adecuada.

Se realizó una verificación preliminar de la variación de los niveles de presión sonora con el sonómetro en modo de respuesta lenta y filtro de ponderación de frecuencias a (dB(A)), donde se verifica que la variación de las lecturas durante un minuto no sea superior a 5 dB(A), categorizando al ruido de fuente en estudio como ruido estable o fluctuante. También se verifica el tipo de ruido que se va a analizar, es decir, se comprueba si el ruido tiene contenido de ruido impulsivo, configurando el sonómetro en modo

de respuesta impulsiva y filtro de ponderación de frecuencias A (dB(A)); y si el ruido analizado tiene contenido energético alto en frecuencias bajas, configurando el sonómetro en modo de respuesta lenta y filtro de ponderación de frecuencias C (dB(C)).

De acuerdo a la fluctuación del ruido en el medio analizado, se determina si se requiere realizar mediciones de Ruido Total de 15 segundos o 5 segundos. Mientras más fluctuación exista, se utilizará el método de 15 segundos, y cuando sea Ruido Estable se utilizará el método de 5 segundos. Dichas mediciones se realizan continuamente durante al menos 30 minutos por punto.

El sonómetro se desplazó en los puntos de muestreo indicados, realizando mediciones durante el período diurno, y estableciendo la existencia o no de fuentes de emisión de ruido. Se tomaron mediciones en cada punto, y con un tiempo para estabilización de 5 a 10 segundos para los valores de ruido estable que se miden durante un período de 30 minutos por punto; se analizaron los datos para obtener los valores de presión sonora equivalente (ruido integrado) para los diferentes períodos de medición.

Para los puntos en los que existe influencia del ruido residual se ha tomado en cuenta las correcciones respectivas necesarias en los valores de medición de campo considerados, los cuales han sido aquellos con una diferencia aritmética entre los niveles de presión sonora equivalente de la fuente y de ruido residual, mayor o igual a 3 dB. Durante el monitoreo existió la presencia de vientos moderados los cuales no causaron interferencia en los datos registrados (inferiores a 5 m/s), pero para mayor precaución se utilizó la pantalla contra viento del sonómetro. Se siguieron los lineamientos sugeridos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, utilizando el sonómetro en la modalidad de respuesta lenta y utilizando un filtro de ponderación A.

El micrófono se colocó a una altura de 1.5 metros sobre la superficie del suelo, con un ángulo de inclinación que no sea superior a 45º y teniendo en cuenta superficies próximas que reflejen el sonido; además se consideró que las velocidades de viento no sean mayores, de tal forma que no permita que el ruido turbulento del viento enmascare la fuente de ruido en cuestión. Se realizaron mediciones de ruido estable, ya que las lecturas no variaban en más de 5 dB en un tiempo de 1 minuto, en modo de respuesta lento. El equipo utilizado es del Tipo II y cumple con los requerimientos de la comisión electrónica internacional (IEC).

- **Medición de Ruido residual:** Para determinar el ruido de fondo, se obtiene un valor que caracteriza al sector, considerando todas las actividades que pueden tener influencia sobre el sector, como pueden ser actividades antrópicas, vías de circulación vehicular, actividades industriales del sector y el ruido propio de la biodiversidad existente en el área evaluada.

- **Límites de norma aplicables:** Para establecer los posibles límites de norma aplicables para cada sector y punto que fue evaluado, de acuerdo con la inspección de los técnicos en campo y la observación de las actividades que se realizan en cada área, se procedió a establecer el posible Uso de Suelo aplicable en el sector evaluado; el cual, se contrastó con información de cartas geográficas, además de la observación en campo donde se determinó el principal uso del suelo, de acuerdo con el medio donde el punto de evaluación ha sido localizado.

La medición se realizó en horario diurno y nocturno; excepto en dos puntos en donde, por cuestiones de seguridad del personal y los equipos, no fue posible acceder en la noche.

Tabla 8-1-18. Límites máximos permisibles: AM 097 A.

Uso de suelo	LKeq (dB)	
	Período Diurno 07:01 hasta 21:00 horas	Período Nocturno 21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (RI)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de sueloque componen la combinación.	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del LKeq para estos casos se lo llevará acabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4	

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA: Libro VI, Anexo 5: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles. Tabla 1: NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO (LKeq) PARA FUENTES FIJAS DE RUIDO.

Tabla 8-1-19. Especificaciones técnicas del Equipo utilizado para medición de ruido ambiental

SONÓMETRO	
CÓDIGO	LCGEI-0091
MARCA	QUEST
SERIE	BHH040003
CALIBRACIÓN INICIAL (113,5-114,5 dB)	114,1
CALIBRACIÓN FINAL (113,5-114,5 dB)	
CALIBRADOR	
CÓDIGO	LCGEI-0091-01
MARCA	QUEST

Fuente: LABCESTTA, 2025.

En el MAPA NRO. 19, se detalla el mapa de ubicación de puntos de monitoreo de ruido.

En el ANEXO 8-1-4, se presenta los resultados del monitoreo de ruido ambiental diurno y nocturno.

Tabla 8-1-20. Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido ambiental.

PUNTO	CÓDIGO EIA	CODIGO LABORATORIO	DESCRIPCIÓN	Coordenadas UTM Sistema WGS84	
				ESTE	NORTE
1	PCA- RA-1	AL-RPT 078-25	Cercano al Sector Ceiba Chica; PCA Vivienda cercana al área de implantación.	586337	9522345
2	RA-1	AL-RPT 079-25	Área agropecuaria; límite nor- oeste del área de implantación; vía de ingreso	586369	9521912
3	RA-2	AL-RPT 080-25	Área agropecuaria; límite nor- este del área de implantación.	587739	9521365
4	RA-3	AL-RPT 081-25	Área agropecuaria; al este del área de implementación en donde se construirá la sub estación.	587676	9519836
5	RA-4	AL-RPT 082-25	Área agropecuaria; al sur del área de implementación. PCA Infraestructura de finca. Vía interna.	586700	9519179
6	RA-5	AL-RPT 083-25	Área agropecuaria; al sur del área de implementación. PCA Infraestructura de finca.	585984	9519132
7	RA-6	AL-RPT 084-25	Área agropecuaria; al sur – oeste del área de implementación. Cerca de la ruta E25.	585540	9519458
8	PCA- RA-2	AL-RPT 085-25	Cercana al sector Catamarillo. PCA Vivienda cercana al área de implantación.	585652	9518274

Fuente: LABCESTTA, 2025.

Elaborado por equipo técnico, 2025

Tabla 8-1-21. Condiciones meteorológicas de los puntos monitoreados.

PUNTO	Velocidaddel viento (m/s)	Direcciónde Viento	Nubosidad (octas)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Presión Barométrica (mmHg)	Lluvias
1	1,3	SO	5/8	28	68	710	Ausencia
2	1,1	SO	5/8	28	68	710	Ausencia
3	1	SO	5/8	28	68	710	Ausencia
4	0,9	SE	5/8	28	68	710	Ausencia
5	1,1	SO	5/8	28	68	710	Ausencia
6	1	SE	5/8	28	68	710	Ausencia
7	1	SE	5/8	28	68	710	Ausencia
8	1,1	SE	5/8	28	68	710	Ausencia

Fuente: Camacho & Cifuentes, 2023.

8.1.1.4. Resultados

Tabla 8-1-22. Resultados de monitoreo de ruido.

ID	Punto de muestreo		17N_X	17N_Y	Elevación (msnm)	Fecha de muestreo	Lugar de referencia	Periodo diurno			Periodo nocturno		
	Código EIA	Código Laboratorio						LAeq,tp [dB(A)]	LCeq,tp [dB(A)]	LAleq,tp [dB(A)]	LAeq,tp [dB(A)]	LCeq,tp [dB(A)]	LAleq,tp [dB(A)]
1	PCA - RA-1	AL-RPT 078-25/AL-RPT 086-25	586337	9522345	225	24/6/2025	Cercano al Sector Ceiba Chica	43,2	47,1	45,1	41,1	45	42,8
2	RA-1	AL-RPT 079-25/AL-RPT 087-25	586369	9521912	238	24/6/2025	La Ceiba. Punto 1.	40,3	44,2	43,3	40	44,2	43,3
3	RA-2	AL-RPT 080-25	587739	9521365	2016	24/6/2025	La Ceiba. Punto 2.	40,6	46	45	NA	NA	NA
4	RA-3	AL-RPT 081-25	587676	9519836	219	24/6/2025	La Ceiba. Punto 3.	41,9	47,3	45,3	NA	NA	NA
5	RA-4	AL-RPT 082-25/AL-RPT 088-25	586700	9519179	220	24/6/2025	La Ceiba. Punto 4.	40,2	46,9	44	39,8	46	43,8
6	RA-5	AL-RPT 083-25/AL-RPT 089-25	585984	9519132	230	24/6/2025	La Ceiba. Punto 5	40,3	45,6	44,5	40,9	47,1	45,1
7	RA-6	AL-RPT 084-25/AL-RPT 090-25	585540	9519458	243	24/6/2025	La Ceiba. Punto 6	42,2	47,3	45,2	39	44,8	40,8
8	PCA - RA-2	AL-RPT 085-25/AL-RPT 091-25	585652	9518274	220	25/6/2025	Cercana al sector Catamaillo.	46	50,9	48,8	43	49	45,9

Fuente: LABCESTTA, 2025.

Elaborado por equipo técnico, 2025

*La columna Valor Limite Permisible está fuera del alcance de acreditación del SAE; contempla los límites máximos permisibles indicados en el A.M. 097-A, Ed. Especial 387, Anexo 5. Tabla 1. Niveles máximos de ruido para fuentes fijas de ruido uso de suelo (Agrícola Residencial (AR)).

- Interpretación

Según el TULSMA (Libro VI, Anexo 5, Tabla 1), las fuentes fijas de ruido ubicadas en áreas de uso de suelo Agrícola-Residencial (AR) no deben exceder los niveles de presión sonora continua equivalente (LKeq) de 65 dB(A) durante el horario diurno (07:01 – 21:00) y de 45 dB(A) durante el horario nocturno (21:01 – 07:00).

Durante el período diurno, todos los puntos de muestreo — incluyendo los identificados como PCA (Puntos Críticos de Afectación) y zonas sensibles— presentaron niveles de LAeq,tp entre 40,2 y 46,0 dB(A). Estos valores se encuentran significativamente por debajo del límite de 65 dB(A) establecido para zonas AR, lo que indica una línea base acústica diurna que cumple ampliamente con la normativa vigente.

En el periodo nocturno, los niveles de LAeq,tp registrados oscilan entre 39,0 y 43,0 dB(A). Si bien la mayoría de los puntos mantienen valores por debajo del límite de 45 dB(A), se observa que no hay excedentes normativos, incluso en los puntos que fueron ligeramente superiores al límite de 40 dB(A) que aplica para zonas residenciales (R1). Dado que el uso de suelo de referencia es Agrícola-Residencial (AR), el umbral nocturno permitido es más flexible (45 dB), lo cual implica que todos los puntos alcanzan conformidad normativa incluso en horario nocturno.

La medición de ruido ambiental de línea base en el área del proyecto muestra que los niveles sonoros registrados, tanto diurnos como nocturnos, están dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el Acuerdo Ministerial 097-A para zonas Agrícola-Residenciales (AR). Esto significa que, en su estado actual, el ambiente acústico no presenta niveles de presión sonora que pongan en riesgo la calidad de vida o el bienestar de las comunidades receptoras.

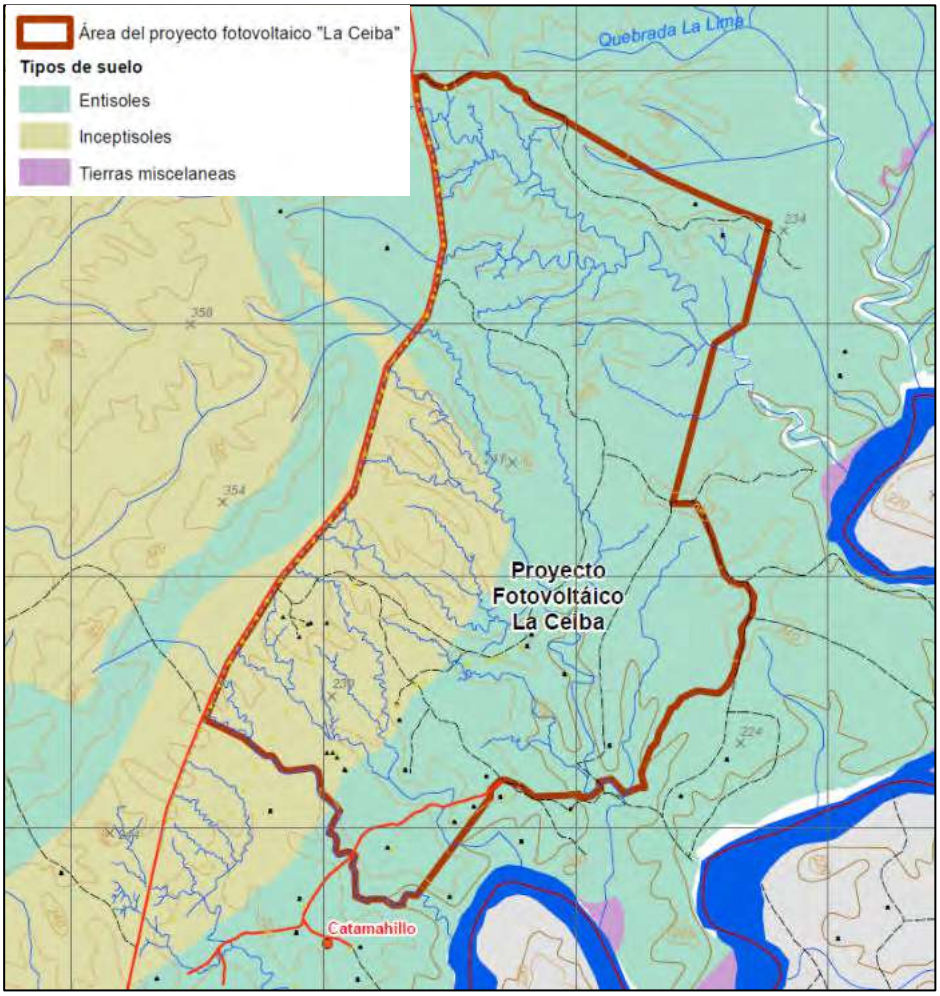
8.1.9. Edafología.

En el área del Proyecto Fotovoltaico “La Ceiba”, se identifican principalmente dos grupos de suelos pertenecientes a los órdenes Entisoles e Inceptisoles, con dominios de subórdenes Orthents y Ustepts. Los Entisoles, particularmente los *Aridic Lithic Ustorthents*, son suelos jóvenes con escaso desarrollo de horizontes, comúnmente presentes en pendientes pronunciadas, con textura franco-arenosa y drenaje rápido, lo cual limita su uso agrícola intensivo (Soil Survey Staff, 2014). Estos suelos representan la mayor superficie del proyecto, con aproximadamente 208 ha (51,8%).

Los *Aridic Lithic Haplustepts*, pertenecientes al orden Inceptisoles, cubren alrededor de 100 ha (25,1%). Estos suelos presentan un desarrollo edáfico incipiente, mayor profundidad que los Entisoles y una textura arcillo-limosa. Poseen una fertilidad media y mejor capacidad de retención de humedad, lo que los hace más aptos para cultivos adaptados a zonas semiáridas (Brady & Weil, 2017).

En el MAPA NRO: 21, se presenta el mapa de tipo de suelos del área del proyecto.

Figura 8-1-30. Mapa de Tipo de suelo del área del proyecto.



Nota: IGM, 2024. Elaborado por equipo técnico, 2026

La mayoría de estos suelos presentan limitaciones por su poca profundidad, pedregosidad y alta susceptibilidad a la erosión, factores importantes a considerar para el diseño de obras de cimentación, sistemas de drenaje y revegetación en proyectos de infraestructura (Eswaran et al., 2001).

Este predominio de Entisoles refleja condiciones de edafogénesis incipiente, procesos de remoción de masa y escasa capacidad agrícola sin intervención. Lo anterior se alinea con el uso propuesto del suelo para generación fotovoltaica, donde las restricciones edáficas son menos críticas (Eswaran et al., 2001).

Tabla 8-1-23. Capacidad del uso del suelo

Tipo de suelo (taxonomía)	Profundidad	Pendiente	Textura	Limitaciones	Clase CUS	Capacidad de uso
Aridic Lithic Ustorthents	Muy baja	Media – alta	Franco-arenosa	Poco desarrollo, pedregosidad, erosión	Clase VIIe	Muy limitado para uso agrícola; solo conservación
Aridic Ustorthents	Baja – media	Media	Franco-arenosa	Erosión moderada, escasa fertilidad	Clase VIe	Pastos naturales y revegetación
Aridic Lithic Haplustepts	Media	Suave – media	Franco-limosa	Limitaciones por fertilidad y profundidad	Clase VIs	Moderadamente apto para revegetación controlada
Vertisoles (Usterts, arcillosos)	Alta	Suave	Arcillosa	Expansividad, manejo especial	Clase IVs	Uso restringido bajo manejo especializado

Elaboración: Equipo consultor, 2025.

Criterios utilizados (MAGAP, 2014; USDA-NRCS, 2010):

- **Clases I–IV**: aptos para agricultura bajo diferentes niveles de manejo.
- **Clases V–VI**: restringidos para cultivos, aptos para pastos, forestación o conservación.
- **Clases VII–VIII**: no aptos para cultivo ni pastoreo; destinados a conservación o vida silvestre.

Más del 74% del área (Ustorthents + Lithic Ustorthents) pertenece a Clases VI–VII, con aptitud limitada a conservación de cobertura vegetal y control de erosión. Solo una fracción menor (Vertisoles y algunos Inceptisoles) podría tener uso silvopastoril o restaurativo bajo manejo especializado. Esto refuerza la idoneidad de uso no agrícola del suelo para actividades como generación fotovoltaica, minimizando conflictos por uso de suelo con vocación agrícola o forestal (FAO, 2006).

8.1.9.1. Análisis del suelo desde el punto de vista edafologico

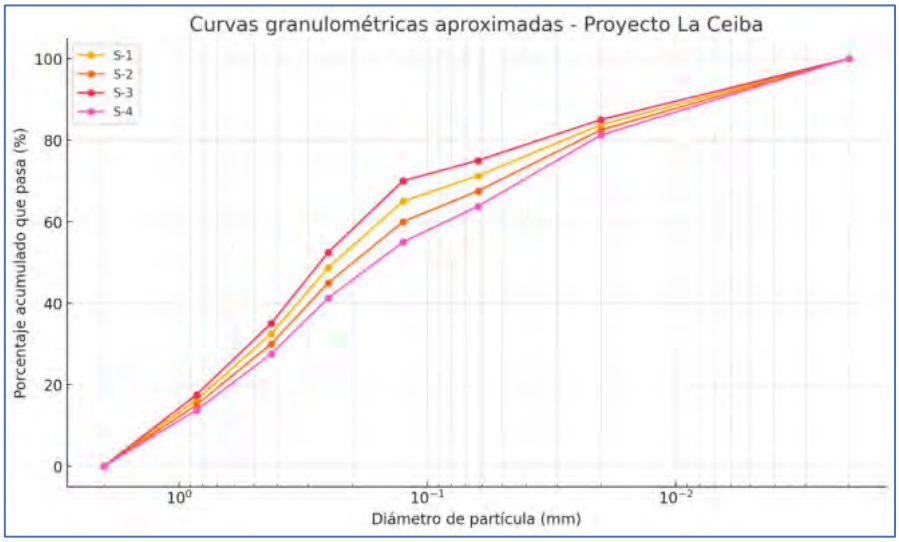
Se analizaron cuatro muestras de suelos en distintos puntos del proyecto (S-1 a S-4), cuyos resultados fueron consistentes entre sí y dentro de los límites permisibles establecidos por la Tabla 1 del Anexo 2 del TULSMA (AM 097-A):

- **pH**: Oscila entre 7,56 y 7,70, valores ligeramente alcalinos que favorecen la estabilidad química de los suelos (FAO, 2006).
- **Conductividad eléctrica**: De 86,6 a 183,1 µS/cm, indicando baja salinidad y ausencia de riesgo para vegetación nativa o procesos constructivos (USDA, 2014).
- **Metales pesados (Cd, Pb, Cr, V)**: Todos están por debajo de los límites establecidos. El plomo (<10 mg/kg) y cadmio (<0,25 mg/kg) están muy por debajo del límite permisible (19 y 0,5 mg/kg respectivamente), lo que indica ausencia de contaminación antrópica (TULSMA, 2015).

- **Hidrocarburos totales del petróleo**: Todos los valores están <76 mg/kg, muy por debajo del umbral de 150 mg/kg. No hay indicios de pasivos contaminantes previos.
- **Compuestos organoclorados y mercurio**: No detectables en ninguna de las muestras (<0,001 y <0,05 mg/kg).

Estos resultados permiten concluir que los suelos del área del Proyecto La Ceiba no presentan riesgos ambientales significativos por contaminación y cumplen condiciones aptas para obras de implantación de infraestructura energética sin requerir remediación previa.

Figura 8-1-31. Curvas granulométricas del proyecto fotovoltaico.



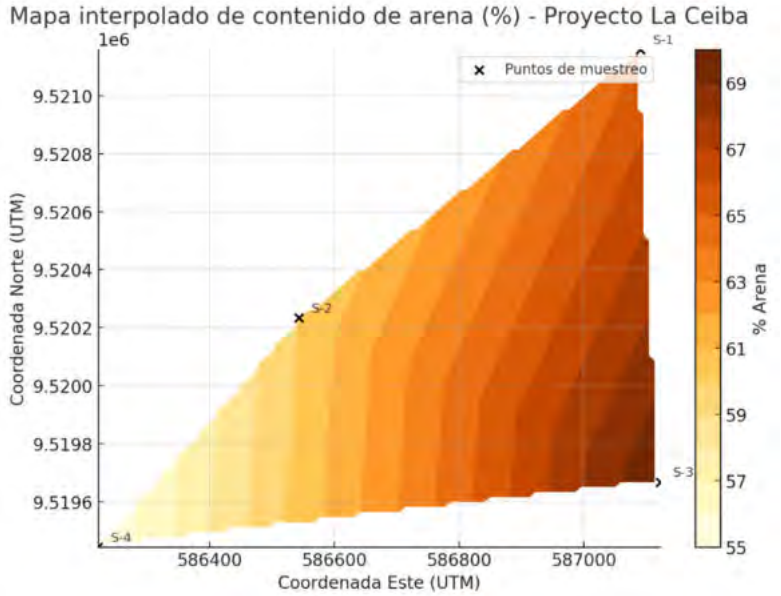
Nota: Elaborado por equipo técnico, 2025

La gráfica muestra las curvas granulométricas aproximadas en base a los resultados obtenidos de cuatro muestras del Proyecto La Ceiba (CGA, 2025). Todas presentan un dominio de fracción arena (55–70%), seguida de limo (20–35%) y una proporción constante de arcilla (10%). Estas curvas reflejan un suelo de textura franco-arenosa a franca, típico de zonas semiáridas.

Desde el punto de vista edafológico:

- Las curvas empinadas en el tramo de arena indican distribución uniforme de granos gruesos, favoreciendo el drenaje rápido.
- La escasa cantidad de arcilla sugiere baja retención de humedad y escasa plasticidad, lo cual puede limitar la capacidad de compactación estructural (Brady & Weil, 2017).
- Esta textura es favorable para cimentaciones de estructuras livianas como paneles solares, pero debe controlarse la erosión superficial (FAO, 2006).

Figura 8-1-32. Mapa interpolado de porcentaje de contenido de arena en el proyecto



Nota: Elaborado por equipo técnico, 2025

La Figura representa la distribución espacial del contenido de arena (%) en los suelos del Proyecto La Ceiba, basado en los puntos muestreados (S-1 a S-4). Se observa un gradiente arenoso más alto hacia el noreste (hasta 70%) y más bajo al suroeste (55%), lo cual sugiere variabilidad textural asociada a procesos coluvio-aluviales y posición geomorfológica.

Este tipo de análisis permite:

- Identificar sectores con mejor drenaje natural o mayor susceptibilidad a erosión.
- Planificar la distribución de estructuras o zonas de revegetación según el comportamiento textural del suelo (FAO, 2006).
- Evaluar la necesidad de obras de estabilización o cobertura vegetal en áreas de suelos más sueltos.

Figura 8-1-33. Perfil edafológico del proyecto La Ceiba

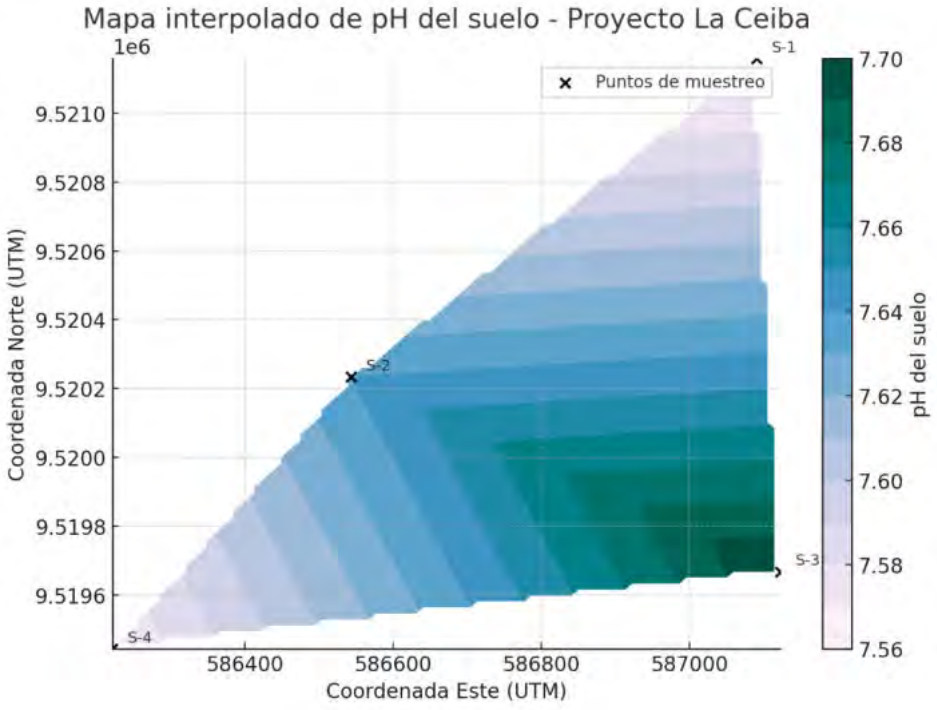
Nota: Elaborado por equipo técnico, 2025

El esquema representa un perfil edafológico típico para el área del Proyecto La Ceiba, con tres horizontes claramente diferenciados:

- **Horizonte A (0–15 cm)**: De color marrón claro, textura franco-arenosa, con buena aireación y actividad biológica. Es el horizonte superficial con mayor contenido orgánico (Brady & Weil, 2017).
- **Horizonte Bw (15–35 cm)**: Horizonte subsuperficial de color pardo amarillento, textura franco-limosa, con desarrollo incipiente de estructura. Marca el inicio de procesos de alteración edáfica (FAO, 2006).
- **Horizonte C (35–50 cm o más)**: Constituido por el material parental coluvio-aluvial, poco alterado, con textura franca y alta pedregosidad. Este horizonte limita la profundidad efectiva radicular.

Este perfil es representativo de **Entisoles e Inceptisoles** con escaso desarrollo pedogenético, típicos de ambientes semiáridos y laderas del sur de Loja.

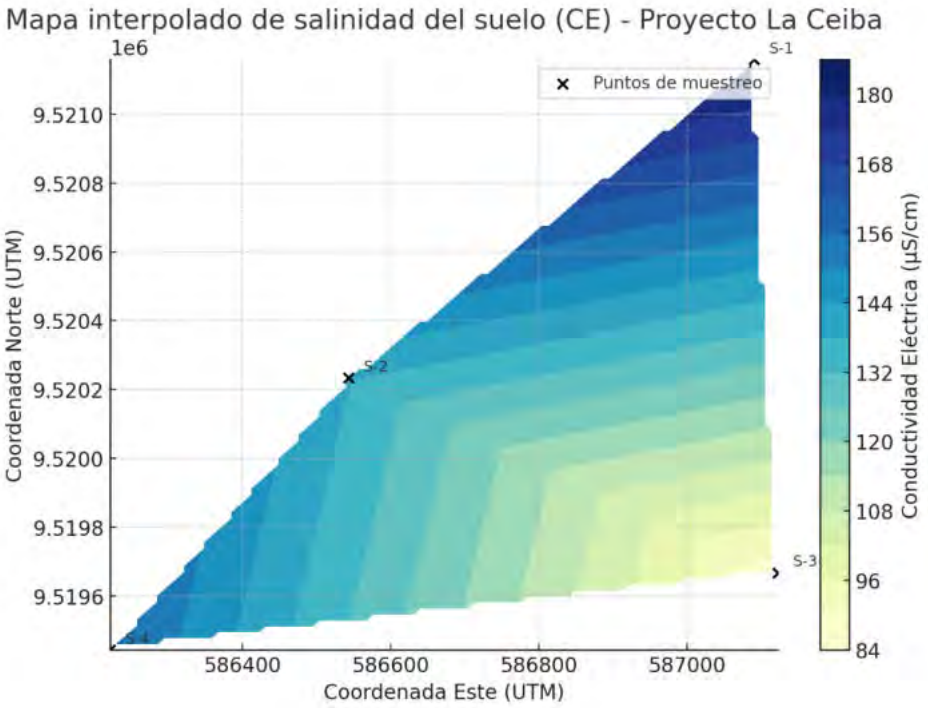
Figura 8-1-34. Interpolación del parámetro pH en el área del proyecto.



Nota: Elaborado por equipo técnico, 2025

El mapa interpolado muestra la distribución espacial del pH del suelo en el Proyecto La Ceiba. Los valores oscilan entre 7,56 y 7,70, lo que indica un suelo ligeramente alcalino en toda el área. Esta condición favorece la estabilidad química de nutrientes como calcio y magnesio, pero puede limitar la disponibilidad de micronutrientes como hierro o zinc en algunas especies vegetales (Brady & Weil, 2017). La uniformidad del pH sugiere condiciones edafogenéticas homogéneas, probablemente asociadas a la litología de base coluvio-aluvial y a la escasa intervención antrópica.

Figura 8-1-35. Representación de la salinidad del suelo en el área del proyecto.



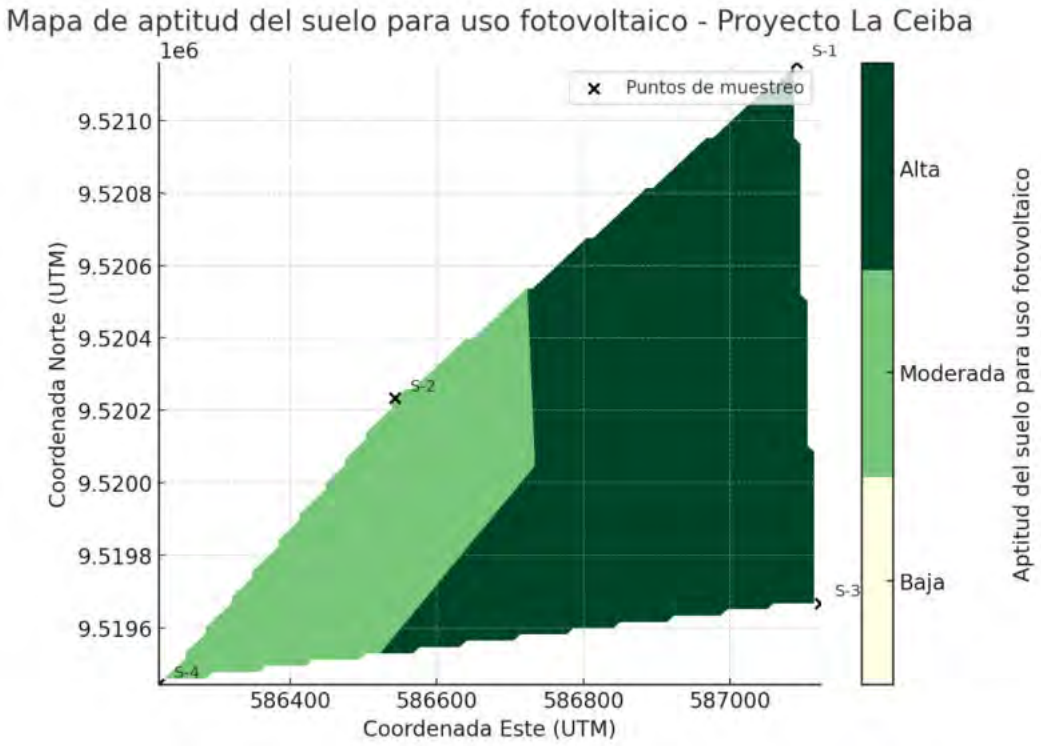
Nota: Elaborado por equipo técnico, 2025

El mapa interpolado muestra la distribución espacial de la conductividad eléctrica (CE) del suelo, indicador indirecto de salinidad. Los valores varían entre 86,6 y 183,1 µS/cm, muy por debajo del umbral de salinidad leve (>2 dS/m o 2000 µS/cm según USDA, 2014), indicando condiciones no salinas en toda el área del Proyecto La Ceiba.

Esta condición:

- Favorece el establecimiento de coberturas vegetales para control de erosión.
- Reduce riesgos de corrosión en estructuras metálicas superficiales.
- Confirma la idoneidad del suelo para actividades de implantación energética sin restricciones por salinidad (FAO, 2006).

Figura 8-1-36. Aptitud del suelo para uso fotovoltaico



Nota: Elaborado por equipo técnico, 2025

Determinar la aptitud del suelo del área del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba para la instalación de infraestructura energética (paneles, caminos, subestaciones), considerando propiedades físico-químicas del suelo que influyen en la estabilidad estructural y riesgo edafológico.

En el MAPA NRO. 21 se presenta el mapa geopedológico del proyecto.

El mapa de aptitud del suelo para uso fotovoltaico muestra tres clases categorizadas espacialmente:

- Alta aptitud: Áreas con bajo contenido salino (CE < 200 µS/cm), pH neutro (6–8) y alto contenido de arena (>60%), ideales para cimentación, drenaje y mínima interferencia edáfica.
- Moderada aptitud: Cumplen con CE y pH adecuados, pero con textura más fina o menor aireación.
- Baja aptitud: No se detectan en este caso, ya que ningún punto presenta condiciones restrictivas.

Este análisis permite optimizar la ubicación de estructuras dentro del polígono, evitando zonas con restricciones edáficas y facilitando decisiones de ingeniería y manejo del terreno (MAGAP, 2014; FAO, 2006).

8.1.1.5. Calidad del suelo.

- Metodología.

Como parte del "Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para Construcción, Operación, Mantenimiento y cierre del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba", la empresa consultora a cargo del proyecto, ha contratado los servicios técnicos especializados del laboratorio *LABCESSTTA* acreditado el Servicio de Acreditación del Ecuador SAE, para efectuar el análisis y la caracterización de Calidad del Suelo, como línea base o valor de fondo (es decir, caracterización de la calidad del suelo existente, antes de la operación del proyecto en el sector).

Se ha efectuado el monitoreo ambiental de la calidad del suelo en el sitio del proyecto, Zona de uso agrícola y agropecuario, a fin de determinar las características y concentración de elementos en la composición del suelo de la zona de influencia directa, bajo las condiciones actuales, como línea base o nivel de referencia, antes de ser intervenida para la construcción y posterior operación del proyecto; esta caracterización será la base para comparar en evaluaciones posteriores durante las actividades de construcción y actividades cotidianas que se realizaran en esta área, para la operación del proyecto.

Se ha determinado los puntos de monitoreo, considerando el área de influencia directa de construcción y desarrollo del proyecto y las actividades que se llevara a cabo; en base a los puntos definidos se procedió al muestreo de Suelos, bajo las condiciones endémicas del sector, donde dependiendo de su ubicación, existen o no actividades humanas que han modificado el medio y que tienen influencia en los resultados obtenidos. Con los resultados de concentración que se obtengan, se va a establecer la línea base del proyecto en lo referente a la calidad del suelo. Esta línea base va a permitir detectar y cuantificar a futuro, una vez que opere el proyecto, si este genera algún tipo de afectación a las condiciones originales del sector, y así poder tomar las medidas necesarias para disminuir este impacto.

También se realiza el análisis del cumplimiento de los parámetros monitoreados comparados con los valores de la normativa ambiental establecida en el Acuerdo Ministerial 097-A, Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Se ha efectuado esta evaluación ambiental como herramienta de análisis para el control ambiental que el Ministerio del Ambiente efectúa, considerando las exigencias de las normativas ambientales aplicables en el Ecuador, como es el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), revisado en el acuerdo 097 A del 4 de noviembre del 2015. El trabajo efectuado, se enmarca en lineamientos y políticas establecidas por la Empresa, procedimientos técnicos internos del Laboratorio LABCESTTA, metodologías validadas por organismos internacionales (EPA, Standard Methods, APHA, EN) y en sistemáticas especificadas en la legislación ambiental nacional (AM 097 A).

El informe técnico que se presenta, corresponde al muestreo y análisis de suelos en el área de influencia directa, donde se va a desarrollar la Construcción y Operación del Proyecto Fotovoltaico, que incluye:

- Muestreo de suelos a través de tres diferentes profundidades, en diferentes del sitio de muestreo, para obtención de una muestra compuesta definitiva de control de la calidad del suelo.
- Análisis físico-químico de la muestra compuesta e interpretación de resultados.

El monitoreo fue compuesto en las áreas de suelos que se han determinado para el análisis; se efectuó la toma de muestras en envases, los cuales se sellaron totalmente y etiquetaron luego de obtener cada una de las muestras compuestas de cada uno de los puntos del estudio. Para la toma de la muestra en el sitio seleccionado, se tomaron alícuotas a diferentes profundidades y distancias del punto seleccionado para su control; para este caso, en cada punto se tomaron muestras que son representativas y en forma simple y puntual, se ha efectuado una excavación de 30 m.

Se realizó el Monitoreo, en los siguientes puntos:

Tabla 8-1-24. Coordenadas de los puntos de muestreo en el área del parque fotovoltaico (2025).

ID	Cod-EIA	Codigo-Laboratorio	17S_X	17S_Y	Elevación (msnm)	Fecha de muestreo	Lugar de referencia
1	S-1	AL-SPT-012-25	587091	9521159	228	24/6/2025	La Ceiba. Cantón Zapotillo. Punto 1.
2	S-2	AL-SPT-013-25	586543	9520234	240	24/6/2025	La Ceiba. Cantón Zapotillo. Punto 2.
3	S-3	AL-SPT-014-25	587123	9519668	216	24/6/2025	La Ceiba. Cantón Zapotillo. Punto 3.
4	S-4	AL-SPT-015-25	586221	9519444	226	24/6/2025	La Ceiba. Cantón Zapotillo. Punto 4.

Elaborado por equipo técnico, 2025.

En el MAPA NRO. 20, se detalla el mapa de ubicación de puntos de monitoreo de suelo.

En el ANEXO 8-1-5. se presenta los resultados del monitoreo de calidad del suelo del proyecto.

- Resultados

Tabla 8-1-25. Resultados muestreo de suelos

ID	Cod-EIA	Codigo-Laboratorio	Estado de la muestra	Tipo de muestra	Conductividad Eléctrica µS/cm	Mercurio mg/Kg	Hidrocarburos Totales de petróleo g/Kg	Índice RAS	Potencial Hidrógeno pH	Organoclorados Totales mg/Kg	Cadmio mg/Kg	Cromo mg/Kg	Plomo mg/Kg	Vanadio mg/Kg	Cumplimiento
1	S-1	AL-SPT-012-25	Bajo criterio	Compuesta	183,1	<0,001	<76	0,19	7,56	<0,05	<0,25	<50	<10	<0,5	Bajo criterio
2	S-2	AL-SPT-013-25	Bajo criterio	Compuesta	138,4	<0,001	<76	0,16	7,64	<0,05	<0,25	<50	<10	<0,5	Bajo criterio
3	S-3	AL-SPT-014-25	Bajo criterio	Compuesta	86,6	<0,001	<76	0,18	7,7	<0,05	<0,25	<50	<10	<0,5	Bajo criterio
4	S-4	AL-SPT-015-25	Bajo criterio	Compuesta	157,2	<0,001	<76	0,2	7,57	<0,05	<0,25	<50	<10	<0,5	Bajo criterio

Fuente: LABCESTTA, 2025.

Elaborado por equipo técnico, 2025

- Interpretación

Se analizaron cuatro muestras compuestas (S-1 a S-4) correspondientes al área de influencia del proyecto, evaluando parámetros clave como conductividad eléctrica, pH, índice RAS, metales pesados (mercurio, cadmio, cromo, plomo, vanadio), hidrocarburos totales (TPH) e organoclorados. Todos los ensayos se clasificaron como "bajo criterio", lo que indica que no se detectaron excedencias frente a los límites normativos especificados.

La conductividad eléctrica, con valores entre 86,6 y 183,1 µS/cm, se encuentra muy por debajo del umbral permisible para salinidad del suelo (aproximadamente 2 mmhos/cm o 2000 µS/cm). El pH registrado —entre 7,56 y 7,70— se encuentra dentro del rango óptimo (6-8), favorable para cultivos y procesos biológicos del suelo. El índice RAS, entre 0,16 y 0,20, es significativamente inferior al máximo aceptable de 4, lo que indica baja sodificación y buena aptitud agrícola.

Con respecto a los metales pesados, todos los valores quedaron por debajo de los límites normativos: mercurio < 0,001 mg/kg (≤ 0,1 mg/kg), cadmio < 0,25 mg/kg (≤ 0,5 mg/kg), cromo < 50 mg/kg (≤ 90 mg/kg para uso industrial, aunque el límite agrícola es ≤ 20 mg/kg), plomo < 10 mg/kg (≤ 25 mg/kg) y vanadio < 0,5 mg/kg (≤ 25 mg/kg).

En cuanto a los compuestos orgánicos, los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) se reportaron como < 76 g/kg lo que es un valor muy bajo en relación a los criterios de la normativa para suelos contaminados. El organoclorado total fue < 0,05 mg/kg, muy por debajo del límite permisible de ≤ 0,5 mg/kg.

8.1.10. Conclusiones

- El análisis climático integral evidencia que el área del proyecto fotovoltaico La Ceiba presenta condiciones homogéneas y óptimas para la instalación y operación de una planta solar, con alta temperatura constante (24–26 °C), baja precipitación anual (500–750 mm) y un clima subhúmedo megatérmico en el 100% del polígono. Estas condiciones minimizan pérdidas energéticas y riesgos operativos asociados al clima, garantizando una alta disponibilidad solar anual y sostenibilidad operativa del proyecto.

- En síntesis, el cantón Zapotillo exhibe un clima cálido semiárido caracterizado por temperaturas altas todo el año (media ~26 °C) y lluvias muy escasas concentradas en un corto invierno austral. La prolongada sequía estacional (8-9 meses) y la elevada evaporación definen un balance hídrico negativo, clasificando la zona como árida (Lang, 1920). La humedad relativa promedio (~77%) se considera moderada, con ambiente más húmedo sólo durante las breves lluvias. Los vientos SW de baja intensidad y el alto brillo solar (>5 h diarias) completan este perfil climático. Estas variables, respaldadas por datos de las estaciones Zapotillo M151 y Saucillo M437, proporcionan información clave para el diseño de infraestructuras en el cantón –por ejemplo, la disponibilidad de agua es el factor limitante para la agricultura, mientras que la abundante radiación solar y calor son factores críticos para proyectos de energía fotovoltaica (Villamarín, 2019). En todos los casos, es fundamental considerar adaptaciones a la variabilidad climática: eventos

extremos como sequías prolongadas o lluvias anómalas durante El Niño pueden alterar significativamente las medias históricases.scribd.comes.scribd.com. No obstante, con base en los registros 1990-2020, la tendencia general sugiere un clima persistentemente cálido y seco, propio del Bosque Seco Tropical de la región Tumbesina (Espinosa et al., 2018), cuya preservación y manejo sostenible revisten gran importancia.

- El período 2010–2024 ha estado marcado por sequías intensas, temperaturas elevadas persistentes y una altísima variabilidad interanual de lluvias. Estas condiciones reafirman el carácter semiárido y cálido del cantón Zapotillo. Para el proyecto fotovoltaico La Ceiba, estas condiciones resultan técnicamente óptimas para captación solar, aunque requieren prevención frente a eventos extremos, como olas de calor y lluvias concentradas (Eliasson et al., 2020; Villamarín, 2024).

- El área del proyecto La Ceiba presenta condiciones óptimas para generación solar: clima seco, radiación elevada y alta heliofanía. La variabilidad interanual exige considerar medidas de adaptación climática para mitigar efectos de eventos extremos.

8.1.11. Recomendaciones

- Es importante conservar las zonas de infiltración natural para no afectar la recarga de acuíferos locales. Las cimentaciones deben considerar posibles variaciones de humedad en suelos coluviales y areniscas; evitar cortes profundos en lutitas que puedan desestabilizarse. Se recomienda implementar sistemas de drenaje superficial para controlar escorrentía y evitar erosión. En caso de obras de perforación (p.ej., pilotes), se sugiere monitorear niveles freáticos locales.

- Diseñar plataformas y corredores con pendientes seguras (<20%) para disminuir la erosión y riesgo de deslizamientos. Implementar bermas o terrazas intermedias en pendientes pronunciadas y revegetar con especies nativas de raíces profundas (IIGE, 2017). Evitar cortes abruptos sin contención ni cobertura vegetal. Construir drenajes transversales y longitudinales (canales revestidos, zanjas de infiltración) para conducir aguas pluviales hacia zonas seguras, evitando su concentración en laderas.

- Preservar los cauces temporales existentes y los conos de deyección; si se excavan, dotarlos de defensas sedimentarias o sumideros para retener sedimentos. Establecer barreras vivas (ajardinamiento con palizadas, geotextiles biodegradables) en zonas expuestas durante la construcción. Controlar el tránsito de maquinaria para evitar compactación y erosión adicional.

- Mantener cobertura vegetal natural junto a las quebradas para reducir erosión y filtrar sedimentos. Establecer franjas de amortiguamiento acorde al PUGS, tal como demanda la gestión responsable del recurso hídrico. Diseñar y construir canales de drenaje pluvial o zanjas revestidas que capten aguas de lluvia, evitando la formación de arroyos improvisados. Incluir trampas de sedimentos o biofiltros en puntos críticos para evitar el arrastre excesivo de suelo y contaminantes hacia las quebradas.

- Establecer puntos de muestreo de aguas superficiales dentro y fuera del área de proyecto. Analizar regularmente parámetros mínimos como pH, turbidez, conductividad eléctrica y nutrientes, comparando con límites normativos para detectar tendencias de deterioro.

- Asegurar que cualquier vertido o uso de agua en la obra cumpla con el COA y su Reglamento y normas ambientales ecuatorianas. Considerar las recomendaciones de planes hidrográficos, que enfatizan un enfoque integrado de conservación y uso sostenible de recursos hídricos. Esto incluye coordinar con autoridades locales y Juntas de Agua para la gestión adecuada de la cuenca Catamayo–Chira a largo plazo.

Contenido

8.2. COMPONENTE BIÓTICO.....210
8.2.1. Flora.....214
8.2.2. Fauna.....271
8.2.2.1. Mastofauna.....271
8.2.2.2. Ornitofauna.....308
8.2.3.3. Herpetofauna.....342
8.2.3.4. Entomofauna.....372
8.2.3.5. Macroinvertebrados acuáticos.....405
8.2.3.6. Ictiofauna.....454

Índice de tablas

Tabla 8-2-1. Cobertura y uso del suelo en el área de estudio. 212
Tabla 8-2-2. Ecosistema presente en el área de estudio 212
Tabla 8-2-3. Coordenadas de zonas muestreadas del componente flora. 215
Tabla 8-2-4. Esfuerzo de muestreo componente flora 217
Tabla 8-2-5. Interpretación de la abundancia relativa Flora 222
Tabla 8-2-6. Especies obtenidas en las cuatro parcelas de Bosque Secundario 223
Tabla 8-2-7. Resultados obtenidos en las cuatro parcelas de Bosque Secundario 228
Tabla 8-2-8. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL001 229
Tabla 8-2-9. Abundancia absoluta y relativa 229
Tabla 8-2-10. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL001..... 232
Tabla 8-2-11. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL002 233
Tabla 8-2-12. Abundancia absoluta y relativa registradas en la parcela PFC-FL002 233
Tabla 8-2-13. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL002..... 236
Tabla 8-2-14. Especies obtenidas en las cuatro parcelas de Bosque Secundario 237
Tabla 8-2-15. Resultados obtenidos en las parcelas de 2,5 cm en Bosque Secundario 242
Tabla 8-2-16. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL003 243
Tabla 8-2-17. Abundancia absoluta y relativa 243
Tabla 8-2-18. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL001..... 246
Tabla 8-2-19. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL004 247
Tabla 8-2-20. Abundancia absoluta y relativa registradas en la parcela PFC-FL004. 247
Tabla 8-2-21. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL004..... 250
Tabla 8-2-22. Índice de Simpson interpretación 252
Tabla 8-2-23. Diversidad de aves en el área de estudio..... 252
Tabla 8-2-24. Índice de similitud de Jaccard para el componente aves..... 253
Tabla 8-2-25. Estado de conservación de las especies registradas. 255
Tabla 8-2-26. Grado de sensibilidad de las especies registgradas en las cuatro parcelas. 256

Tabla 8-2-27. Especies registradas en el levantamiento de la línea base cualitativa 257
Tabla 8-2-28. Usos de las especies registradas. 259
Tabla 8-2-29. Categoría de conservación 260
Tabla 8-2-30. Sensibilidad de las especies registradas 261
Tabla 8-2-31. Especies condicionadas en Ecuador 263
Tabla 8-2-32. Coordenadas futuros monitoreos del componente flora. 269
Tabla 8-2-33. Puntos y coordenadas de muestreo para mastofauna 280
Tabla 8-2-34. Esfuerzo de muestreo para mastofauna 282
Tabla 8-2-35. Riqueza general del componente mastofauna 284
Tabla 8-2-36. Riqueza por punto de muestreo del componente mastofauna 285
Tabla 8-2-37. Abundancia absoluta y relativa del punto PFC-MA001 del componente mastofauna 285
Tabla 8-2-38. Riqueza y abundancia general del componente mastofauna 286
Tabla 8-2-39. Diversidad alfa del componente mastofauna 289
Tabla 8-2-40. Riqueza cualitativa del componente mastofauna 291
Tabla 8-2-41. Nicho trófico de las especies del componente mastofauna 292
Tabla 8-2-42. Hábito de las especies del componente mastofauna 293
Tabla 8-2-43. Distribución vertical de las especies del componente mastofauna 294
Tabla 8-2-44. Sociabilidad de las especies del componente mastofauna 295
Tabla 8-2-45. Estado de conservación de las especies del componente mastofauna .. 297
Tabla 8-2-46. Categorización bibliográfica de la abundancia relativa de mamíferos de las especies del componente mastofauna 297
Tabla 8-2-47. Sensibilidad de las especies registradas del componente mastofauna .. 299
Tabla 8-2-48. Puntos y coordenadas de muestreo para mastofauna 305
Tabla 8-2-49. Ubicación de los puntos de muestreo para ornitofauna..... 309
Tabla 8-2-50. Métodos y esfuerzo de muestreo para ornitofauna 311
Tabla 8-2-51. Interpretación de la abundancia relativa de ornitofauna 313
Tabla 8-2-52. Orden, familia y especies de aves registradas 318
Tabla 8-2-53. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR001 321
Tabla 8-2-54. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR001 322
Tabla 8-2-55. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR002 324
Tabla 8-2-56. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR002 325
Tabla 8-2-57. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR003 326
Tabla 8-2-58. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR003 327
Tabla 8-2-59. Diversidad de aves en el área de estudio 330
Tabla 8-2-60. Índice de similitud de Jaccard para el componente aves 330
Tabla 8-2-61. Especies de aves registradas en categorías de amenaza global y nacional 333
Tabla 8-2-62. Especies de aves consideradas indicadoras de hábitat 335
Tabla 8-2-63. Coordenadas sujeridas para monitoreos posteriores – Componente ornitofauna 340
Tabla 8-2-64. Transectos de muestreo PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba 344
Tabla 8-2-65. Esfuerzo del levantamiento de línea base biótica para herpetofauna mediante la metodología de Registro por Encuentro Visual 345
Tabla 8-2-66. Composición taxonómica de la herpetofauna registrada por sitio del muestreo levantamiento de línea base biótica. 351

Tabla 8-2-67. Resumen de métricas por sitio del muestreo levantamiento de línea base biótica para herpetofauna. 352
Tabla 8-2-68. Abundancia relativa de las especies de herpetofauna identificadas en el levantamiento de línea base biótica PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba 355
Tabla 8-2-69. Índices de diversidad de Shannon_H y Simpson_1-D entre los diferentes puntos del levantamiento de línea base biótica herpetofauna 357
Tabla 8-2-70. Índice de Jaccard 358
Tabla 8-2-71. Clasificación de sensibilidad ecológica de las especies registradas en el el levantamiento de línea base biótica herpetofauna. 363
Tabla 8-2-72. Estados de conservación y endemismo actualizados según Anfibios del Ecuador 364
Tabla 8-2-73. Especies de interés 365
Tabla 8-2-74. Transectos de muestreo sugeridos, PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba 369
Tabla 8-2-75. Ubicación de los puntos de muestreo para entomofauna 373
Tabla 8-2-76. Métodos y esfuerzo de muestreo para entomofauna 376
Tabla 8-2-77. Orden, familia y especies de escarabajos registrados en el área de estudio 378
Tabla 8-2-78. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos 380
Tabla 8-2-79. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001 382
Tabla 8-2-80. Abundancia absoluta y relativa de escarabjos copronecrófagos en PFC-EN002 384
Tabla 8-2-81. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN003 385
Tabla 8-2-82. Diversidad de escarabajos 388
Tabla 8-2-83. Indice de similitud de Jaccard para escarabajos 388
Tabla 8-2-84. Familias y especies de mariposas diurnas registradas 389
Tabla 8-2-85. Abundancia absoluta y relativa de mariposas 390
Tabla 8-2-86. Órden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN001 392
Tabla 8-2-87. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN001 393
Tabla 8-2-88. Órden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN002 394
Tabla 8-2-89. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN002 395
Tabla 8-2-90. Órden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN003 396
Tabla 8-2-91. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN003 396
Tabla 8-2-92. Diversidad de mariposas diurnas 399
Tabla 8-2-93. Índice de similitud de Jaccard para mariposas diurnas 399
Tabla 8-2-94. Coordenadas sujeridas para monitoreos posteriores – componente Entomofauna 404
Tabla 8-2-95. Sitios de levantamiento biótico para macroinvertebrados 406
Tabla 8-2-96. Esfuerzo de muestreo para macroinvertebrados 408
Tabla 8-2-97. Clases de Calidad de Agua – Valores EPT 412
Tabla 8-2-98. Puntajes de las familias de macroinvertebrados de acuerdo al índice BMWP/Col 412
Tabla 8-2-99. Criterios de calidad biológica del agua para el índice BMWP/Col. 413
Tabla 8-2-100. Composición de macroinvertebrados 415
Tabla 8-2-101. Abundancia relativa de macroinvertebrados 418

Tabla 8-2-102. Diversidad de macroinvertebrados 420
Tabla 8-2-103. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-001 421
Tabla 8-2-104. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-001 424
Tabla 8-2-105. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-001 425
Tabla 8-2-106. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-002 426
Tabla 8-2-107. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-002 428
Tabla 8-2-108. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-002 430
Tabla 8-2-109. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-003 430
Tabla 8-2-110. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-003 433
Tabla 8-2-111. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-003 434
Tabla 8-2-112. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-004 435
Tabla 8-2-113. Abundancia Relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-004 437
Tabla 8-2-114. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-004 439
Tabla 8-2-115. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-005 439
Tabla 8-2-116. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-005 441
Tabla 8-2-117. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-005 443
Tabla8-2- 118 Índice de similitud de Jaccar para el componente de macroinvertebrados 443
Tabla 8-2-119. Descripción de los sitios de levantamiento biótico para el componente ictiofauna 455
Tabla 8-2-120. Esfuerzo de muestreo de levantamiento biótico para el componente ictiofauna 456
Tabla 8-2-121. Composición de la ictiofauna 465
Tabla 8-2-122. Abundandia relativa de la ictiofauna 467
Tabla 8-2-123. Diversidad de ictiofauna 470
Tabla8-2 124 Índice de similitud de Jaccard- ictiofauna 470
Tabla 8-2-125. Composición de ictiofauna en PFC-PEA-001 471
Tabla 8-2-126. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-001 473
Tabla 8-2-127. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEEA-001 474
Tabla 8-2-128. Composición de la ictiofauna en PFC-PEA-001 475
Tabla 8-2-129. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-002 476
Tabla 8-2-130. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEA-002 478
Tabla 8-2-131. Composición de la ictiofauna en PFC-PEA-003 478
Tabla 8-2-132. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-003 480
Tabla 8-2-133. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEA-003 481
Tabla 8-2-134. Composición de la ictiofauna en PFC-PEE-004 481
Tabla 8-2-135. Abundancia relativa de la ictiofauna en PFC-PEE-004 483
Tabla 8-2-136. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEE-004 484
Tabla 8-2-137. Composición de la ictiofauna en PFC-PEE-005 484
Tabla 8-2-138. Abundancia relativa de peces en PFC-PEE-005 485
Tabla 8-2-139. Diversidad de peces en PFC-PEE-005 486

Figura 8-2-1. Número de familias, géneros y especies de flora registradas 224
Figura 8-2-2. Especies con mayor número de individuos. 224
Figura 8-2-3. Especies con mayor número de individuos. 225
Figura 8-2-4. Especies con mayor Área Basal y Volumen dentro de las parcelas. 226
Figura 8-2-5. Especies con mayor Indice de Valor de Importancia 227

Figura 8-2-6. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FL001 230
Figura 8-2-7. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL001..... 230
Figura 8-2-8. Especies con mayor Indice de Valor de Importancia 231
Figura 8-2-9. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FR002..... 234
Figura 8-2-10. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL002..... 234
Figura 8-2-11. Especies con mayor Indice de Valor de Importancia 235
Figura 8-2-12. Número de familias, géneros y especies de flora registradas..... 238
Figura 8-2-13. Especies con mayor número de individuos. 238
Figura 8-2-14. Especies con mayor número de individuos. 239
Figura 8-2-15. Especies con mayor Área Basal y Volumen dentro de las parcelas. 240
Figura 8-2-16. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia 241
Figura 8-2-17. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FL001 244
Figura 8-2-18. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL003..... 245
Figura 8-2-19. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia 245
Figura 8-2-20. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FR004..... 248
Figura 8-2-21. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL004..... 248
Figura 8-2-22. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia 249
Figura 8-2-23. Acumulación de especies en las cuatro parcelas. 251
Figura 8-2-24. Análisis cluster base Jaccard 253
Figura 8-2-25. Riqueza general del componente mastofauna. 283
Figura 8-2-26. Riqueza cuantitativa del componente mastofauna 284
Figura 8-2-27. Abundancia relativa del componente mastofauna 287
Figura 8-2-28. Curva de acumulación de especies y Chao 1 del componente mastofauna 288
Figura 8-2-29. Índice de similaridad de Jaccard del componente mastofauna 290
Figura 8-2-30. Riqueza cualitativa del componente mastofauna 291
Figura 8-2-31. Nicho trófico de las especies registradas del componente mastofauna 292
Figura 8-2-32. Hábito de las especies registradas del componente mastofauna 293
Figura 8-2-33.Distribución vertical de las especies registradas del componente mastofauna 294
Figura 8-2-34. Sociabilidad de las especies registradas del componente mastofauna . 295
Figura 8-2-35. Sensibilidad de las especies registradas del componente mastofauna . 298
Figura 8-2-36. Riqueza de especies de aves registradas 319
Figura 8-2-37. Abundancia de aves registradas en el área de estudio 320
Figura 8-2-38. Curva rango-abundancia de aves registradas en el área de estudio 320
Figura 8-2-39. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR001 323
Figura 8-2-40. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR002 326
Figura 8-2-41. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR003 328
Figura 8-2-42. Curva de acumulación y Chao-1 para aves 329
Figura 8-2-43. Similitud de aves – Índice Jaccard..... 331
Figura 8-2-44. Gremios tróficos de las especies de aves registradas 331
Figura 8-2-45. Estrato vertical de las especies de aves registradas 332
Figura 8-2-46. Número de especies de aves migratorias registradas 333
Figura 8-2-47. Sensibilidad de las especies de aves 336
Figura 8-2-48. Riqueza y abundancia de las especies de anfibios y reptiles registrados en los diferentes puntos del levantamiento de línea base biótica PFC-HR= Proyecto..... 351

Figura 8-2-49. Curva de rango–abundancia para PFC-HR01 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta) 353
Figura 8-2-50. Curva de abundancia para PFC-HR02 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta). 353
Figura 8-2-51. Curva de abundancia para PFC-HR03 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta). 354
Figura 8-2-52. Abundancia absoluta de las especies de anfibios y reptiles registrados en los diferentes puntos de muestreo donde PHF-HR = Proyecto Fotovoltaico La Ceiba Herpetofauna 354
Figura 8-2-53. Curva de Abundancia-Diversidad de las especies de herpetofauna identificadas en el monitoreo. 356
Figura 8-2-54. Curva de acumulación de especies incluyendo el estimador Chao_1 ... 357
Figura 8-2-55. Dendrograma de similitud entre los sitios del levantamiento de línea base biótica (THF_1SUR: PFC-HR01, THF_2MEDIO: PFC-HR02 y THF_3NORTE: PFC-HR03), basado en el índice de Jaccard y método de agrupamiento UPGMA 358
Figura 8-2-56. Nicho trófico de las especies de herpetofauna encontradas en el monitoreo 359
En cuanto al hábito de actividad ver Figura 8-2-56, se registró un equilibrio relativo entre especies diurnas y nocturnas. Seis de las once especies observadas (54.54%) presentaron hábitos diurnos, mientras que las cinco restantes fueron clasificadas como nocturnas (45.45%). Las especies diurnas corresponden principalmente a reptiles (como *Microlophus occipitalis, Callopistes flavipunctatus e Iguana iguana*), mientras que la mayoría de los anfibios, junto con algunas serpientes (*Oxyrhopus fitzingeri*), fueron de hábito nocturno. 359
Figura 8-2-58. Tipos de hábitos en las especies de herpetofauna encontradas en el levantamiento de línea base bióticaherpetofauna 360
Epipedobates anthonyi presenta el modo reproductivo 18 (Figura 8-2-38) según Duellman y Trueb (1994), caracterizado por la puesta de huevos en la hojarasca y el transporte de larvas por parte del adulto hacia cuerpos de agua donde culmina su desarrollo larval. Rhinella bella se reproduce mediante el modo 1 (Figura 8-2-38), donde los huevos son depositados en cuerpos de agua y las larvas acuáticas completan su desarrollo hasta la metamorfosis sin cuidado parental. Por último, *Leptodactylus labrosus y Engystomops randi* exhiben el modo reproductivo 11, caracterizado por la construcción de nidos espumosos donde se desarrollan los embriones, antes de que las larvas sean liberadas al agua para completar su metamorfosis. 360
Figura 8-2-61. Modos reproductivos de las especies de anfibios encontradas en el levantamiento de línea base biótica 361
Figura 8-2-62. Distribución vertical de las especies de herpetofauna encontradas en el levantamiento de línea base biótica herpetofauna 362
Figura 8-2-63. Riqueza de escarabajos por sitio de muestreo 379
Figura 8-2-64. Abundancia de escarabajos registrados 380
Figura 8-2-65. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos 381
Figura 8-2-66. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001 382
Figura 8-2-67. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001 383
Figura 8-2-68. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN002 383
Figura 8-2-69. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-002 384
Figura 8-2-70. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN003 385

Figura 8-2-71. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-OR003 386
Figura 8-2-72. Curva de acumulación y Chao-1 para escarabajos 387
Figura 8-2-73. Similitud de escarabajos – Índice Jaccard 389
Figura 8-2-74. Riqueza de mariposas registradas en cada sitio de muestreo 390
Figura 8-2-75. Riqueza y abundancia de mariposas 390
Figura 8-2-76. Curva abundancia de mariposas 391
Figura 8-2-77. Riqueza de mariposas en PFC-EN001 392
Figura 8-2-78. Curva abundancia de mariposas en PFC-OR001 393
Figura 8-2-79. Riqueza de mariposas en PFC-EN002 394
Figura 8-2-80. Curva rango-abundancia de mariposas en PFC-OR002 395
Figura 8-2-81. Riqueza de mariposas en PFC-EN003 396
Figura 8-2-82. Curva abundancia de mariposas en PFC-OR003 397
Figura 8-2-83. Curva de acumulación y Chao-1 para mariposas 398
Figura 8-2-84. Similitud de mariposas – Índice Jaccard 400
Figura 8-2-85. Riqueza de macroinvetebrados 416
Figura 8-2-86. Abundancia Absoluta de macroinvetebrados 417
Figura 8-2-87. Curva de dominancia – diversidad de macroinvetebrados 419
Figura 8-2-88. Curva de Acumulación de macroinvetebrados 420
Figura 8-2-89. Riqueza de macroinvetebrados en PFC-MC-001 422
Figura 8-2-90. Abundancia Absoluta de macroinvetebrados en PFC-MC-001 423
Figura 8-2-91. Curva de dominancia – Diversidad de macroinvetebrados en PFC-MC-001 425
Figura 8-2-92. Riqueza de macroinvetebrados en PFC-MC-002 427
Figura 8-2-93. Abundancia Absoluta de macroinvetebrados en PFC-MC-002 428
Figura 8-2-94. Curva de dominancia – diversidad de macroinvetebrados en PFC-MC-002 429
Figura 8-2-95. Riqueza de macroinvetebrados en PFC-MC-003 431
Figura 8-2-96. Abundandia absoluta de macroinvetebrados en PFC-MC-003 432
Figura 8-2-97. Curva de dominancia - diversidad de macroinvetebrados en PFC-MC-003 434
Figura 8-2-98. Riqueza de macroinvetebrados en PFC-MC-004 436
Figura 8-2- 99. Abundancia Absolutade macroinvetebrados en PFC-MC-004 437
Figura 8-2-100. Curva de dominancia – diversidad de macroinvetebrados en PFC-MC-004 438
Figura 8-2-101. Riqueza de macroinvetebrados en PFC-MC-005 440
Figura 8-2-102. Abundancia Absoluta de macroinvetebrados en PFC-MC-005 441
Figura 8-2-103. Curva de dominancia-diversidad de macroinvetebrados en PFC-MC-005 442
Figura 8-2-104. Dendrograma de Similitud de macroinvetebrados 443
Figura 8-2-105. Índice BMWP/Col de macroinvetebrados 444
Figura 8-2-106. Índice EPT (%) de macroinvetebrados 445
Figura 8-2-107. Grupos funcionales de alimentación de macroinvertebrados 446
Figura 8-2-108. Distribución vertical de macroinvertebrados 447
Figura 8-2-109. Sensibilidad de macroinvertebrados 449
Figura 8-2-110. Riqueza de Peces 466
Figura 8-2-111 .Abundancia absoluta de Peces 467
Figura 8-2-112 .Curva de dominancia – diversidad de Peces 468

Figura 8-2-113. Acumulación de Peces 469
Figura 8-2-114. Dendrograma de Similitud de la composición de especies de ictiofuana en los puntos de levantamiento biótico 471
Figura 8-2-115. Riqueza de Peces en PFC-PEA-001 472
Figura 8-2-116. Abundancia de Ictiofauna en PFC-PEA-001 473
Figura 8-2-117. Curva de dominancia – diversidad en PFC-PEA-001 474
Figura 8-2-118. Riqueza de peces en PFC-PEA-002 475
Figura 8-2-119. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEA-002 476
Figura 8-2-120. Curva de dominancia-diversidad de peces en PFC-PEA-002 477
Figura 8-2-121. Riqueza de peces en PFC-PEA-003 479
Figura 8-2-122. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEA-003 479
Figura 8-2-123. Curva de dominancia – diversidad peces en PFC-PEA-003 480
Figura 8-2-124. Riqueza de peces en PFC-PEE-004 482
Figura 8-2-125. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEE-004 482
Figura 8-2-126. Curva de dominancia – diversidad de peces en PFC-PEE-004 483
Figura 8-2-127. Riqueza de Peces en PFC-PEE-005 484
Figura 8-2-128. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEE-005 485
Figura 8-2-129. Curva de dominancia – diversidad de peces en PFC-PEE-005 486
Figura 8-2-130. Nicho trófico de ictiofauna 487
Figura 8-2-131. Distribución vertical de peces 488
Figura 8-2-132. Sensibilidad: Repuesta ecológico potencial de la ictiofauna 490
Figura 8-2-133. Estado de Conservación de Peces UICN 490
Figura 8-2-134. Estado de Conservación de peces CITES 491

8.2. COMPONENTE BIÓTICO

- Introducción

A nivel mundial existen aproximadamente 530 millones de hectáreas de bosques secos, en América Latina, están distribuidos desde el norte de México hasta el sur de Brasil y constituyen el 66,7 % de la superficie total. (Linares – Palomino, 2004)

Los bosques secos son ecosistemas con alta diversidad biológica, constituyen un tipo de vegetación muy frágil, que se desarrolla en condiciones climáticas extremas. (Klitgaard et al. 1999)

Los bosques secos de la provincia de Loja, se presentan en pequeños remanentes y en otros casos solamente algunos árboles aislados, esto es el resultado de las actividades humanas. Sin embargo, el estado actual de los bosques secos de la provincia es considerado como bueno. (Neill, 2000), ya que su composición florística, faunística y estructura presentan mejores características que los bosques de las provincias de Manabí, Guayas, y El Oro.

El emplazamiento del proyecto fotovoltaico "La Ceiba", se encuentra en el cantón Zapotillo a una distancia aproximada de 1.9 km de La Ceiba, el poblado más cercano al proyecto y a 4 km aproximadamente de la ciudad de Zapotillo, tiene una extensión de 401,31 Ha, con una orientación NE-SO, y una altura que va desde los 180 a 250 msnm.

En el presente informe se presentan los resultados del levantamiento de la línea base biótica durante el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba y contempla la información detallada de la flora, fauna terrestre y acuática (macroinvertebrados y peces) identificadas en el área de estudio a partir del muestreo en campo utilizando metodologías cualitativas y cuantitativas estandarizadas y determinando la riqueza, abundancia y aspectos ecológicos de las especies registradas.

Los datos recopilados en este estudio representan una herramienta valiosa para apoyar la conservación del medio natural y ayudar a prevenir, mitigar o corregir posibles impactos ambientales derivados de la ejecución del proyecto, mediante la identificación de riesgos, efectos y la sensibilidad del componente biótico, lo que permitirá establecer medidas de protección dentro del Plan de Manejo Ambiental.

- Objetivos

Objetivo general.

Caracterizar la línea base del componente biótico del área de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba mediante la evaluación de la flora, la fauna terrestre y acuática, determinando su composición, riqueza, abundancia, diversidad, estado de conservación y sensibilidad ecológica, con el fin de proporcionar información técnica que permita la identificación de impactos ambientales y la formulación de medidas de manejo, prevención, mitigación y conservación durante las diferentes fases del proyecto.

Objetivos específicos.

1. Caracterizar la composición florística y faunística del área de estudio mediante muestreos cuantitativos y cualitativos, identificando las especies presentes y su distribución en los diferentes tipos de hábitat.
2. Determinar la riqueza, abundancia, diversidad y estructura ecológica de los diferentes subcomponentes bióticos mediante la aplicación de índices ecológicos y parámetros fitosociológicos, tales como Shannon-Wiener, Simpson, Chao-1, Índice de Valor de Importancia (IVI), Jaccard y Sorensen, según corresponda a cada grupo biológico.
3. Evaluar el estado de conservación, endemismo, categorías de amenaza y sensibilidad ecológica de las especies registradas, utilizando como referencia la UICN, el Libro Rojo de las especies del Ecuador y los Apéndices CITES.
4. Describir los atributos ecológicos de las especies registradas, incluyendo hábitos de crecimiento, nichos tróficos, distribución vertical, gremios ecológicos, uso del recurso, origen florístico y demás características relevantes para cada grupo taxonómico.
5. Establecer la condición ecológica del área de estudio mediante el análisis de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos, identificando especies de importancia ecológica, indicadoras y sensibles frente a las actividades del proyecto.
6. Generar información técnica de línea base que sirva de sustento para la evaluación de impactos ambientales y para el diseño de programas de manejo, conservación, monitoreo y seguimiento contemplados en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

- Uso del suelo y cobertura vegetal

De acuerdo al mapa de uso del suelo y cobertura vegetal, el área de implantación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se localiza en un mosaico paisajístico característico del bosque seco del suroccidente del Ecuador, donde predominan remanentes de vegetación nativa intercalados con áreas intervenidas por actividades agropecuarias y superficies sin cobertura vegetal. La clasificación corresponde al Nivel 2 del MAATE (2022).

La cobertura predominante dentro del área del proyecto corresponde a bosque nativo, con una superficie aproximada de 217,57 ha, equivalente al 54,21 % del área evaluada. Esta cobertura constituye el principal elemento ecológico del paisaje, proporcionando hábitat para la flora y fauna propias del bosque seco tropical, estos remanentes se encuentran principalmente en los márgenes de las quebradas, además cumple funciones relacionadas con la conservación del suelo, regulación hídrica y mantenimiento de la conectividad ecológica.

La segunda cobertura de mayor extensión corresponde a áreas sin cobertura vegetal, que representan 128,54 ha (32,03 %). Estas superficies corresponden principalmente a zonas con escasa vegetación debido a la intervención antrópica previa (cultivos y pastoreo de ganado principalmente caprino), presentando una menor capacidad para mantener procesos ecológicos y una mayor susceptibilidad a procesos erosivos.

Las restantes coberturas presentan una distribución localizada y comprenden:

Tabla 8-2-1. Cobertura y uso del suelo en el área de estudio.

	USO Y COBERTURA DEL SUELO		
Nivel I	Nivel II	Área hectáreas (ha)	Porcentaje de cobertura
Otras tierras	Área sin cobertura vegetal	128,54	32,03
Bosque	Bosque nativo	217,57	54,21
Tierra agropecuaria	Mosaico agropecuario	3,72	0,93
Tierra agropecuaria	Pastizal	24,92	6,21
Vegetación arbustiva y herbácea	Vegetación arbustiva y herbacea	26,56	6,62
	TOTAL	**401,31**	**100,00**

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Estas coberturas reflejan un grado moderado de intervención humana, asociado principalmente a actividades pecuarias y agrícolas de pequeña escala. No obstante, la presencia mayoritaria de bosque nativo indica que el paisaje conserva una importante representatividad de la vegetación natural del bosque seco.

- Ecosistemas

El mapa de ecosistemas muestra que el 99,76% del área de implantación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se encuentra dentro del ecosistema Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo, de acuerdo con la clasificación oficial de ecosistemas continentales del Ecuador MAE 2013 y que tan solo el 0,24% corresponde a áreas intervenidas como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 8-2-2. Ecosistema presente en el área de estudio

Ecosistema	Fisionomía	Área (ha)	Porcentaje
Bosque deciduo de tierras bajas Jama - zapotillo	Bosque	400,36	99,76
Área intervenida	Intervención	0,95	0,24
Total		**401,31**	**100,00**

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Este ecosistema se caracteriza por desarrollarse bajo condiciones de clima tropical seco, con una marcada estacionalidad de las precipitaciones y un prolongado período de déficit hídrico. Como respuesta a estas condiciones, la vegetación presenta un comportamiento deciduo, perdiendo parcial o totalmente el follaje durante la época seca como mecanismo fisiológico para reducir la pérdida de agua.

La estructura vegetal está conformada principalmente por especies arbóreas y arbustivas adaptadas al estrés hídrico, muchas de ellas con elevada importancia ecológica dentro del bosque seco ecuatoriano.

Estos ecosistemas constituyen uno de los ambientes naturales con mayor nivel de transformación en el país debido a la expansión de la frontera agropecuaria, la extracción de madera y el sobrepastoreo, por lo que los remanentes existentes poseen un alto valor para la conservación de la biodiversidad.

Desde el punto de vista ecológico, el Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo proporciona servicios ecosistémicos fundamentales, entre ellos:

- Conservación de la biodiversidad característica del bosque seco.
- Protección del suelo frente a procesos erosivos.
- Captura y almacenamiento de carbono.
- Regulación del ciclo hidrológico local.
- Provisión de hábitat y recursos alimenticios para numerosas especies de fauna silvestre.

La presencia exclusiva de este ecosistema dentro del área de influencia determina que las medidas de manejo ambiental deban orientarse a minimizar la fragmentación del bosque, reducir la pérdida de cobertura vegetal nativa, conservar individuos de importancia ecológica y mantener la funcionalidad ecológica del paisaje durante las diferentes fases del proyecto.

- Pisos Zoogeográficos

El área en donde se construirá el proyecto fotovoltaico La Ceiba se encuentra en el piso zoogeográfico Tropical o de Tierra Caliente, caracterizado por altitudes bajas que en este caso oscilan entre los 325 y 400 m s.n.m. Este piso presenta condiciones climáticas cálidas y secas, con temperaturas medias anuales entre 24 °C y 26 °C, y un régimen de precipitación bajo y altamente estacional, lo que genera una marcada diferencia entre la época lluviosa (diciembre a abril) y la prolongada época seca (mayo a noviembre) Albuja, et al. 2012.

En este piso zoogeográfico se presentan especies adaptadas a condiciones de aridez, suelos pobres y estacionalidad hídrica, entre las principales especies de flora y fauna tenemos:

Flora característica.

- *Ceiba trichistandra* – Ceibo.
- *Bursera graveolens* – Palo Santo.
- *Prosopis juliflora* – Algarrobo.
- *Capparis scabrida* – Muyuyo.
- *Eriotheca ruizii* (Pasallo)
- *Albizia multiflora* (Angolo)

Las especies de importancia ecológica y cultural tenemos: El *Loxopterygium huasango* (Hualtaco), *Handroanthus chrysanthus* (Guayacán común) (floración masiva en época seca) y *Bursera graveolens* (Palo Santo).

Fauna característica.

El bosque seco tumbesino alberga especies endémicas y de distribución restringida, con un alto valor para la conservación, entre los más importantes podemos citar los siguientes:

Mamíferos

Odocoileus virginianus – Venado cola blanca
Dasypus novemcinctus – Armadillo de nueve bandas
Didelphis marsupialis – Zarigüeya común

Reptiles

Iguana iguana – Iguana verde
Boa constrictor – Boa
Ctenosaura similis – Iguana negra
Diversas especies de lagartijas endémicas

Aves (alta riqueza y endemismo)

Cyanocorax mystacalis – Urraca de Loja
Aratinga erythrogenys – Perico macareño (en peligro)
Forpus coelestis – Periquito del Pacífico
Troglodytes tanneri – Cucarachero del Pacífico (endémico)
Falco sparverius – Cernícalo americano

En conclusión, las especies de flora y fauna de Zapotillo son típicas del bosque seco tumbesino, altamente adaptadas a la sequía estacional, y constituyen un patrimonio biológico único en el Ecuador.

8.2.1. Flora.

- Introducción.

La cobertura vegetal comprende todas las comunidades vegetales que cubre una superficie determinada, considera una amplia gama de biomas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos. La caracterización florística de acuerdo a los diferentes tipos de vegetación, determina de forma pragmática la funcionalidad y el estado de conservación de los ecosistemas.

Dentro de las consideraciones ecológicas para la evaluación de cobertura vegetal y servicios ecosistémicos, la caracterización de la flora genera información de relevancia que permiten estimar parámetros como dinámica de crecimiento, regeneración, captura y almacenamiento de carbono, regulación hidrológica y mitigación de gases de efecto invernadero, los cuales en la actualidad muestran su importancia para mitigar problemas ambientales como el cambio climático, deforestación y deterioro de ecosistemas, mediante la incorporación de alternativas de manejo que permitan lograr un enfoque de conservación y desarrollo sostenible.

Dentro de las normas establecidas por el Ministerio del Ambiente y Energía, se consideran la realización de caracterizaciones florísticas e inventarios forestales con el fin de determinar las características del medio biótico (estado de conservación, diversidad, endemismos y salud de los ecosistemas).

- Sitios de muestreo.

Dentro del polígono en donde se construirá el proyecto fotovoltaico La Ceiba se definió cuatro parcelas de muestreo cuantitativo y dos transectos de muestreo cualitativos; estos sitios muestran un alto impacto debido a la presencia de ganado vacuno y caprino, además, de otras actividades como la deforestación y la presencia de cultivos de maíz.

Tabla 8-2-3. Coordenadas de zonas muestreadas del componente flora.

Código	Fecha	Coordenadas WGS84 17 S			Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Extensión	Tipo de muestreo
		Ítem	Este	Norte					
PFC-FL001	28/06/2025	V1	586517	9521146	220	Bosque seco secundario adyacente a la carretera principal, este sitio presenta arboles dispersos debido a las actividades antrópicas desarrolladas, existe sotobosque.	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
		V2	586576	9521076					
		V3	586549	9521039					
		V4	586492	9521100					
PFC-FL002	29/06/2025	V1	586699	9519212	230	Bosque seco secundario cerca de vivienda, presenta alta intervención antrópica y esta cerca de sitios de cultivos de maíz.	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
		V2	586733	9519251					
		V3	586822	9519208					
		V4	586788	9519161					
PFC-FL003	27/06/2025	V1	586190	9519270	219	Bosque seco secundario cerca de quebrada, área mejor conservada y con regeneración de especies nativas.	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
		V2	586238	9519292					
		V3	586323	9519241					
		V4	586277	9519180					
PFC-FL004	10/3/2026	V1	587497	9521410	225	Bosque seco secundario en pendiente que presenta major estado de conservación, presencia de sotobosque.	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
		V2	587499	9521358					
		V3	587607	9521351					
		V4	587604	9521396					
PFC-T	11/3/2026	Inicio	586315	9519090	218	Bosque seco secundario cerca de vía de tierra con	Transecto	100 x 2 m	Cualitativo
		Fin	586235	9519152					

Código	Fecha	Coordenadas WGS84 17 S			Altitud (msnm)	Hábitat alto grado de intervención humanas	Método	Extensión	Tipo de muestreo
		Ítem	Este	Norte					
PFC-T1	11/3/2026	Inicio	587553	9521409	222	Bosque seco secundario cerca de quebrada, sitio mejor conservado.	Transecto	100 x 2 m	Cualitativo
		Fin	587508	9521497					
Significado= PFC-FL: Proyecto fotovoltaíco la Ceiba – Flora; T y T1: Transecto de observación; V: Vértice									

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

En el MAPA NRO. 25 se presenta el mapa de ubicación de puntos de muestreo.

- Esfuerzo de muestreo

Tabla 8-2-4. Esfuerzo de muestreo componente flora

Fecha	Código	Metodología	Superficie muestreada	Número de días	Horas por día	Total, horas
27/06/2025	PFC-FL001	Parcela (100 x 50 m)	5000 m²	1	8	8
28/06/2025	PFC-FL002	Parcela (100 x 50 m)	5000 m²	1	8	8
29/06/2025	PFC-FL003	Parcela (100 x 50 m)	5000 m²	1	8	8
10/3/2026	PFC-FL004	Parcela (100 x 50 m)	5000 m²	1	8	8
11/3/2026	PFC-T	Transecto de observación (100 x 2 m)	200 m²	1	2	2
11/3/2026	PFC-T1	Transecto de observación (100 x 2 m)	200 m²	1	2	2
Significado= PFC-FL: Proyecto fotovoltaíco la Ceiba – Flora; T: Transecto; V: Vértice						

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

- Metodología

Fase de campo

Metodología Cuantitativa

Para el levantamiento de la línea base cuantitativa se establecieron cuatro puntos de muestreo, en cada uno se implementaron parcelas de 100 m x 50 m, siguiendo protocolos de Mostacedo y Fredericksen (2000).

En las parcelas PFC-FL001 y PFC-FL002 se midieron los árboles y arbustos con diámetros a la altura del pecho iguales o superiores a 10 cm de acuerdo a lo manifestado por RAINFOR (Phillips et al., 2022).

En el presente estudio, la metodología aplicada en las parcelas PFC-FL001 y PFC-FL002 consideró las condiciones particulares del área de evaluación, donde no se evidenció un sotobosque desarrollado y la cobertura arbórea se caracteriza por la presencia de individuos dispersos y de baja densidad. Asimismo, durante el levantamiento de información se observó la presencia de ganado caprino en libre pastoreo, cuya actividad de ramoneo probablemente ha influido en la escasa cobertura arbustiva y herbácea registrada, condicionando la estructura y composición actual de la vegetación. Por ello, la metodología implementada se considera representativa de las características ecológicas del sitio y permite describir adecuadamente las condiciones existentes.

Con estos antecedentes y en base a (Gentry, 1995) y lo sugerido por el técnico de ARCONEL en las parcelas PFC-FL003 y PFC-FL004 también se opto por medir individuos con un DAP superior a 2,5 cm, con el fin de capturar la estructura real del bosque y tomar datos de sotobosque para los respectivos análisis de diversidad, donde presenta áreas con sotobosque propios del sector.

Metodología Cualitativa

Además se realizaron dos recorridos libres (PFC-T y PFC-T1) complementarios para la riqueza del proyecto La Ceiba, siguiendo la metodología de Mostacedo & Fredericksen (2000), cada transecto con una extensión de 100 metros de largo por 2 metros de ancho, cubriendo así un área de 200 m² por recorrido. En total, se muestrearon 400 m² por sitio, durante un tiempo de 2 hora en cada

recorrido. Durante estos recorridos, se registraron datos florísticos de todas las especies de hábito herbáceo, arbustivo y arbóreo.

Fase de laboratorio

La identificación taxonómica se realizó utilizando claves taxonómicas y dendrológicas, guías fotográficas locales y bases de datos de herbarios virtuales. Los nombres científicos fueron verificados en la base de datos de Trópicos del Missouri Botanical Garden. Además, el estado de conservación y el endemismo de las especies se consultaron en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador y en la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), así como la inclusión de las especies en los apéndices del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Los individuos que no presentaban características fértiles, es decir, sin flores ni frutos, fueron identificados únicamente a nivel de género.

Para los análisis: índices de riqueza, diversidad, curva de acumulación de especies se usó los programas estadísticos Restudio Versión 2024.09.1+394 y PAST 5.3, el análisis de Índice de Valor de importancia fue realizado en el programa Excel de Microsoft Office.

Los datos de campo fueron sistematizados y ordenados en matrices primarias, luego se procedió a calcular los siguientes parámetros fitosociológicos:

Análisis de datos

Riqueza y Abundancia

La riqueza de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados (colectados) por cada especie (Magurran, 2004).

Abundancia Relativa (N)

Se analizó la abundancia relativa, misma que permite caracterizar la muestra a través de la curva de abundancia relativa- diversidad. El empleo de esta curva es considerado como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y semi naturales (Magurran A., 1988). Se basa en el cálculo de la abundancia relativa dividiendo el número de individuos de la especie i para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

$$Pi = ni/N$$

Dónde: ni = *n* es el número de individuos de la especie *i*, dividido para el número total de individuos de la muestra (N) (Moreno *et al.*, 2011).

Área Basal

Expresada en m²; se define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo; este parámetro, para una especie determinada en la parcela, es la suma de las áreas basales de todos los individuos (Aguirre y Aguirre, 1999).

$$\mathrm{AB} = \frac{\pi \times DAP^2}{4}$$

Donde:

AB = Área basal

π = 3,1416

DAP = Diámetro altura del pecho (cm)

Volumen (V)

El volumen de la madera se obtiene a partir de el área basal y la altura comercial o total del tronco de un árbol. De forma general, el volumen se calcula de la siguiente forma (Mostacedo & Fredericksen,2000):

$$Vol = AB * h$$

El tronco generalmente tiene forma cónica y, por lo tanto, es necesario tomar en cuenta su factor de forma para lograr una mayor exactitud en su cálculo, aplicando la constante para arboles de zonas tropicales (0,7) (Mostacedo & Fredericksen,2000).

$$Vol = AB * h * 0.7$$

Curva de Acumulación de Especies

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad a través de la relación de las especies registradas o unidad de muestreo (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las coordenadas y). A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación es asintótica revela que el número de especies no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo. Según Magurran (2004), el esfuerzo puede ser el número de individuos registrados o una medida sustituta, como el número acumulativo de muestras o el tiempo de muestreo. Según Jiménez y Hortal (2003), al construir una curva de acumulación de especies, lo primero que se debe decidir es la manera en la que se va a cuantificar el esfuerzo de muestreo. El número medio de individuos colectados puede ser una medida indirecta del esfuerzo de muestreo: a mayor esfuerzo, mayor número de individuos capturados (a veces, las curvas de acumulación basadas en individuos son empleadas para rarificar y, por tanto, en ocasiones se las ha denominado curvas de rarefacción; esto adolece de varios problemas como la pérdida importante de datos). Sin embargo, si se quiere aportar una serie de recomendaciones sobre la planificación del muestreo para otros investigadores, es preferible expresar el esfuerzo como unidades de muestreo (Moreno & Halffter, 2001).

Índice de Chao-1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao A. , 1984); (Chao A. &., 1992), siendo S el número de especies en una muestra, a es el número de especies representadas solo por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y b el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Moreno C. , 2001).

$$Chao\,1 = S + a^2 / 2\,b$$

Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$$H' = -\sum pi \ln pi$$

Dónde:
Pi= Proporción de individuos de la especie i respecto al total de la muestra ni/N
ln = logaritmo natural

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El análisis estadístico fue realizado mediante el sofware PAST 5.3.

Índice de diversidad de Simpson

$$D = \sum Pi^2$$

donde:
pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 – D (Lande, 1996). El análisis estadístico fue realizado mediante el sofware PAST 5.3.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Para el desarrollo del IVI se utilizó la suma tres parámetros (Densidad Relativa, Frecuencia Relativa y Dominancia Relativa) para llegar al "Valor de Importancia". La sumatoria del "Valor de Importancia" para todas las especies es siempre igual a 300. Se puede considerar, entonces, que las especies que alcanzan un valor de importancia superior a 20 en la parcela (un 10 % del valor total) son "importantes" y comunes componentes del bosque muestreado (Cottam & Curtis, 1956).
La fórmula para su cálculo es la siguiente:

IVI = DR + FR + DM

Densidad y densidad relativa

Está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies por unidad de área o superficie. Para tener una idea de la abundancia o densidad relativa (número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población), se utiliza la siguiente fórmula (Aguirre y Aguirre, 1999):

$$\text{Densidad relativa (DR)} = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} \text{ x } 100$$

Frecuencia y frecuencia relativa

Está dada por el número de parcelas en la que esta presente una especie, la frecuencia relativa esta dada por las veces que se repite una especie en una parcela en relación a la sumatorio de las frecuencias de todas las especies (Aguirre y Aguirre, 1999.

$$\text{Frecuencia relativa (FR)} = \frac{\text{Número de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencia de todas las especies}} \text{ x } 100$$

Dominancia y dominancia relativa

La dominancia relativa está dada por el área basal de los individuos de una especie con relación al total de área basal de los individuos de la población, para lo que se utiliza la siguiente fórmula (Aguirre y Aguirre, 1999):

$$\text{Dominancia relativa (DmR)} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \text{ x } 100$$

Similitud de Jaccard

Expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975 en Moreno, 2001). Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: d = 1—s (Magurran, 1988 en Moreno, 2000).

El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.
Su fórmula es:

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:
a = número de especies presentes en el sitio A
b = número de especies presentes en el sitio B
c = número de especies presentes en ambos sitios, A y B

El análisis estadístico fue realizado en Excel 2010.

Aspectos Ecológicos

Hábito de crecimiento

El hábito, según Font Quer (1953), se define como el aspecto general o fisonomía que presenta una planta. Esta apariencia está determinada por la combinación de su morfología, el modo de crecimiento de sus tallos y su longevidad, permitiendo clasificar a los especímenes en categorías fundamentales como hierbas, arbustos o árboles, dependiendo de su grado de lignificación y altura. Esta información se verifica en la página de (Tropicos, 2012).

Origen florístico

El origen florístico determina si una especie es endémica, nativa, o introducida. Esta información se verifica en la página de (Tropicos, 2012).

Uso del recurso

Se refiere a las plantas que representan algún beneficio directo para el hombre, esta información se verificó de la Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macía & Balslev, 2008).

Estado de conservación

El estado de conservación y la inclusión en los apéndices CITES de las especies registradas se basó en el Libro rojo de plantas endémicas del Ecuador (León-Yánez et al., 2011), la lista roja de la UICN (Versión 2025-1) y los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2025).

Endemismo

Las especies endémicas son aquellas que están restringidas a una ubicación geográfica muy concreta, y fuera de esta ubicación no se encuentran en otra parte. Para determinar el endemismo, se analizó la información del Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2.ª (León-Yánez et al, 2011).

Especies sensibles

La sensibilidad de las especies deberá determinarse con base en la información obtenida durante el levantamiento de la línea base de cada subcomponente biótico, considerando las características ecológicas, biológicas y de conservación de las especies registradas. Para ello, se realizará un análisis comparativo que incorpore criterios como el estado de conservación, grado de rareza, distribución geográfica, requerimientos de hábitat, función ecológica, presión por uso o aprovechamiento y otros atributos relevantes de las poblaciones y comunidades presentes en el área de estudio:

Tabla 8-2-5. Interpretación de la abundancia relativa Flora

Variable	Criterio
Sensibilidad Alta	Alta: Se asigna esta categoría a las especies que evidencian una elevada vulnerabilidad ecológica o un alto interés para la conservación. Incluye aquellas que cumplen una o varias de las siguientes condiciones: son endémicas; están incluidas en el Apéndice I de CITES; se encuentran clasificadas como Vulnerables (VU), En Peligro (EN) o En Peligro Crítico (CR) por la UICN o por los Libros Rojos nacionales; enfrentan una fuerte presión por extracción o comercio ilegal; presentan poblaciones reducidas o escasa representación en el área evaluada; poseen requerimientos ecológicos altamente especializados.
Sensibilidad Media	Esta categoría comprende especies que presentan un nivel intermedio de susceptibilidad frente a las alteraciones del ambiente. Corresponde a organismos incluidos en el Apéndice II de CITES; clasificados como Casi Amenazados (NT) o con Datos Insuficientes (DD) según la UICN o los Libros Rojos nacionales; sometidos a niveles moderados de aprovechamiento o comercio
Sensibilidad Baja	Se incluyen en esta categoría las especies que no reúnen los criterios establecidos para las categorías de sensibilidad alta o media. En general, corresponden a organismos con amplia distribución geográfica, poblaciones relativamente comunes, elevada capacidad de adaptación a ambientes modificados y menores exigencias ecológicas para su supervivencia, por lo que presentan una menor vulnerabilidad frente a las perturbaciones ambientales.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2025.

- 8.2.1.1. Resultados Muestreo Cuantitativo DAP ≥ 10 cm.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en 2 parcelas (PFC-FL001 y 002) de 100 X 50 metros en donde se realizó el análisis cosiderando todos los individuos iguales o mayores a 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP).

Composición.

La composición florística es representativa de un bosque seco secundario, caracterizado por una baja riqueza taxonómica y el predominio de especies leñosas adaptadas a condiciones de marcada estacionalidad hídrica. Por otro lado, se muestra una representación limitada de familias, predominando una sola especie por familia, excepto Fabaceae, que estuvo representada por dos especies (*Caesalpinia glabrata* y *Piscidia carthagenensis*).

Tabla 8-2-6. Especies obtenidas en las cuatro parcelas de Bosque Secundario

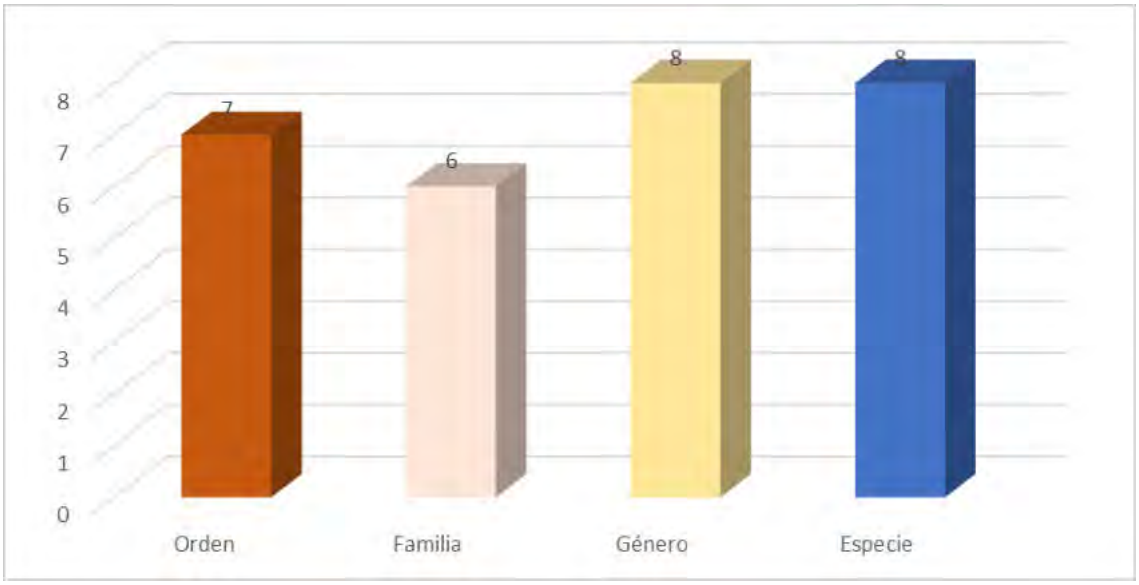
Orden	Familia	Genero	Especie
Caryophyllales	Cactaceae	Armatocereus	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill
Fabales	Fabaceae	Caesalpinia	*Caesalpinia glabrata* Kunth
Caryophyllales	Polygonaceae	Coccoloba	*Coccoloba ruiziana* Lindau.
Boraginales	Cordiaceae	Cordia	*Cordia lutea* Lam.
Fábulas	Fabaceae	Neltuma	*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf.
Lamiales	Bignoniaceae	Handroanthus	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose
Fabales	Fabaceae	Piscidia	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.
Gentianales	Rubiaceae	Simira	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Riqueza.

En lo referente a la riqueza en las dos parcelas muestreadas en el área de estudio se registraron 198 individuos distribuidos en 7 ordenes, 6 familias 8 géneros y 8 especies (Figura 8-2-1). Evidenciando una riqueza florística baja, característica de los bosques secos secundarios del sur del Ecuador.

Figura 8-2-1. Número de familias, géneros y especies de flora registradas

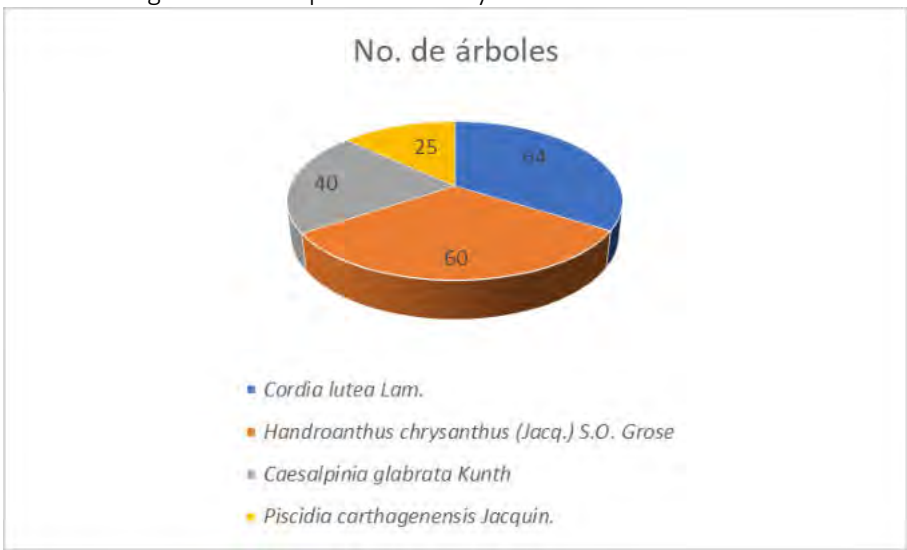


Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Abundancia absoluta y abundancia relativa.

La abundancia registrada fue de 198 individuos en una superficie total de 1 ha (dos parcelas de 5.000 m²), lo que corresponde a una densidad de 198 individuos/ha. La distribución de los individuos fue claramente desigual entre las especies. *Cordia lutea* fue la especie más abundante con 64 individuos (32,32 %), seguida por *Handroanthus chrysanthus* con 60 individuos (30,30 %), *Caesalpinia glabrata* con 40 individuos (20,20 %) y *Piscidia carthagenensis* con 25 individuos (12,63 %). En conjunto, estas cuatro especies concentran 189 individuos, equivalentes al 95,45 % de la abundancia total, mientras que las cuatro especies restantes aportan únicamente el 4,55 %, evidenciando la presencia de especies poco frecuentes dentro de la comunidad vegetal.

Figura 8-2-2. Especies con mayor número de individuos.



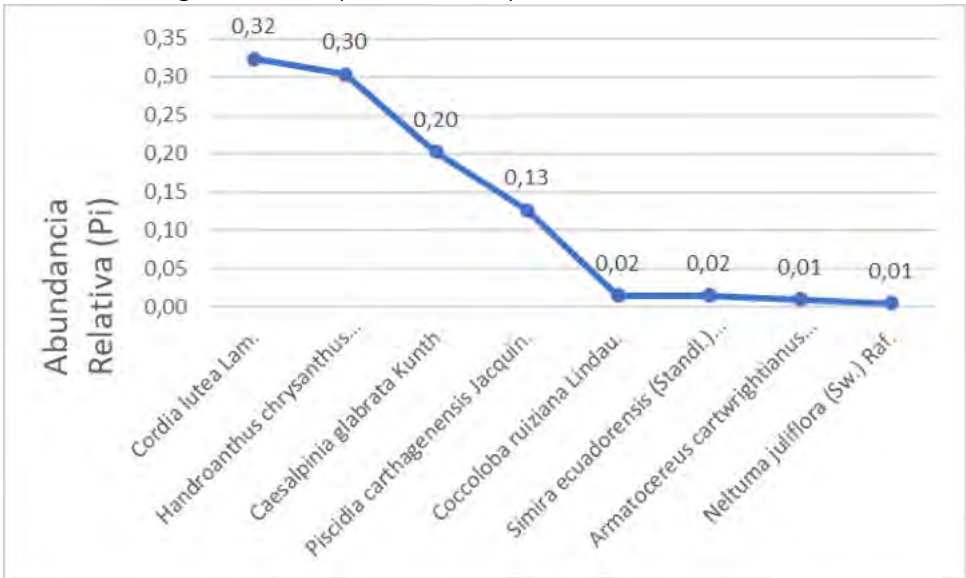
Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

En la siguiente grafica se observa que *Cordia lutea* (0.32) y *Handroanthus chrysanthus* (0.30) son las más abundantes, ocupando los primeros rangos. Esto indica que controlan gran parte de la estructura del bosque.

Caesalpinia glabrata (0.20) y *Piscidia carthagenensis* (0.13) tienen abundancias moderadas, aportando significativamente, pero sin dominar. *Coccoloba ruiziana*, *Simira ecuadorensis*, *Armatocereus cartwrightianus* y *Neltuma juliflora* presentan valores (0.02 y 0.01), reflejando que son poco representativas en la comunidad.

El gráfico evidencia una curva con pendiente pronunciada, típica de comunidades donde pocas especies concentran la mayoría de individuos y muchas otras aparecen en baja frecuencia. En consecuencia, lo que refleja es una baja equitatividad en donde la diversidad existe, pero no está distribuida de manera uniforme.

Figura 8-2-3. Especies con mayor número de individuos.



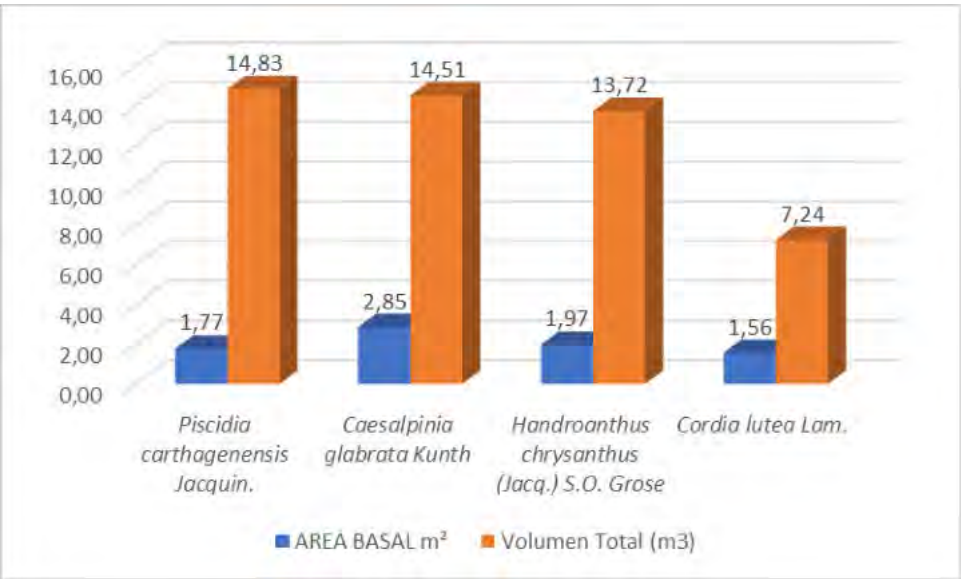
Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Área Basal y Volumen

En lo que se refiere al área basal y al volumen total vemos que también son cuatro especies las que tienen valores más altos que el resto.

De acuerdo con los resultados obtenidos vemos que en las dos parcelas encontramos un área basal de 8,41 m^2 y un volumen total de 51,78 m^3. Estos valores evidencian una comunidad vegetal con una estructura leñosa de desarrollo intermedio lo cual es una característica de un bosque seco secundario. El área basal indica una ocupación prudencial del espacio por los fustes de los individuos arbóreos y arbustivos, lo que sugiere la presencia de árboles de diámetros pequeños y medianos, con una cobertura del dosel relativamente abierta. Mientras que el volumen registrado refleja una biomasa moderada, propia de ecosistemas secos donde las limitaciones hídricas condicionan el crecimiento de los árboles y reducen el desarrollo de grandes individuos. En consecuencia, la estructura del bosque está dominada por especies adaptadas a condiciones de estacionalidad climática, con individuos de tamaño medio y una capacidad de almacenamiento de biomasa inferior a la observada en bosques húmedos tropicales

Figura 8-2-4. Especies con mayor Área Basal y Volumen dentro de las parcelas.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Lo que nos indica el grafico anterior es que las mismas especies que dominan en abundancia también tienen el mayor peso estructural del bosque, tanto en términos de ocupación espacial (área basal) como de biomasa leñosa (volumen).

Índice de Valor de Importancia.

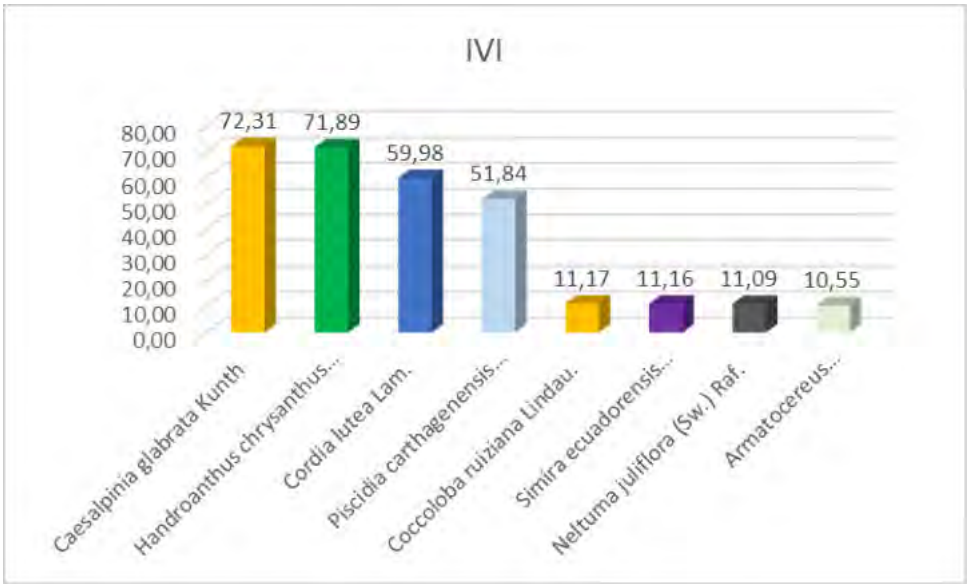
El IVI integra la densidad relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa, por lo que representa la importancia estructural y ecológica de cada especie dentro del ecosistema. Los valores más altos corresponden a las especies que presentan mayor abundancia, amplia distribución entre las parcelas y mayor contribución al área basal.

En el área evaluada *Caesalpinia glabrata* Kunth, registró el mayor IVI (72,31), constituyéndose como la especie ecológicamente más importante de la comunidad. Este resultado indica que la especie presenta una combinación de alta frecuencia de ocurrencia, abundancia y dominancia, desempeñando un papel fundamental en la estructura y funcionamiento del bosque seco.

La segunda especie con mayor importancia fue *Handroanthus chrysanthus* (71,89), *seguida de Cordia lutea* (59,98) y *Piscidia carthagenensis* (51,84). En conjunto, estas cuatro especies concentran aproximadamente el 85,34 % del IVI total (256,03 de 300), lo que evidencia que constituyen las especies dominantes del bosque y son las principales responsables de la estructura del dosel y de la composición florística del sitio.

Por otro lado, especies como *Armatocereus cartwrightianus*, *Simira ecuadorensis* y *Coccoloba ruiziana* y *Neltuma juliflora* presentan una importancia ecológica intermedia, indicando una menor participación en la estructura del bosque, aunque contribuyen a incrementar la diversidad y heterogeneidad de la comunidad.

Figura 8-2-5. Especies con mayor Indice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Tabla 8-2-7. Resultados obtenidos en las cuatro parcelas de Bosque Secundario

Orden	Familia	Nombre Cientifico	No. de árboles	AREA BASAL m^2	Volumen Total (m^3)	DnR	FR	MnR	IVI
Fabales	Caesalpiniaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	40	2,85	14,51	20,20	18,18	33,93	72,31
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	60	1,97	13,72	30,30	18,18	23,41	71,89
Boraginales	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	64	1,56	7,24	32,32	9,09	18,57	59,98
Fabales	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	1,77	14,83	12,63	18,18	21,03	51,84
Caryophyllales	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	3	0,05	0,22	1,52	9,09	0,56	11,17
Gentianales	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	3	0,05	0,19	1,52	9,09	0,55	11,16
Fábulas	Fabaceae	*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf.	1	0,13	0,79	0,51	9,09	1,49	11,09
Caryophyllales	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	2	0,04	0,27	1,01	9,09	0,45	10,55
Total			**198,00**	**8,41**	**51,78**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**300,00**

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

- Resultados por sitio muestreado

Parcela PFC-FL001

Riqueza

En esta parcela se encontraron un total de 5 especies, agrupadas en 4 ordnes y 4 familias, la familia con mayor riqueza fue Fabaceae con dos especies (*Piscidia carthagenensis* Jacquin y *Neltuma juliflora* (Sw.) Raf) y Fabales es el orden con mayor número de familias (Caesalpiniaceae y Fabaceae).

Tabla 8-2-8. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL001

Orden	Familia	Nombre científico
Fabales	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth
Caryophyllales	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill
Fabales	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.
Fábulas	Fabaceae	*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf.
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Esta parcela registro un total de 112 individuos, en donde *Handroanthus chrysanthus* (55) es la especie con mayor número de individuos, le sigue *Caesalpinia glabrata* (38) y *Piscidia carthagenensis* (16)., el restoi de especies tienen menos de 5 especies cada una.

Tabla 8-2-9. Abundancia absoluta y relativa

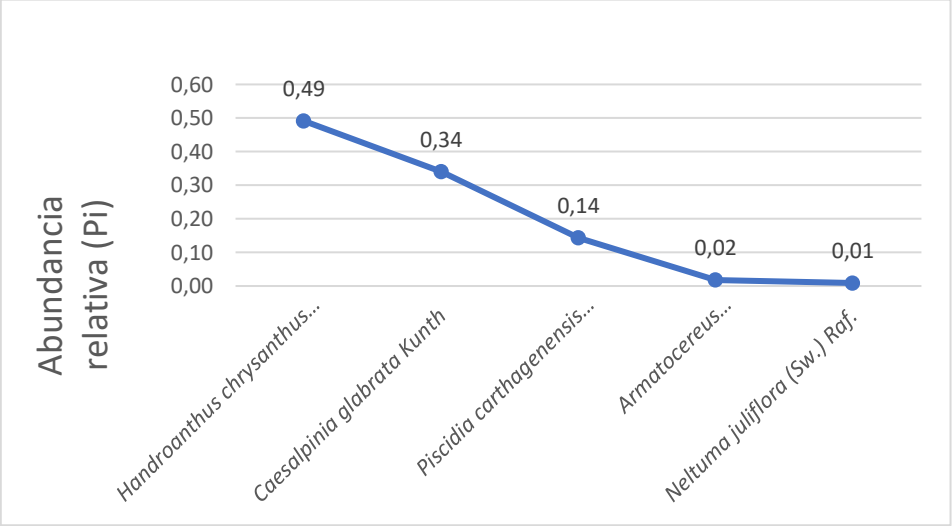
Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (Pi)
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	55	0,49
Caesalpinia glabrata Kunth	38	0,34
Piscidia carthagenensis Jacquin.	16	0,14
Armatocereus cartwrightianus (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	2	0,02
Neltuma juliflora (Sw.) Raf.	1	0,01
	112	**1**

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

En la siguiente Figura que correspondiente a la curva de abundancia se evidencia una marcada dominancia de pocas especies dentro de la parcela evaluada. *Handroanthus chrysanthus* fue la especie con mayor abundancia relativa, alcanzando un valor de 0,49, equivalente al 49 % de los individuos registrados. Le siguió *Caesalpinia glabrata* con una abundancia relativa de 0,34 (34 %). En conjunto, ambas especies representan aproximadamente el 83 % del total de individuos, lo que refleja una comunidad con alta dominancia y baja equitatividad.

Por su parte, *Piscidia carthagenensis* presentó una abundancia relativa intermedia de 0,14 (14 %), mientras que *Armatocereus cartwrightianus y Neltuma juliflora* fueron las especies menos representativas, con abundancias relativas de 0,02 (2 %) y 0,01 (1 %), respectivamente. En adelante, los valores de abundancia relativa se expresarán en porcentaje para facilitar su interpretación.

Figura 8-2-6. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FL001

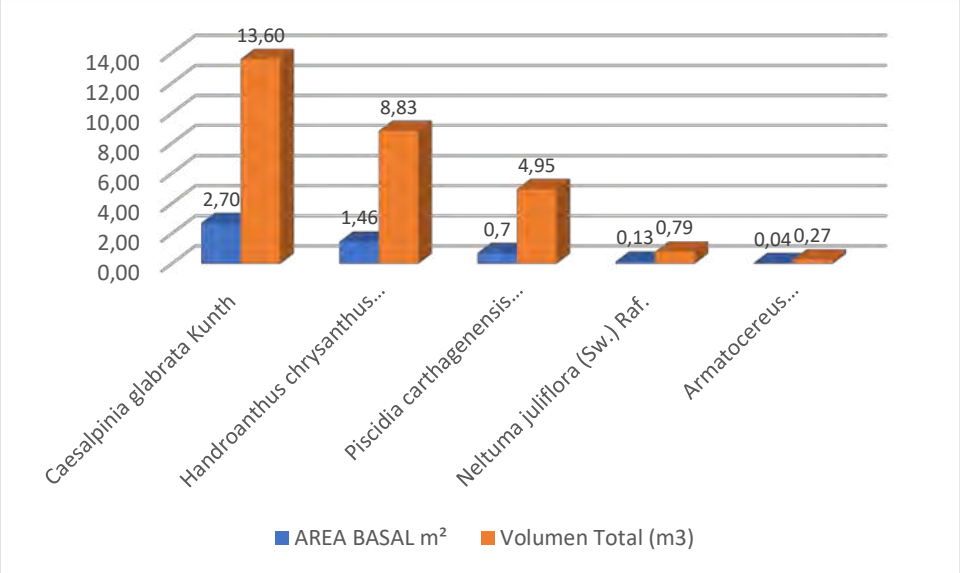


Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Área Basal y Volumen

En esta parcela de acuerdo a los resultados obtenidos encontramos uná área basal de 5,03 m^2 y un volumen total de 28,44 m^3, lo que indica una comunidad arbórea con una estructura moderadamente desarrollada. Estos valores reflejan el aporte conjunto de los árboles presentes a la ocupación del espacio y a la biomasa leñosa, siendo representativos de un bosque seco con predominio de individuos de tamaño pequeño a mediano.

Figura 8-2-7. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL001.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Lo que nos indica el grafico anterior es que las mismas especies que dominan en abundancia también tienen el mayor peso estructural del bosque, tanto en términos de ocupación espacial (área basal) como de biomasa leñosa (volumen).

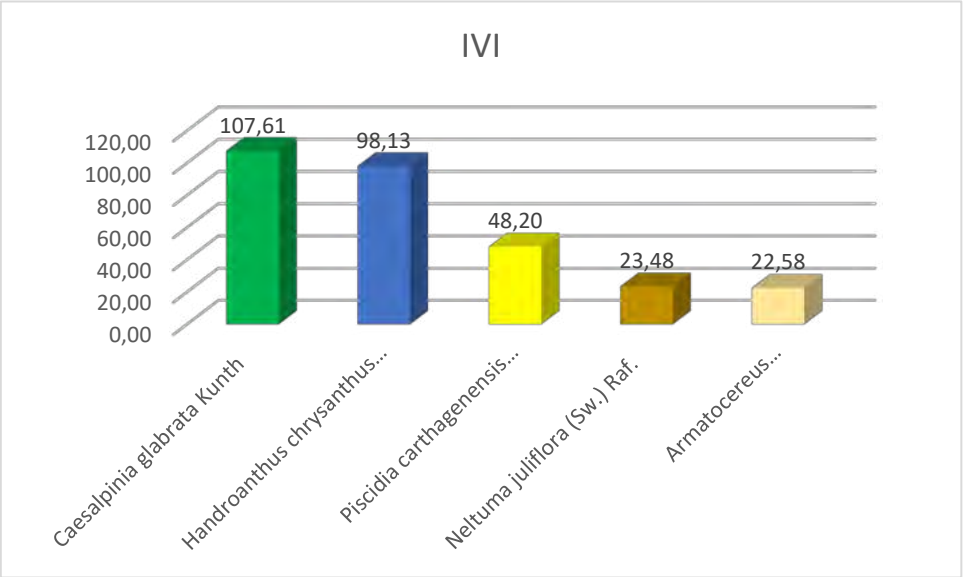
Índice de Valor de Importancia.

En la parcela PFC-FL001, *Caesalpinia glabrata* Kunth, registró el mayor IVI (107,61), constituyéndose como la especie ecológicamente más importante de la comunidad. Este resultado indica que la especie presenta una combinación de alta frecuencia de ocurrencia, abundancia y dominancia, desempeñando un papel fundamental en la estructura y funcionamiento del bosque seco.

La segunda especie con mayor importancia fue *Handroanthus chrysanthus* (98,13), *seguida de Piscidia carthagenensis* (48,20).

Neltuma juliflora y *Armatocereus cartwrightianus* presentan una importancia ecológica intermedia, indicando una menor participación en la estructura del bosque, aunque contribuyen a incrementar la diversidad y heterogeneidad de la comunidad.

Figura 8-2-8. Especies con mayor Indice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Tabla 8-2-10. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL001

Orden	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL m^2	Volumen Total (m^3)	DnR	FR	MnR	IVI
Fabales	Caesalpiniaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	38	2,70	13,60	33,93	20,00	53,68	107,61
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	55	1,46	8,83	49,11	20,00	29,03	98,13
Fabales	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	0,7	4,95	14,29	20,00	13,92	48,20
Fábulas	Fabaceae	*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf.	1	0,13	0,79	0,89	20,00	2,58	23,48
Caryophyllales	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	2	0,04	0,27	1,79	20,00	0,80	22,58
Total			**112,00**	**5,03**	**28,44**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**300,00**

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Parcela PFC-FL002

Riqueza

En esta parcela se encontraron un total de 6 especies, agrupadas en 5 ordenes y 5 familias, la familia con mayor riqueza fue Fabaceae con dos especies (*Piscidia carthagenensis* Jacquin y *Caesalpinia glabrata*).

Tabla 8-2-11. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL002

Orden	Familia	Nombre científico
Boraginales	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.
Fabales	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth
Caryophyllales	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.
Fabales	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.
Gentianales	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Esta parcela registro un total de 86 individuos, en donde *Cordia lutea* (64) es la especie con mayor número de individuos, le sigue *Caesalpinia glabrata* (38) y *Piscidia carthagenensis* (16)., el resto de especies tienen menos de 5 individuos cada una.

Tabla 8-2-12. Abundancia absoluta y relativa registradas en la parcela PFC-FL002

Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (Pi)
Cordia lutea Lam.	64	0,74
Caesalpinia glabrata Kunth	2	0,10
Coccoloba ruiziana Lindau.	3	0,06
Piscidia carthagenensis Jacquin.	9	0,04
Simira ecuadorensis (Standl.) Steyerm.	3	0,04
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	5	0,02
	86	**1**

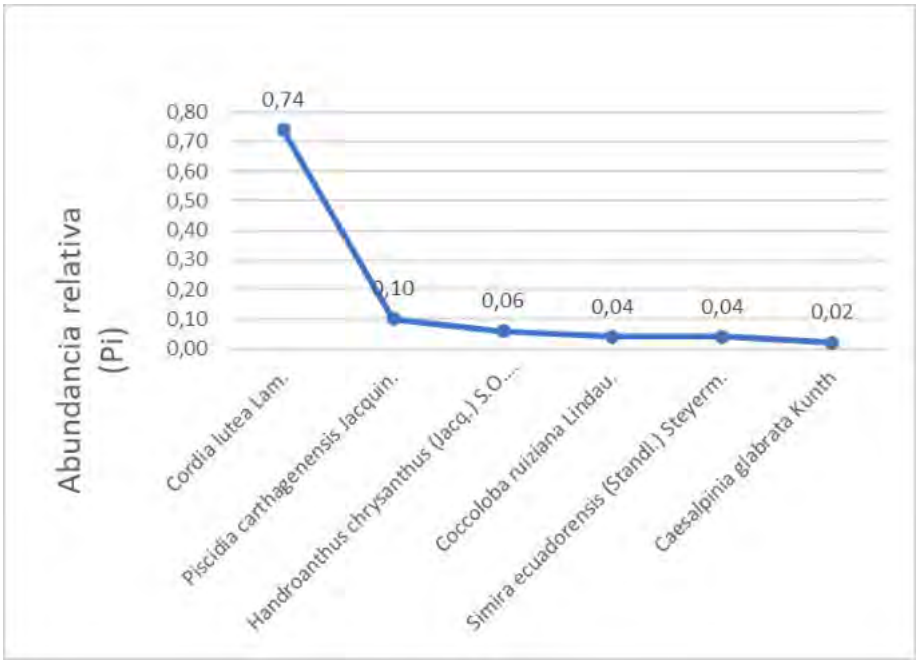
Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

En la siguiente Figura que correspondiente a la curva de abundancia se evidencia una marcada dominancia de una sola especie dentro de la parcela evaluada. *Cordia lutea* fue la especie con mayor abundancia relativa, alcanzando un valor de 0,74, equivalente al 74 % de los individuos registrados. Este resultado indica que casi tres cuartas partes de la comunidad vegetal están representadas por esta especie, lo que refleja una estructura con alta dominancia y baja equitatividad en la distribución de los individuos.

En un segundo nivel de abundancia se ubicó *Piscidia carthagenensis*, con una abundancia relativa de 0,10 (10 %), seguida por *Handroanthus chrysanthus*, con 0,06 (6 %). Por su parte, *Coccoloba ruiziana* y *Simira ecuadorensis* presentaron abundancias relativas de 0,03 (3 %) cada una, mientras que *Caesalpinia glabrata* fue la especie menos representativa, con una abundancia relativa de 0,02 (2 %).

.

Figura 8-2-9. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FR002



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

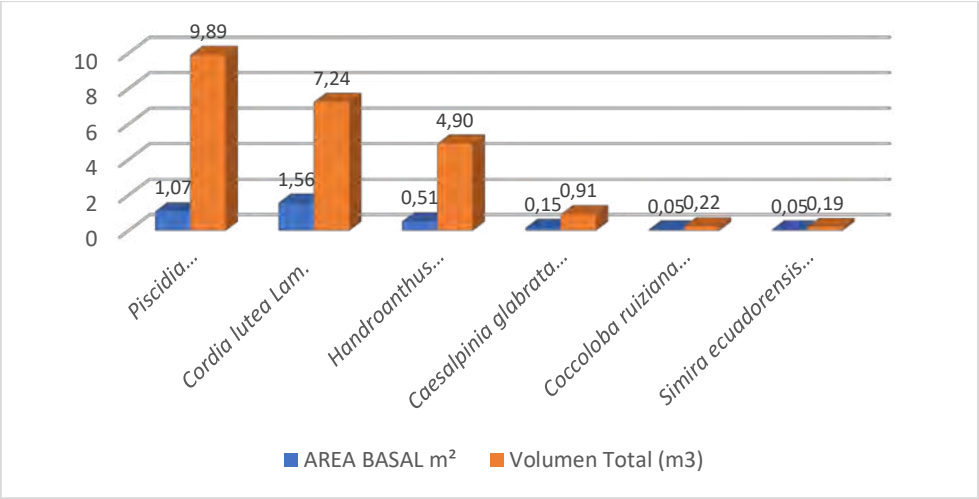
Área Basal y Volumen

En esta parcela encontramos uná área basal de 3,39 m^2 y un volumen total de 23,35 m^3, En esta parcela se caracteriza por su heterogeneidad estructural en donde unas pocas especies concentran gran parte de la biomasa, mientras que otras cumplen roles más específicos en la dinámica del ecosistema.

La dominancia de *Cordia lutea* Lam. y *Handroanthus chrysanthus* podría indicar que son especies clave para la estabilidad del bosque, aportando sombra, hábitat y recursos.

Las especies con menor volumen y área basal, aunque menos visibles en términos de biomasa, son esenciales para mantener la resiliencia ecológica y la diversidad florística.

Figura 8-2-10. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL002.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

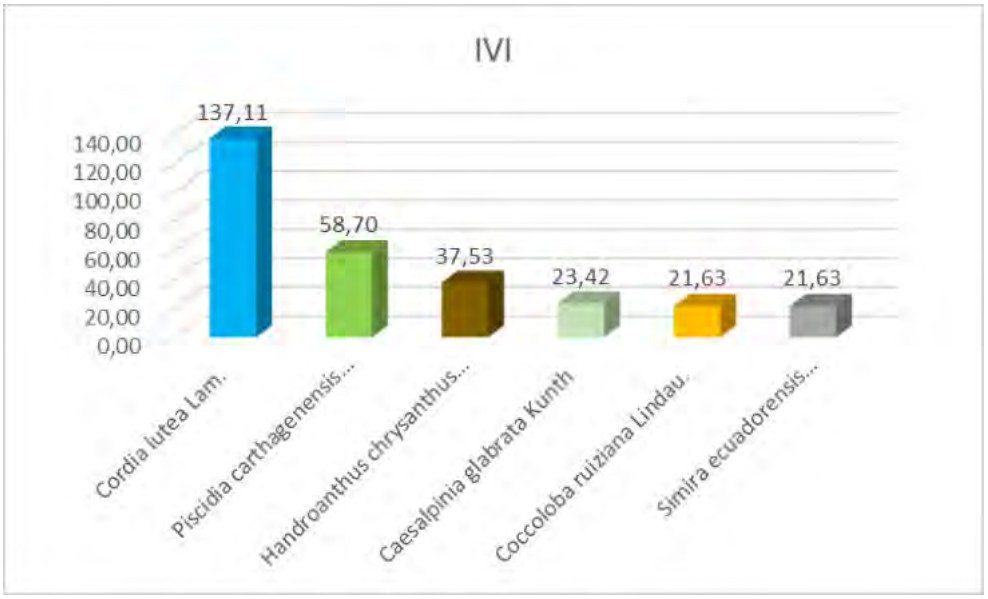
Índice de Valor de Importancia.

En la parcela PFC-FL002, muestra una estructura fuertemente dominada por *Cordia lutea Lam*, que registró el mayor IVI (137,11), constituyéndose como la especie ecológicamente más importante de la comunidad y refleja un patrón típico de ecosistemas secos donde pocas especies concentran gran parte de la biomasa y la importancia ecológica.

La segunda especie con mayor importancia fue *Piscidia carthagenensis* (58,70), *seguida de Handroanthus chrysanthus* (37,53).

Caesalpinia glabrata Kunth (23,42), *Coccoloba ruiziana* Lindau (21,63) y *Simira ecuadorensis* (21,63), presentan valores bajos de IVI, lo que indica que son especies menos abundantes o menos dominantes, sin embargo, su rol ecológico puede ser crucial en aspectos como la diversidad genética, la oferta de alimento para fauna o la regeneración del bosque.

Figura 8-2-11. Especies con mayor Indice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Tabla 8-2-13. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL002

Orden	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL m^2	Volumen Total (m^3)	DnR	FR	MnR	IVI
Boraginales	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	64	**1,56**	**7,24**	74,42	16,67	46,02	137,11
Fabales	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	2	0,15	0,91	2,33	16,67	4,42	23,42
Caryophyllales	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	3	0,05	0,22	3,49	16,67	1,47	21,63
Fabales	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	9	1,07	9,89	10,47	16,67	31,56	58,70
Gentianales	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	3	0,05	0,19	3,49	16,67	1,47	21,63
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	5	0,51	4,90	5,81	16,67	15,04	37,53
Total			**86,00**	**3,39**	**23,35**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**300,00**

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Muestreo Cuantitativo DAP ≥ 2,5 cm.

En el presente apartado se lleva a cabo el análisis de los resultados obtenidos en dos parcelas experimentales (PFC-FL003 y PFC-FL004), cada una con dimensiones de 100 × 50 metros. El estudio consideró todos los individuos arbóreos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm.

Composición.

En las dos parcelas evaluadas del bosque seco de Zapotillo se registraron 833 individuos, correspondientes a 11 especies, 11 géneros, 10 familias y 7 órdenes. La familia Fabaceae fue la mejor representada con dos especies (*Caesalpinia glabrata* y *Piscidia carthagenensis*), mientras que las demás familias estuvieron representadas por una sola especie. Los órdenes con mayor riqueza fueron Sapindales, Fabales, Caryophyllales y Gentianales, cada uno con dos especies, seguidos por Boraginales, Malvales y Lamiales, con una especie cada uno.

La comunidad vegetal estuvo dominada por especies características del bosque seco tumbesino, destacando *Handroanthus chrysanthus*, *Piscidia carthagenensis* y *Cordia lutea*, las cuales constituyen la mayor parte de la estructura y composición del bosque.

Tabla 8-2-14. Especies obtenidas en las cuatro parcelas de Bosque Secundario

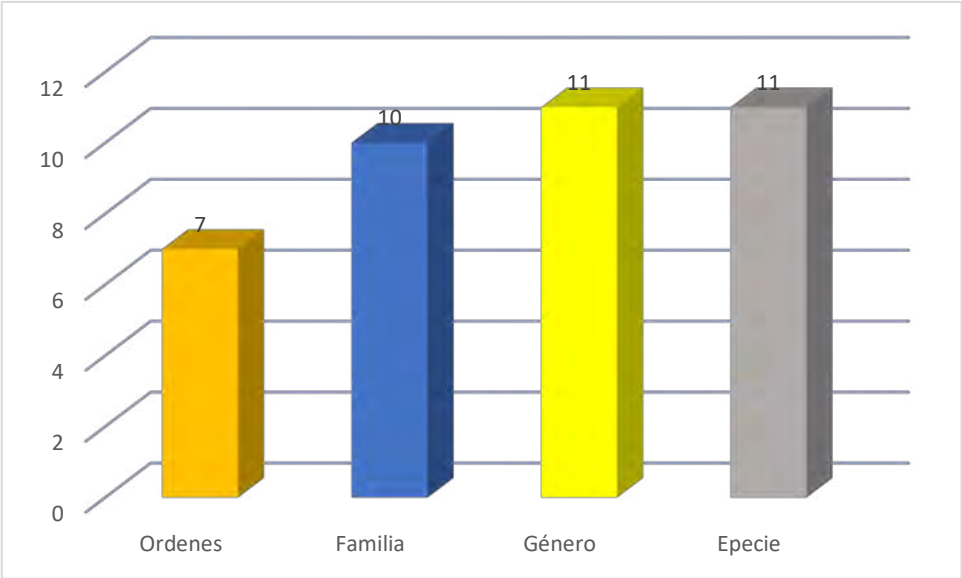
ORDEN	FAMILIA	Nombre cientifico
Caryophyllales	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill
Sapindales	Burseraceae	*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.
Fabales	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth.
Caryophyllales	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana Lindau.*
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia lutea* Kam.
Malvales	Malvaceae	*Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose
Sapindales	Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.
Fabales	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacq.
Gentianales	Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla* A.S. Rao
Gentianales	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Riqueza.

La riqueza florística registrada fue de 11 especies, distribuidas en 11 géneros, 10 familias y 7 órdenes, lo que refleja una riqueza característica de los bosques secos del sur del Ecuador, donde las condiciones de estacionalidad y disponibilidad de agua limitan el número de especies presentes. La familia Fabaceae presentó la mayor riqueza específica (2 especies), mientras que las restantes familias estuvieron representadas por una sola especie.

Figura 8-2-12. Número de familias, géneros y especies de flora registradas

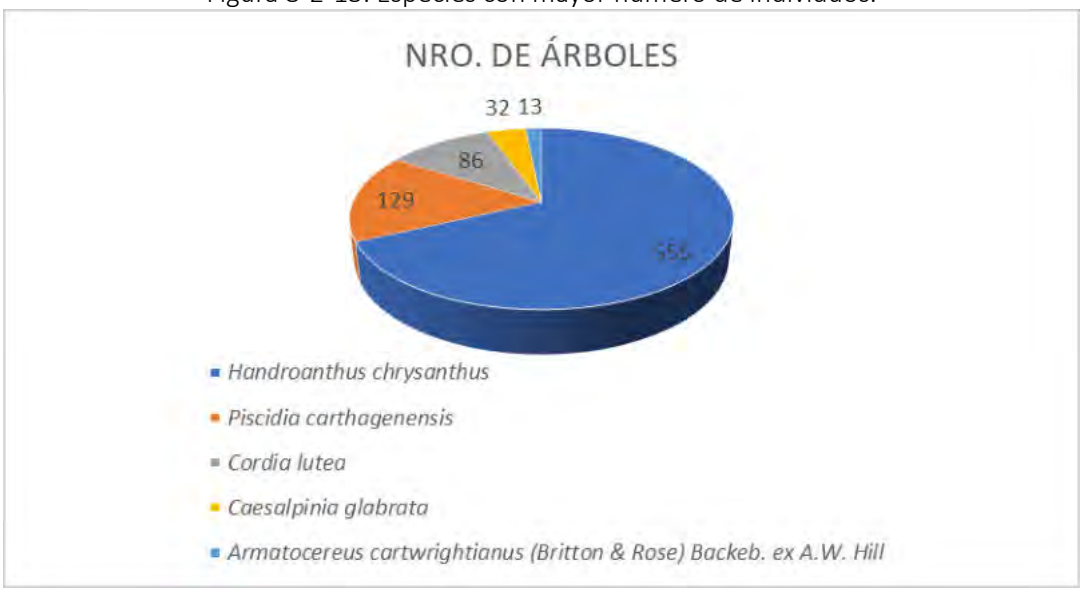


Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Abundancia absoluta y abundancia relativa.

La abundancia registrada fue de 833 individuos en una superficie total de 1 ha (dos parcelas de 5.000 m²), lo que corresponde a una densidad de 833 individuos/ha. La distribución de los individuos fue claramente desigual entre las especies. *Handroanthus chrysanthus* fue la especie más abundante con 555 individuos (66,63 %), seguida por *Piscidia carthagenensis* con 129 individuos (15,49 %), y *Cordia lutea* con 86 individuos (10,32 %). En conjunto, estas tres especies concentran 770 individuos, equivalentes al 92,44 % de la abundancia total.

Figura 8-2-13. Especies con mayor número de individuos.



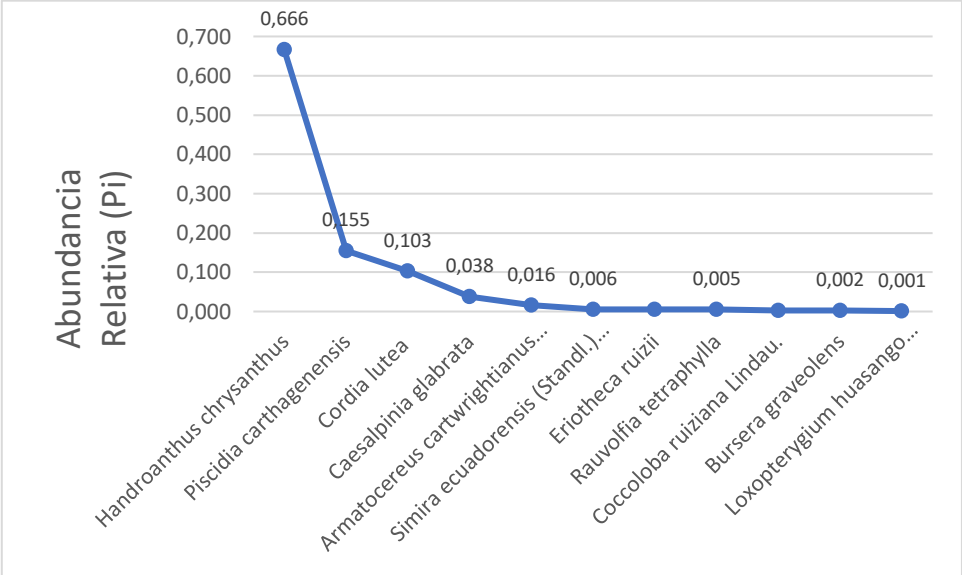
Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

La siguiente figura que correspondiente a la curva de abundancia se evidencia una marcada dominancia de pocas especies dentro de la comunidad vegetal evaluada. *Handroanthus chrysanthus* fue la especie con mayor abundancia relativa, alcanzando un valor de 0,666; equivalente al 66,6 % de los individuos registrados. Le siguieron *Piscidia carthagenensis* con una

abundancia relativa de 0,155 (15,5 %) y *Cordia lutea* con 0,103 (10,3 %). En conjunto, estas tres especies representan aproximadamente el 92,4 % del total de individuos, lo que evidencia una comunidad con alta dominancia y baja equitatividad, donde un reducido número de especies concentra la mayor parte de los individuos.

Las especies *Caesalpinia glabrata* y *Armatocereus cartwrightianus* presentaron abundancias relativas de 3,8 % y 1,6 %, respectivamente, mientras que *Simira ecuadorensis, Eriotheca ruizii* y *Rauvolfia tetraphylla* registraron valores inferiores al 1 % (0,6 %, 0,5 % y 0,5 %, respectivamente). Finalmente, *Coccoloba ruiziana, Bursera graveolens* y *Loxopterygium huasango* fueron las especies menos representadas, con abundancias relativas de 0,2 %, 0,2 % y 0,1 %, respectivamente.

Figura 8-2-14. Especies con mayor número de individuos.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Área Basal y Volumen

De acuerdo a los resultados obtenidos vemos que en las dos parcelas encontramos un área basal de 8,48 m^2 y un volumen total de 52,20 m^3. Los resultados muestran una marcada heterogeneidad en la contribución estructural de las especies, evidenciando que pocas especies concentran la mayor parte del área basal y del volumen del rodal.

La especie *Handroanthus chrysanthus* registró los valores más altos, con un área basal de 3,86 m^2 y un volumen de 23,96 m^3, lo que refleja la presencia de individuos de mayor diámetro y porte, constituyéndose como la especie con mayor aporte a la biomasa leñosa y a la estructura del bosque. En segundo lugar se ubicó *Piscidia carthagenensis*, con 1,89 m^2 de área basal y 14,04 m^3 de volumen, confirmando también una importante contribución al volumen total del bosque.

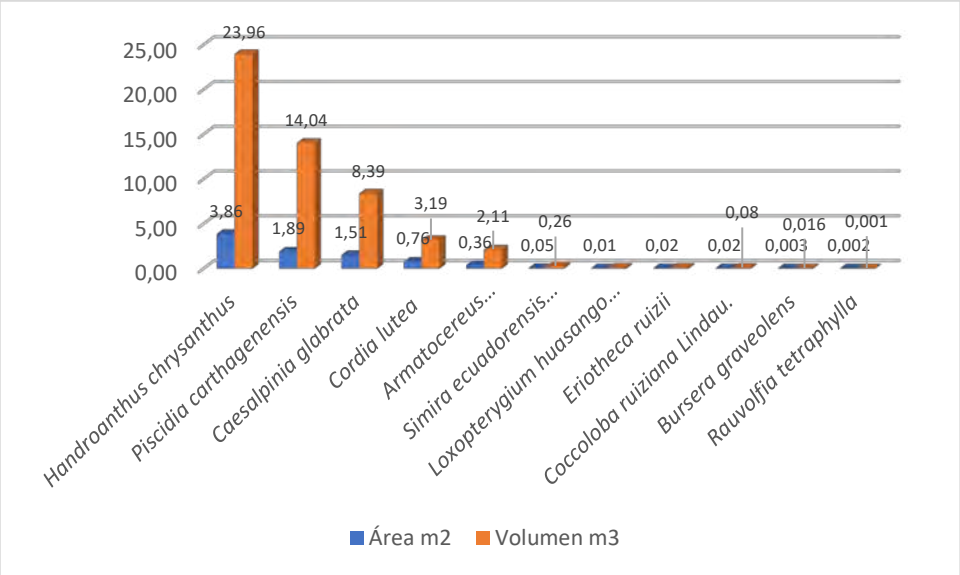
Entre las especies de importancia intermedia destacan *Caesalpinia glabrata*, con 1,51 m^2 de área basal y 8,39 m^3 de volumen, y *Cordia lutea*, con 0,76 m^2 y 3,19 m^3, respectivamente. Estas especies aportan significativamente a la estructura del bosque, aunque en menor magnitud que las dos especies dominantes.

Las demás especies, entre ellas *Armatocereus cartwrightianus, Bursera graveolens, Coccoloba ruiziana, Eriotheca ruizii, Loxopterygium huasango, Raulvolfia tetraphylla* y *Simira ecuadorensis*,

presentaron valores bajos tanto de área basal como de volumen (inferiores a 0,40 m² y 2,20 m³ en la mayoría de los casos), lo que indica que están representadas por individuos de menor tamaño o por una baja abundancia dentro de las parcelas.

Este patrón sugiere una comunidad con dominancia estructural de *Handroanthus chrysanthus* y *Piscidia carthagenensis*, especies que desempeñan un papel fundamental en el almacenamiento de biomasa, la configuración del dosel y el funcionamiento ecológico del ecosistema.

Figura 8-2-15. Especies con mayor Área Basal y Volumen dentro de las parcelas.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia.

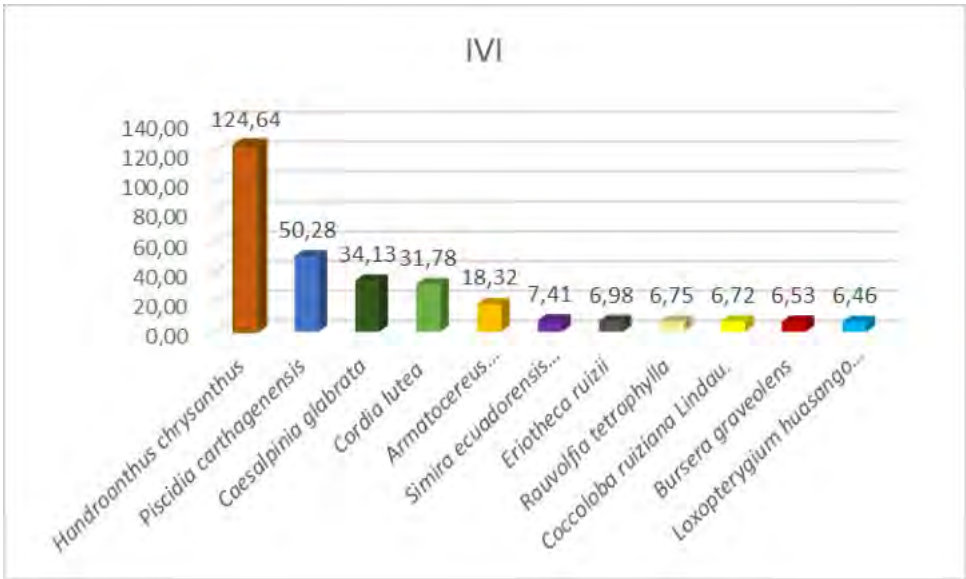
El IVI permite identificar las especies con mayor importancia ecológica dentro de la comunidad vegetal.

Los resultados muestran una marcada dominancia de *Handroanthus chrysanthus*, que alcanzó un IVI de 124,64, valor significativamente superior al del resto de especies. Este resultado evidencia que la especie combina una alta abundancia, una amplia distribución en las parcelas y el mayor aporte al área basal, constituyéndose como la especie ecológicamente más importante y estructuralmente dominante.

En segundo lugar se ubicó *Piscidia carthagenensis*, con un IVI de 50,28, seguida por *Caesalpinia glabrata* (34,13) y *Cordia lutea* (31,78). Estas especies representan los principales componentes de la comunidad vegetal, contribuyendo de manera importante a la estructura y funcionamiento del ecosistema. El resto de las especies presentó valores de IVI inferiores a 20. *Armatocereus cartwrightianus* registró un IVI de 18,32, mientras que Simira ecuadorensis (7,41), *Eriotheca ruizii* (6,98), *Rauvolfia tetraphylla* (6,75), *Coccoloba ruiziana* (6,72), *Bursera graveolens* (6,53) y *Loxopterygium huasango* (6,46) mostraron valores similares y bajos, indicando una menor influencia en la estructura y composición del bosque debido a su escasa abundancia, limitada distribución o reducido aporte al área basal.

La elevada diferencia entre el IVI de la especie dominante y el resto refleja una comunidad con baja equidad estructural, donde pocas especies concentran la mayor parte de la importancia ecológica.

Figura 8-2-16. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Tabla 8-2-15. Resultados obtenidos en las parcelas de 2,5 cm en Bosque Secundario

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NRO. DE INDIVIDUOS	AREA m^2	VOLUMEN m^3	DnR	FR	MnR	IVI
Caryophyllales	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	13	0,36	2,11	1,56	12,50	4,26	18,32
Sapindales	Burseraceae	*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.	2	0,00	0,02	0,24	6,25	0,04	6,53
Fabales	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth.	32	1,51	8,39	3,84	12,50	17,79	34,13
Caryophyllales	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana Lindau.*	2	0,02	0,08	0,24	6,25	0,23	6,72
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia lutea* Kam.	86	0,76	3,19	10,32	12,50	8,95	31,78
Malvales	Malvaceae	*Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns	4	0,02	0,08	0,48	6,25	0,25	6,98
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	555	3,86	23,96	66,63	12,50	45,51	124,64
Sapindales	Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.	1	0,01	0,08	0,12	6,25	0,09	6,46
Fabales	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacq.	129	1,89	14,04	15,49	12,50	22,29	50,28
Gentianales	Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla* A.S. Rao	4	0,00	0,00	0,48	6,25	0,02	6,75
Gentianales	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	5	0,05	0,26	0,60	6,25	0,56	7,41
Total			**833**	**8,48**	**52,20**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**300,00**

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Resultados por sitio muestreado

Sitio PFC-FL003

Riqueza

En la parcela PFC-FL003 se encontraron un total de 9 especies, 8 familias y 6 órdenes, la familia con mayor riqueza fue Fabaceae con dos especies (*Piscidia carthagenensis* Jacquin y *Caesalpinia glabrata*).

Tabla 8-2-16. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL003

Orden	Familia	Nombre científico
Boraginales	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.
Fabales	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth
Caryophyllales	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.
Sapindales	Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex
Caryophyllales	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill
Fabales	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.
Gentianales	Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla* A.S. Rao
Gentianales	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Esta parcela registro un total de 303 individuos, en donde *Handroanthus chrysanthus* (132) es la especie con mayor número de individuos, le sigue *Cordia lutea* con 84 individuos, *Piscidia carthagenensis* (45)., y *Caesalpinia glabrata* con 21 individuos, el resto de especies tienen menos de 10 especies cada una.

Tabla 8-2-17. Abundancia absoluta y relativa

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa (Pi)
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	132	0,44
Cordia lutea Lam.	84	0,28
Piscidia carthagenensis Jacquin.	45	0,15
Caesalpinia glabrata Kunth	21	0,07
Armatocereus cartwrightianus (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	9	0,03
Simira ecuadorensis (Standl.) Steyerm.	5	0,02
Rauvolfia tetraphylla A.S. Rao	4	0,01
Coccoloba ruiziana Lindau.	2	0,01
Loxopterygium huasango Spruce ex	1	0,00

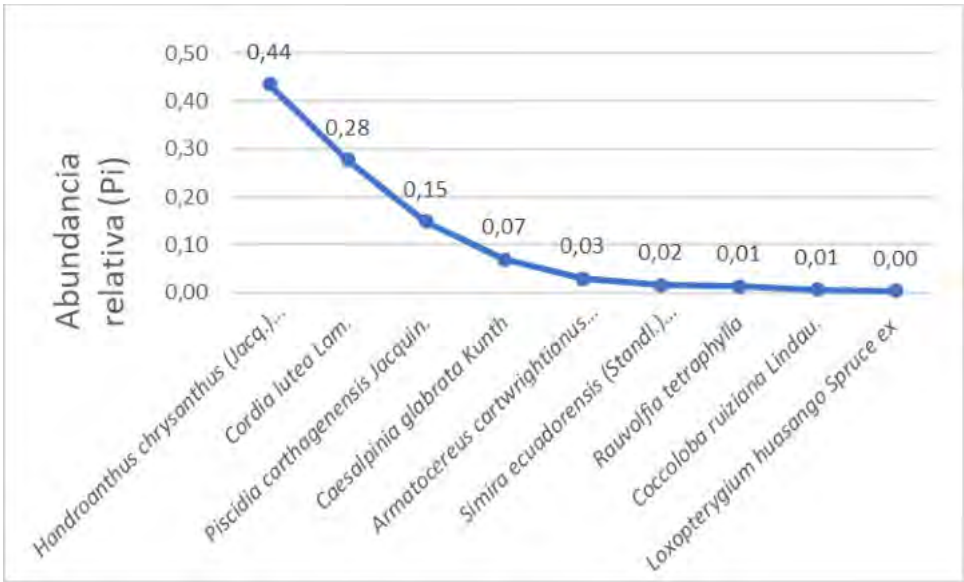
Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

La figura de curva de abundancia evidencia una una marcada dominancia de pocas especies dentro de la parcela evaluada. *Handroanthus chrysanthus* fue la especie con mayor abundancia relativa, alcanzando un valor de 0,44, equivalente al 44 % de los individuos registrados. Le siguieron *Cordia lutea*, con una abundancia relativa de 0,28 (28 %), y *Piscidia carthagenensis*, con

0,15 (15 %). En conjunto, estas tres especies representan aproximadamente el 87 % del total de individuos, lo que refleja una comunidad con alta dominancia y una distribución poco equitativa de los individuos entre las especies.

En un segundo nivel de representación se ubicó *Caesalpinia glabrata*, con una abundancia relativa de 0,07 (7 %), seguida de *Armatocereus cartwrightianus*, con 0,03 (3 %), y *Simira ecuadorensis*, con 0,02 (2 %). Finalmente, *Rauvolfia tetraphylla* y *Coccoloba ruiziana* presentaron abundancias relativas de 0,01 (1 %) cada una, mientras que *Loxopterygium huasango* registró una abundancia relativa inferior al 1 %, por lo que su representación en la comunidad fue mínima.

Figura 8-2-17. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FL001



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Área Basal y Volumen

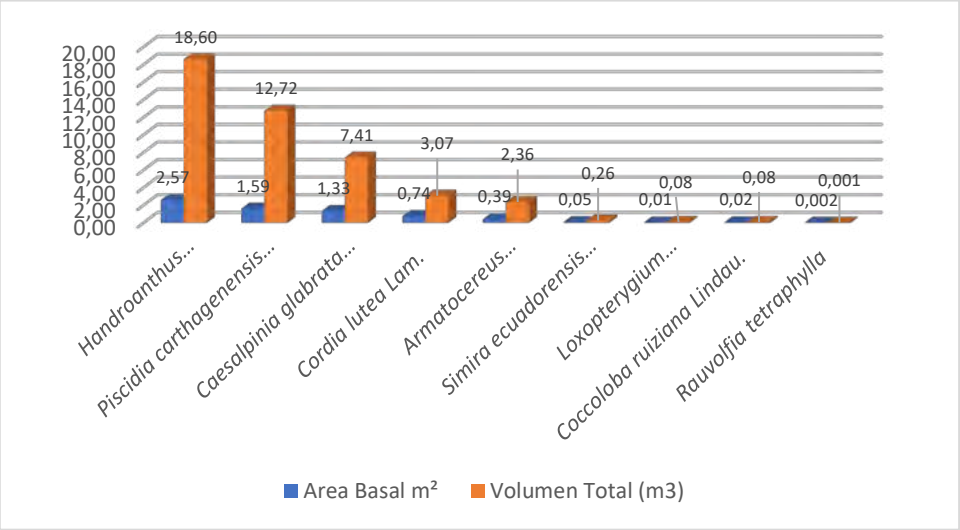
En la parcela PFC-FL003 encontramos un área basal de 6,70 m^2 y un volumen total de 44,59 m^3, lo que indica una comunidad arbórea con una estructura moderadamente desarrollada. Estos valores reflejan el aporte conjunto de los árboles presentes a la ocupación del espacio y a la biomasa leñosa, siendo representativos de un bosque seco con predominio de individuos de tamaño pequeño a mediano.

Handroanthus chrysanthus destaca como la especie con mayor área basal y volumen, lo que la convierte en la principal contribuyente a la estructura y biomasa del bosque.

Piscidia carthagenensis y *Caesalpinia glabrata* también muestran valores relevantes, aunque menores, indicando un papel secundario en la arquitectura del ecosistema.

Las demás especies presentan valores reducidos, lo que sugiere que su influencia estructural y su aporte en biomasa son marginales.

Figura 8-2-18. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL003.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

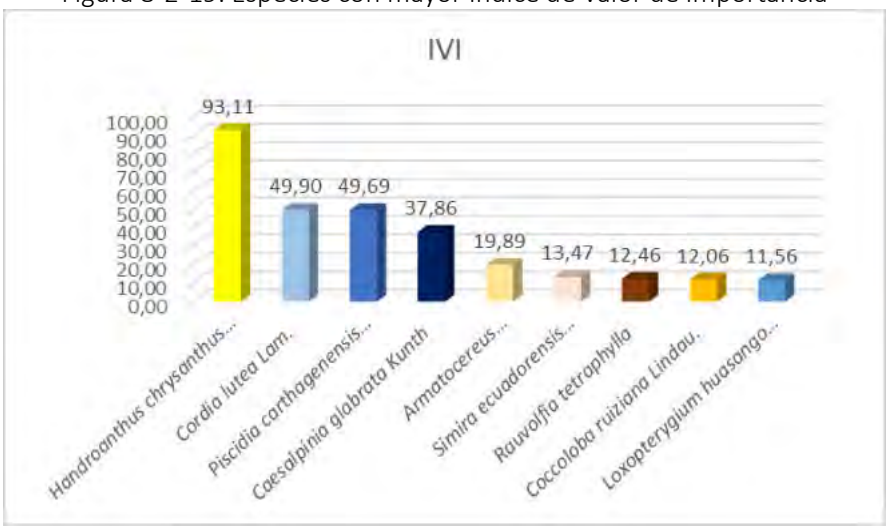
Índice de Valor de Importancia.

En la parcela PFC-FL003, *Handroanthus chrysanthus*, registró el mayor IVI (93,11), constituyéndose como la especie ecológicamente más importante de la comunidad. Este resultado indica que la especie presenta una combinación de alta frecuencia de ocurrencia, abundancia y dominancia, desempeñando un papel fundamental en la estructura y funcionamiento del bosque seco.

Cordia lutea y *Piscidia carthagenensis* también presentan valores elevados, consolidándose como especies clave en la comunidad.

El ecosistema está fuertemente estructurado por unas pocas especies dominantes que concentran la mayor parte del IVI, mientras que la mayoría de especies cumplen roles secundarios o marginales. Esto sugiere una comunidad con baja equitatividad, donde la diversidad existe, pero la importancia ecológica está concentrada en pocas especies.

Figura 8-2-19. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Tabla 8-2-18. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL001

Orden	Familia	Nombre científico	No de árboles	Area Basal m²	Volumen Total (m^3)	DnR	FR	MnR	IVI
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	132	2,57	18,60	43,56	11,11	38,43	93,11
Boraginales	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	84	0,74	3,07	27,72	11,11	11,07	49,90
Fabales	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	45	1,59	12,72	14,85	11,11	23,73	49,69
Fabales	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	21	1,33	7,41	6,93	11,11	19,82	37,86
Caryophyllales	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	9	0,39	2,36	2,97	11,11	5,81	19,89
Gentianales	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	5	0,05	0,26	1,65	11,11	0,71	13,47
Gentianales	Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla* A.S. Rao	4	0,00	0,00	1,32	11,11	0,03	12,46
Caryophyllales	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	2	0,02	0,08	0,66	11,11	0,29	12,06
Sapindales	Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex	1	0,01	0,08	0,33	11,11	0,12	11,56
Total			**303,00**	**6,70**	**44,59**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**300,00**

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Parcela PFC-FL004

Riqueza

En esta parcela se encontraron un total de 7 especies, agrupadas en 6 órdenes y 6 familias, la familia con mayor riqueza fue Fabaceae con dos especies (*Piscidia carthagenensis* Jacquin y *Caesalpinia glabrata*).

Tabla 8-2-19. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL004

Orden	Familia	Nombre científico
Caryophyllales	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill
Sapindales	Burseraceae	*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.
Fabales	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia lutea* Lam.
Malvales	Malvaceae	*Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns
Fabales	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Esta parcela registro un total de 530 individuos, en donde *Handroanthus chrysanthus* (422) es la especie con mayor número de individuos, le sigue *Piscidia carthagenensis* (84) y *Caesalpinia glabrata* (11).

Tabla 8-2-20. Abundancia absoluta y relativa registradas en la parcela PFC-FL004.

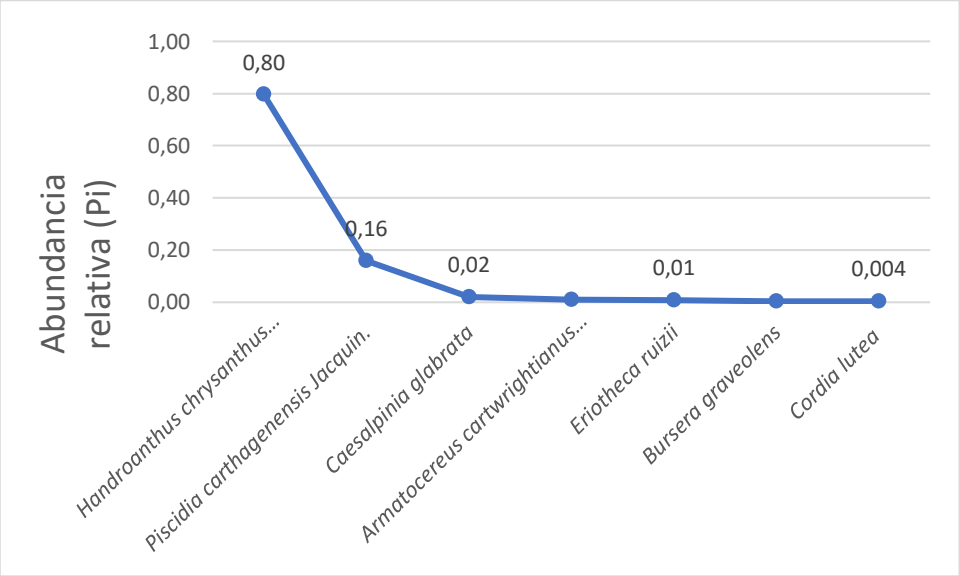
Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (Pi)
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	422	0,80
Piscidia carthagenensis Jacquin.	84	0,16
Caesalpinia glabrata Kunth	11	0,02
Armatocereus cartwrightianus (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	5	0,01
Eriotheca ruizii (K. Schum.) A. Robyns	4	0,01
Bursera graveolens (Kunth) Triana & Planch.	2	0,004
Cordia lutea Lam.	2	0,004

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

La curva de abundancia evidencia que una estructura de la comunidad caracterizada por una alta dominancia específica y una baja equitatividad en la distribución de los individuos. *Handroanthus chrysanthus* fue la especie dominante, con una abundancia relativa de 0,80 (80 %), lo que indica que cuatro de cada cinco individuos registrados en la parcela pertenecen a esta especie. Le sigue *Piscidia carthagenensis*, con una abundancia relativa de 0,16 (16 %). Estas dos especies concentran aproximadamente el 96 % del total de individuos, lo que pone de manifiesto una comunidad fuertemente dominada.

Las demás especies presentaron una contribución significativamente menor a la estructura de la comunidad. *Caesalpinia glabrata* registró una abundancia relativa de 0,02 (2 %), mientras que *Armatocereus cartwrightianus* y *Eriotheca ruizii* alcanzaron 0,01 (1 %) cada una. Finalmente, *Bursera graveolens* y *Cordia lutea* fueron las especies menos abundantes, con una abundancia relativa de 0,004 (0,4 %) cada una, evidenciando una participación marginal en la composición florística de la parcela.

Figura 8-2-20. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FR004.

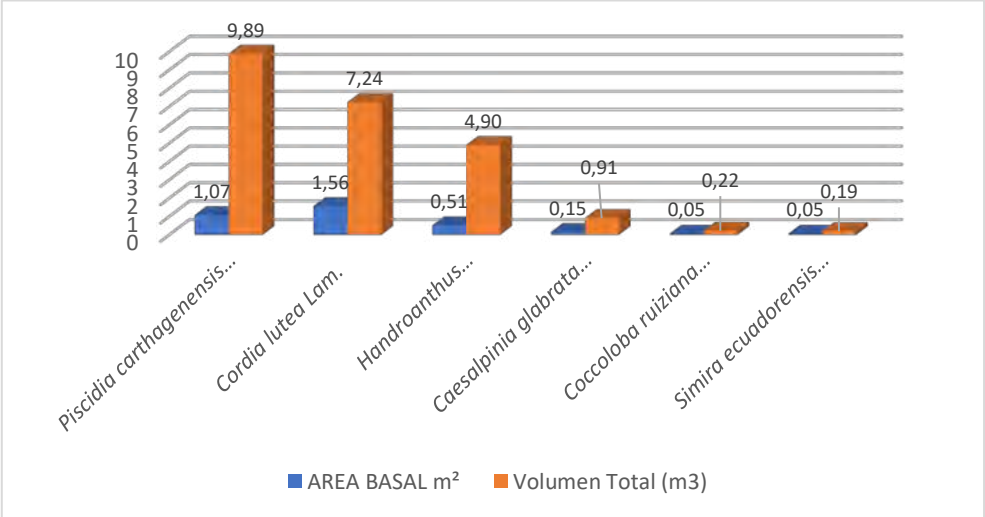


Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Área Basal y Volumen

En esta parcela encontramos un área basal de 3,93 m^2 y un volumen total de 23,28 m^3, la siguiente figura evidencia una estructura desigual, donde unas pocas especies (*Piscidia carthagenensis* y *Handroanthus chrysanthus*) concentran la mayor parte de la biomasa y dominan la arquitectura del bosque. Las demás especies cumplen funciones complementarias, aportando diversidad pero con menor impacto en la dinámica estructural.

Figura 8-2-21. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL004.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia.

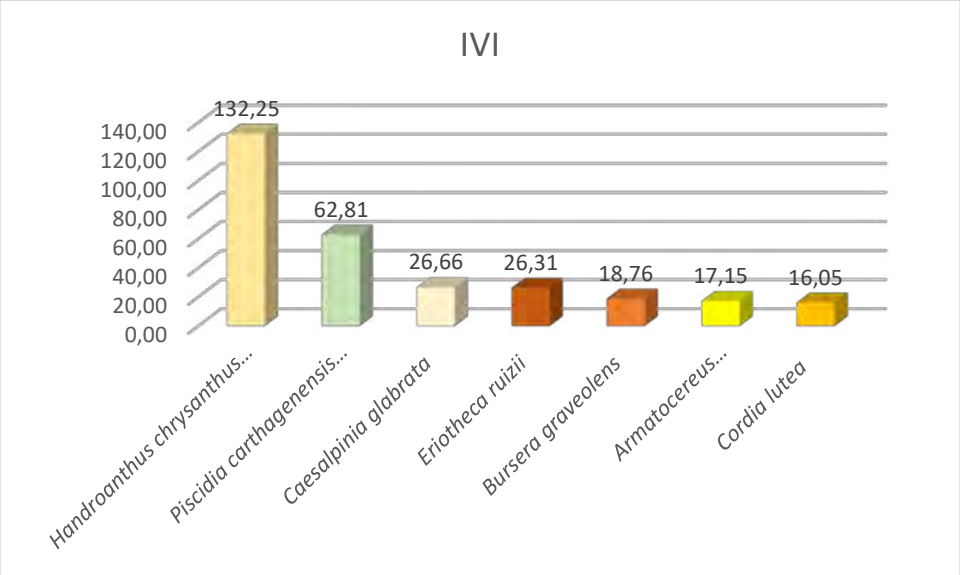
La parcela PFC-FL004, evidencia una estructura desigual, donde pocas especies concentran la mayor parte del IVI y dominan la comunidad, mientras que la mayoría aporta diversidad pero con menor peso ecológico.

Handroanthus chrysanthus presenta el valor más alto, lo que indica que es la especie más relevante en términos ecológicos y *Piscidia carthagenensis* ocupa el segundo lugar también con un papel destacado en la comunidad.

Caesalpinia glabrata y *Eriotheca ruizii* muestran valores moderados, reflejando cierta importancia estructural pero sin dominar el ecosistema.

Bursera graveolens, *Armatocereus* y *Cordia lutea* tienen valores bajos, lo que sugiere que cumplen funciones secundarias en la dinámica del bosque.

Figura 8-2-22. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Tabla 8-2-21. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL004

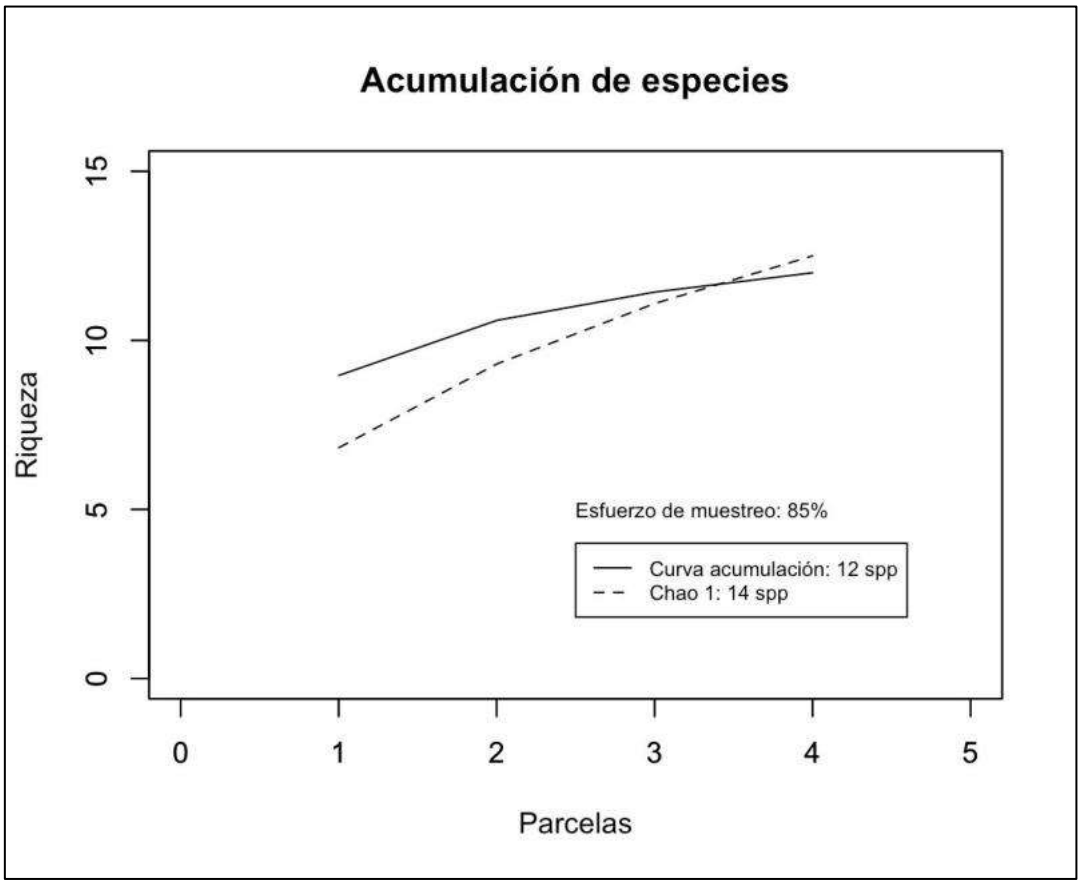
Orden	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL m^2	Volumen Total (m^3)	D	DnR	FR	MnR	IVI
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	422	1,51	6,85	0,844	79,62	14,29	38,34	132,25
Fabales	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	84	1,28	7,71	0,168	15,85	14,29	32,68	62,81
Fabales	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	11	0,40	1,88	0,022	2,08	14,29	10,30	26,66
Malvales	Malvaceae	*Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns	4	0,44	4,43	0,008	0,75	14,29	11,27	26,31
Sapindales	Burseraceae	*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.	2	0,16	1,67	0,004	0,38	14,29	4,10	18,76
Caryophyllales	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	5	0,08	0,31	0,01	0,94	14,29	1,92	17,15
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia lutea* Lam.	2	0,05	0,43	0,004	0,38	14,29	1,38	16,05
Total			**530,00**	**3,93**	**23,28**	**1,06**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**300,00**

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Curva de acumulación de especies.

De acuerdo con el índice estimador de riqueza Chao 1 registró en el área de implementación del proyecto fotovoltaico la Ceiba 14 especies de flora vs a las 12 especies registradas desde ≥ 2,5 cm de DAP, este resultado sugiere que con el esfuerzo de muestreo alcanzado fue del 85%.

Figura 8-2-23. Acumulación de especies en las cuatro parcelas.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Índices de diversidad de las cuatro parcelas

Para el análsis de las cuatro parcelas se utilizó el índice de Shannon en su logaritmo natural y el indice de Simpson en su forma 1-D. Los análisis fueron realizados con el software Past versión 5.3.

La riqueza de especies varió entre 5 y 9 especies por parcela. La mayor riqueza se registró en la parcela PFC-FL003 con 9 especies, seguida de PFC-FL004 con 7 especies, PFC-FL002 con 6 especies y PFC-FL001 con 5 especies. Estos resultados indican una variabilidad espacial en la composición florística, aunque en todas las parcelas la riqueza es relativamente baja, condición característica de los bosques secos tropicales.

El índice de Simpson (1-D) no evalúa únicamente el número de especies, sino cómo se distribuye la abundancia relativa (Pi) entre ellas. Es decir, mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies diferentes, por lo que está directamente influenciado por la abundancia relativa de cada especie.

Tabla 8-2-22. Índice de Simpson interpretación

Sitio	Riqueza	Simpson (1-D)	Interpretación
PFC-FL001	5	0,62	Evidencia que la comunidad no presenta una distribución completamente equitativa de los individuos entre las especies. Este resultado, analizado conjuntamente con la abundancia relativa, muestra una tendencia hacia la dominancia de *Handroanthus chrysanthus* (49 %) y *Caesalpinia glabrata* (34 %), las cuales concentran el 83 % de los individuos registrados. En contraste, las especies restantes presentan abundancias considerablemente menores, lo que confirma que la estructura de la comunidad está influenciada por un reducido número de especies dominantes.
PFC-FL002	6	0,43	Evidencia una marcada tendencia hacia la dominancia de una o pocas especies dentro de la comunidad. Este resultado se confirma con la abundancia relativa, donde *Cordia lutea* concentra el 74 % de los individuos registrados, seguida por *Piscidia carthagenensis* con el 10 %. En conjunto, ambas especies representan el 84 % de la abundancia total, mientras que las cuatro especies restantes aportan únicamente el 16 %, reflejando una distribución poco equitativa de los individuos y una clara dominancia de *Cordia lutea*.
PFC-FL003	9	0,7	Muestra una mayor equidad en la distribución de la abundancia respecto a las demás parcelas; sin embargo, la comunidad aún presenta una tendencia hacia la dominancia de determinadas especies. La abundancia relativa evidencia que *Handroanthus chrysanthus* representa el 44 % de los individuos, seguida por *Cordia lutea* con el 28 %, *Piscidia carthagenensis* con el 15 % y *Caesalpinia glabrata* con el 7 %. Estas cuatro especies concentran aproximadamente el 94 % de la abundancia total, mientras que las especies restantes presentan abundancias inferiores al 3 %, indicando que, aunque la distribución es más equilibrada que en las otras parcelas, la estructura de la comunidad continúa siendo influenciada por un reducido número de especies dominantes.
PFC-FL004	7	0,34	Evidencia una fuerte tendencia hacia la dominancia dentro de la comunidad vegetal. Este patrón se confirma mediante la abundancia relativa, donde *Handroanthus chrysanthus* concentra el 80 % de los individuos registrados, seguida por *Piscidia carthagenensis* con el 16 %. En conjunto, ambas especies representan el 96 % de la abundancia total, mientras que las cinco especies restantes aportan apenas el 4 %, reflejando una distribución altamente desigual de los individuos y una marcada dominancia de *Handroanthus chrysanthus*.

El índice de Shannon-Wiener (H') mostró valores comprendidos entre 0,68 y 1,48, La parcela PFC-FL003 alcanzó el mayor valor de 1,48 nats/individuo, indicando ser la mas diversa de especies del área de estudio. Le siguió la parcela PFC-FL001 (H' = 1,13 nats/individuo), mientras que PFC-FL002 presentó un valor de 0,97 nats/individuo, reflejando una menor diversidad en comparación con las dos parcelas anteriores. Finalmente, PFC-FL004 obtuvo el valor más bajo (H' = 0,68 nats/individuo), evidenciando ser el menor diverso de especies entre los sitios evaluados. En conjunto, los resultados muestran una variación espacial de la diversidad, siendo PFC-FL003 la parcela con la comunidad más diversa y PFC-FL004 la que presenta la menor diversidad para el área del proyecto La Ceiba.

Tabla 8-2-23. Diversidad de aves en el área de estudio

ÍNDICES	PFC-FL001	PFC-FL002	PFC-FL003	PFC-FL004
Riqueza	5	6	9	7
Simpson 1-D	0,62	0,43	0,7	0,34
Shannon_H	1,13 nats/individuo	0,97 nats/individuo	1,48 nats/individuo	0,68 nats/individuo

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Similaridad de Jaccard.

Los resultados obtenidos muestran una similitud florística baja a moderada entre las cuatro parcelas evaluadas, con valores del índice que oscilan entre 0,38 y 0,67, equivalentes a 38 % y 67 % de similitud, respectivamente. Para facilitar la interpretación, en adelante los valores del índice se expresarán en porcentaje. Estos resultados evidencian una variación espacial en la composición florística del bosque seco, indicando que, aunque las parcelas comparten parte de las especies registradas, cada una presenta características propias en cuanto a su composición y distribución de la vegetación.

La mayor similitud se registró entre las parcelas PFC-FL002 y PFC-FL003 (J = 0,67), indicando que comparten el 67 % de las especies registradas. Este resultado sugiere que las dos parcelas presentan condiciones ambientales y estructurales similares, favoreciendo el establecimiento de una composición florística semejante.

La segunda mayor similitud corresponde a las parcelas PFC-FL001 y PFC-FL004 (J = 0,50), lo que representa una similitud intermedia llegando al 50% y evidencia que comparten la mitad de las especies registradas, aunque cada parcela mantiene especies exclusivas que incrementan la heterogeneidad del conjunto.

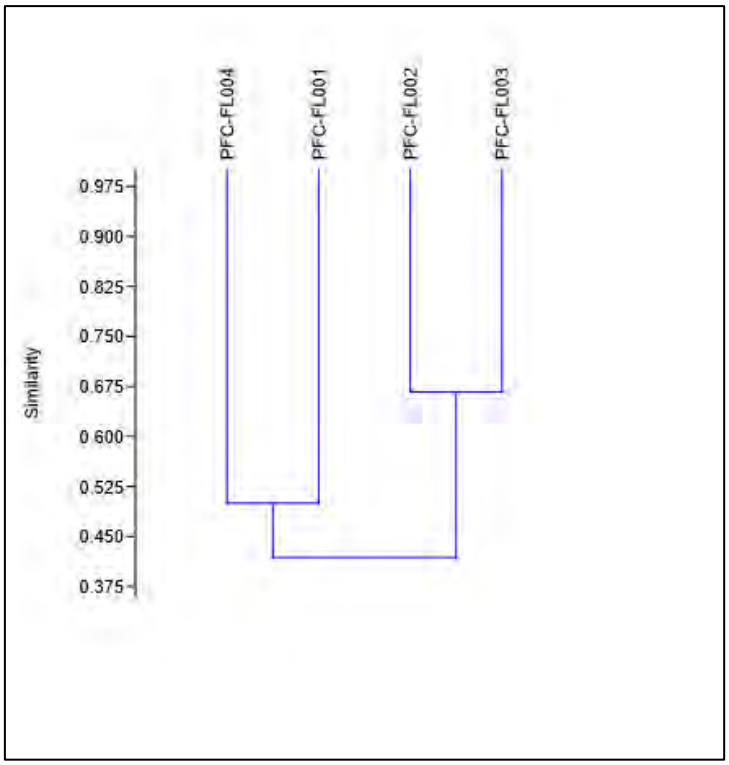
Los conglomerados PFC-FL002–PFC-FL003 y PFC-FL004–PFC-FL001 presentan una similitud florística promedio del 41,75 %, lo que indica que comparten menos de la mitad de las especies registradas. Este resultado evidencia una similitud moderada-baja, sugiriendo que ambos conglomerados poseen una composición florística diferenciada, aunque mantienen un número importante de especies en común. Esta diferenciación podría estar asociada a variaciones en las condiciones ecológicas del sitio, tales como diferencias en el tipo de suelo, disponibilidad de humedad, topografía o microclima, así como al grado de intervención antrópica (cultivo, animales domésticos cabras, gallinas, entre otras), incluyendo cambios en el uso del suelo, aprovechamiento de recursos, presencia de actividades agropecuarias o perturbaciones históricas. No obstante, estas posibles causas deben corroborarse con la caracterización ambiental y el historial de uso del área de estudio.

Tabla 8-2-24. Índice de similitud de Jaccard para el componente aves

PARCELAS	PFC-FL001	PFC-FL002	PFC-FL003	PFC-FL004
PFC-FL001	1,00	0,38	0,40	0,50
PFC-FL002	0,38	1,00	0,67	0,44
PFC-FL003	0,40	0,67	1,00	0,45
PFC-FL004	0,50	0,44	0,45	1,00

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Figura 8-2-24. Análisis cluster base Jaccard



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Aspectos ecológicos

Hábito de crecimiento

La flora registrada en el área de estudio presenta principalmente dos formas de vida, arborea y arbustiva:

Árboles. - *Handroanthus chrysanthus*, *Piscidia carthagenensis, Caesalpinia glabrata*, *Bursera graveolens*, *Eriotheca ruizii, Colicodendron scabridum, Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm, *Neltuma juliflora* y *Loxopterygium huasango.*

Arbustos.- *Cordia lutea, Coccoloba ruiziana* Lindau y *Armatocereus cartwrightianus*.

Suculenta.- *Armatocereus cartwrightianus.*

Origen florístico

No se registraron especies endémicas durante el levantamiento de línea base, de igual manera las 12 especies son nativas y características del bosque seco.

Usos

Entre las especies arbóreas y leñosas que son utilizadas para obtener madera y leña por la población local tenemos a: *Handroanthus chrysanthus*, *Piscidia carthagenensis*, *Caesalpinia glabrata, Bursera graveolens* y *Loxopterygium huasango.* Con fines medicinales tenemos a *Bursera graveolens* que es utilizada como aromatica.

Pero en general todas las especies registradas tienen un uso ambiental, cumpliendo funciones ecológicas importantes como la captura de carbono, protección del suelo, provición de sombra para los animales y alimento para la fauna nativa. *Armatocereus cartwrightianus* es utilizada como una especie ornamental.

Endémismo

En el área de estudio se presentan dos especies endémicas (*Armatocereus cartwrightianus* y *Simira ecuadorensis.*

Estado de conservación

Según el Libro rojo de plantas endémicas del Ecuador (León-Yánez et al., 2011), *Handroanthus chrysanthus* se encuentra como en peligro (EN), las 10 especies restantes no están incluidas.

Revisada la lista roja de la UICN (Versión 2025-1) se deduce que *Handroanthus chrysanthus* es la única especie que se encuentra dentro de la categoría de Vulnerable (VU), cuatro especies estan como no evaluadas (NE) y 7 en preocupación menor (LC).

Revisada la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2026), se evidencia que *Armatocereus cartwrightianus y Handroanthus chrysanthus* se encuentran cubiertas por CITES dentro del Apéndice II.

Tabla 8-2-25. Estado de conservación de las especies registradas.

Familia	Nombre Científico	IUCN	LIBRO ROJO	CITES
Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	*LC*	No incluida	APENDICE II
Burseraceae	*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.	*LC*	No incluida	-
Caesalpiniaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	*LC*	No incluida	-
Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	*NE*	No incluida	-
Cordiaceae	Cordia lutea Lam.	LC	No incluida	-
Malvaceae	*Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns.	*NE*	No incluida	-
Fabaceae	*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf.	*LC*	No incluida	-
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	*VU*	En Peligro (EN)	APENDICE II
Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.	*NE*	No incluida	-
Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	*LC*	No incluida	-
Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla* A.S. Rao	*LC*	No incluida	-

Familia	Nombre Científico	IUCN	LIBRO ROJO	CITES
Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	*NE*	No incluida	-

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Especies sensibles

De acuerdo a la metodología utiliza vemos que la evaluación de sensibilidad de las 12 especies de flora registradas en las cuatro parcelas, indica que 6 especies (50 %) presentan sensibilidad baja, 3 especies (25 %) sensibilidad media y 3 especies (25 %) sensibilidad alta.

Las especies de sensibilidad alta corresponden a *Armatocereus cartwrightianus, Handroanthus chrysanthus* y *Simira ecuadorensis*, debido a que presentan una combinación de atributos de conservación como distribución restringida, endemismo, categorías de amenaza y presión por aprovechamiento. *Handroanthus chrysanthus* destaca por estar clasificada como Vulnerable (VU) por la UICN, En Peligro (EN) en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador y por estar incluida en CITES Apéndice II, mientras que *Simira ecuadorensis* es una especie endémica de Ecuador con distribución limitada. Por su parte, *Armatocereus cartwrightianus* posee una distribución restringida a la región tumbesina y requerimientos ecológicos específicos, lo que incrementa su vulnerabilidad.

Las especies de sensibilidad media (*Bursera graveolens, Eriotheca ruizii* y *Loxopterygium huasango*) presentan una susceptibilidad intermedia debido principalmente a la presión derivada de su aprovechamiento maderero o a su condición de conservación menos favorable, como ocurre con *Loxopterygium huasango*, clasificada como Casi Amenazada (NT).

Finalmente, las especies restantes (*Caesalpinia glabrata, Coccoloba ruiziana, Cordia lutea, Neltuma juliflora, Piscidia carthagenensis* y *Rauvolfia tetraphylla*) fueron clasificadas con sensibilidad baja, ya que poseen una distribución relativamente amplia, poblaciones estables, elevada capacidad de adaptación y no presentan categorías de amenaza ni restricciones importantes para su conservación.

Tabla 8-2-26. Grado de sensibilidad de las especies registgradas en las cuatro parcelas.

Especie	Sensibilidad	Justificación
Armatocereus cartwrightianus (Jacq.) S.O. Grose	**Alta**	Especie endémica de la región tumbesina, de distribución restringida, poblaciones localizadas y requerimientos ecológicos específicos; además se encuentra regulada por CITES (Apéndice II).
Bursera graveolens (Kunth) Triana & Planch.	**Media**	Especie sometida a aprovechamiento para la obtención de madera, aceite esencial e incienso, lo que genera una presión moderada sobre sus poblaciones naturales.
Caesalpinia glabrata Kunth	**Baja**	Especie nativa ampliamente distribuida, sin categoría de amenaza ni regulación internacional.
Coccoloba ruiziana Lindau.	**Baja**	Especie nativa sin categoría de amenaza conocida y con distribución relativamente amplia en bosques secos.
Cordia lutea Lam.	**Baja**	Arbusto ampliamente distribuido, frecuente en ambientes abiertos y secundarios, con alta capacidad de regeneración.

Especie	Sensibilidad	Justificación
Eriotheca ruizii (K. Schum.) A. Robyns	Media	Especie maderable de distribución restringida al bosque seco del occidente de Ecuador y Perú, sometida a aprovechamiento local.
Neltuma juliflora (sin. Prosopis juliflora)	Baja	Especie ampliamente distribuida y adaptada a ambientes secos; presenta alta capacidad de regeneración y tolerancia a perturbaciones.
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	Alta	Clasificada como Vulnerable (VU) por la UICN, En Peligro (EN) en el Libro Rojo del Ecuador, incluida en CITES Apéndice II y sometida a fuerte presión por aprovechamiento maderero.
Loxopterygium huasango Spruce ex	Media	Clasificada como Casi Amenazada (NT) por la UICN y sometida a aprovechamiento maderero, lo que incrementa su susceptibilidad.
Piscidia carthagenensis Jacquin.	Baja	Especie nativa ampliamente distribuida, sin categoría de amenaza y con poblaciones relativamente estables.
Rauvolfia tetraphylla A.S. Rao	Baja	Especie ampliamente distribuida y naturalizada, sin categorías de amenaza y con alta capacidad de adaptación.
Simira ecuadorensis (Standl.) Steyerm.	Alta	Especie endémica de Ecuador, catalogada como Vulnerable (VU) en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador y con distribución restringida.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

- 8.2.1.2. Resultados Muestreo cualitativo (PFC-T y PFC-T1).

Como se indico en la metodología, durante el presente monitoreo se realizo el muestreo en dos Transectos de 50 X 2 metros (PFC-T y PFC-T1) en donde se consideraron las especies de arboles, hierbas y arbustos.

El presente análisis corresponde a la caracterización cualitativa de la flora registrada en el área evaluada, con el objetivo de identificar la composición taxonómica y los hábitos de crecimiento de las especies vegetales presentes. Este tipo de evaluación permite reconocer la estructura general de la vegetación, su representatividad ecológica y su posible relación con las condiciones ambientales del sitio.

Tabla 8-2-27. Especies registradas en el levantamiento de la línea base cualitativa

Orden	Familia	Nombre Común	Especie	Habito
Malvales	Malvaceae	Malva	*Pavonia mollis* Kunth	Arbusto
Asterales	Asteraceae	-	*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.	Herbacea
Boraginales	Boraginaceae	Negrillo	*Cordia macrocephala* Cham.	Arbol
Solanales	Convolvulaceae	Borrachera	*Ipomoea carnea* Jacq.	Arbusto
Malpighiales	Malpighiaceae	Ciruela de fraile	*Malpighia emarginata DC.*	Arbol

Orden	Familia	Nombre Común	Especie	Habito
Caryophyllales	Cactaceae	Cardo	*Armatocerus cartwrightianus* (Jacq.) S.O. Grose	Cactus
Lamiales	Bignonaceae	Guayacán	*Handroanthus crysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	Arbol
Malvales	Malvaceae	-	*Byttneria* sp.	Arbusto
Gentianales	Apocynaceae	Veneno de gusano	*Rauvolfia tetraphylla* A.S. Rao	Arbusto
Brassicales	Capparaceae	Hierba garrapata	*Cleome viscosa* L.	Herbacea
Commelinales	Commelinaceae	Hierba de Sta. Lucia	*Commelina erecta* L.	Herbacea
Asterales	Asteraceae	-	*Acmella* sp.	Herbacea
Malpighiales	Euphorbiaceae	-	*Croton* sp.	Arbusto
Fabales	Fabaceae	Barbasco	*Piscidia carthagenensis* Jacq.	Arbol
Lamiales	Plantaginaceae	-	*Bacopa* sp.	Herbacea
Caryophyllales	Portulacaceae	-	*Portulaca* sp.	Herbacea
Lamiales	Scrophulariaceae	Contrayerba	*Stemodia durantifolia (L.) Sw.*	Herbacea

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2025.

Composición florística

En el área de estudio se registraron un total de 17 especies de flora, agrupadas en 15 géneros, 13 familias y 11 ordenes botánicas. Las familias con mayor representación fueron:

- Malvaceae (2 especies)
- Asteraceae (2 especies)
- Borraginaceae (2 especies)
- Plantaginaceae (2 especies)

Las demás familias estuvieron representadas por una sola especie.

La flora registrada muestra una composición taxonómica relativamente variada, con predominio de familias típicas de ambientes secos, abiertos o intervenidos, lo que sugiere una comunidad vegetal adaptada a condiciones de alta radiación, estacionalidad hídrica y disturbio moderado.

La presencia de especies como *Armatocereus cartwrightianus, Handroanthus billbergii, Piscidia carthagenensis, Cordia macrocephala e Ipomoea carnea* es consistente con vegetación propia de zonas secas o semiáridas, donde suelen coexistir especies leñosas con un importante componente herbáceo.

Hábitos de crecimiento

El análisis de formas de vida evidenció la presencia de cuatro hábitos principales:

Herbáceas. Se registraron 7 especies herbáceas, correspondientes a: *Porophyllum ruderale*, *Cleome viscosa*, *Commelina erecta*, *Acmella* sp, *Bacopa* sp, *Portulaca* sp y *Stemodia durantifolia.*

Arbustos. Se registraron 5 especies arbustivas: *Byttneria sp, Pavonia mollis, Ipomoea carnea*, *Rauvolfia tetraphylla* y *Croton* sp.

Árboles. Se registraron 4 especies arbóreas: *Malpighia emarginata*, *Cordia macrocephala*, *Handroanthus chrysanthus* y *Piscidia carthagenensis.*

Cactus. *Armatocereus cartwrightianus*.

La vegetación está dominada por el estrato herbáceo, seguido por un componente arbustivo importante y una menor representación del estrato arbóreo. Este patrón sugiere una cobertura vegetal con características de: vegetación secundaria, ambientes abiertos y zonas con cierto grado de intervención o regeneración.

La combinación de herbáceas, arbustos y algunos árboles indica una comunidad con estructura simple a intermedia, donde las especies de rápido establecimiento y adaptación a condiciones limitantes tienen un papel importante en la configuración del paisaje vegetal.

Usos recursos

En la siguiente tabla se presentan los principales usos de las especies registradas.

Tabla 8-2-28. Usos de las especies registradas.

Especie	Principales usos
Pavonia mollis Kunth	Restauración ecológica, protección del suelo, uso medicinal tradicional y recurso para polinizadores.
Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass.	Condimento alimenticio, medicina tradicional (antiinflamatorio y digestivo), planta melífera.
Cordia macrocephala Cham.	Leña, restauración ecológica, protección de suelos, alimento y refugio para fauna silvestre.
Ipomoea carnea Jacq.	Ornamental, restauración de áreas degradadas, estabilización de suelos y uso medicinal local.
Malpighia emarginata DC.	Producción de frutos (acerola), uso alimenticio, ornamental y medicinal por su alto contenido de vitamina C.
Armatocerus cartwrightianus (Jacq.) S.O. Grose	Conservación de biodiversidad, ornamental, refugio y alimento para aves y mamíferos, protección del suelo.
Handroanthus crysanthus (Jacq.) S.O. Grose	Madera, ornamental, restauración ecológica, arborización urbana y hábitat para fauna.
Byttneria sp.	Restauración ecológica, protección del suelo y refugio para fauna.
Rauvolfia tetraphylla A.S. Rao	Medicina tradicional, ornamental y conservación de fauna polinizadora.
Cleome viscosa L.	Medicina tradicional, planta pionera en restauración, recurso para insectos polinizadores.

Especie	Principales usos
Commelina erecta L.	Cobertura del suelo, control de erosión, forraje ocasional y conservación de humedad.
Acmella sp.	Medicina tradicional (analgésico y antiinflamatorio), ornamental y atracción de polinizadores.
Croton sp.	Medicina tradicional, restauración ecológica, leña y fuente de alimento para insectos.
Piscidia carthagenensis Jacq.	Madera, sombra para sistemas agroforestales, restauración ecológica, fijación de nitrógeno y uso medicinal.
Bacopa sp.	Medicina tradicional y conservación de humedad del suelo.
Portulaca sp.	Alimenticia, medicinal y control de erosión.
Stemodia durantifolia (L.) Sw.	Cobertura vegetal, restauración ecológica y protección del suelo.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2025.

Origen

De las 17 especies registradas únicamente *Rauvolfia tetraphylla* L., es una especie introducida pero naturalizada para Ecuador, pudiendo decir que el 100% de las especies son nativas.

Endemismo.

Uncamente *Armatocereus cartwrightianus* es endémica de la región tumbesina.

Estado de conservación

De acuerdo con la Lista Roja de la UICN (versión vigente) y el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yánez et al., 2011), las 17 especies registradas presentan, en su mayoría, un estado de conservación favorable; sin embargo, existen especies de alta importancia para la conservación debido a su condición de amenaza, endemismo o distribución restringida.

Tabla 8-2-29. Categoría de conservación

Especie	UICN	Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador	CITES
Handroanthus chrysanthus	Vulnerable (VU)	En Peligro (EN)	Ápendice II
Armatocereus cartwrightianus	Preocupación Menor (LC)	No incluida (no es endémica exclusiva de Ecuador)	Ápendice II
Rauvolfia tetraphylla	Preocupación Menor (LC)	No aplica	-
Malpighia emarginata	Preocupación Menor (LC)	No aplica	-
Cordia macrocephala	No evaluada	No aplica	-
Piscidia carthagenensis	No evaluada	No aplica	-
Pavonia mollis	No evaluada	No aplica	-
Porophyllum ruderale	No evaluada	No aplica	-
Ipomoea carnea	No evaluada	No aplica	-

Especie	UICN	Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador	CITES
Byttneria sp.	No evaluada	No aplica	-
Croton sp.	No evaluada	No aplica	-
Acmella sp.	No evaluada	No aplica	-
Bacopa sp.	No evaluada	No aplica	-
Portulaca sp.	No evaluada	No aplica	-
Cleome viscosa	No evaluada	No aplica	-
Commelina erecta	No evaluada	No aplica	-
Stemodia durantifolia	No evaluada	No aplica	-

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Especies sensibles

La evaluación de sensibilidad de las 17 especies de flora registradas en el bosque seco muestra que 15 especies (88,2 %) presentan un nivel de sensibilidad baja, debido a su amplia distribución geográfica, ausencia de categorías de amenaza, elevada capacidad de adaptación a ambientes intervenidos y bajos requerimientos ecológicos específicos. Estas especies incluyen principalmente hierbas, arbustos y algunos árboles comunes del bosque seco, cuya permanencia no se considera actualmente comprometida.

Por otra parte, 2 especies (11,8 %) fueron clasificadas con sensibilidad alta: *Armatocereus cartwrightianus* y *Handroanthus chrysanthus*. La primera corresponde a una especie endémica de la región tumbesina, con distribución restringida y regulada por CITES Apéndice II, mientras que la segunda está catalogada como Vulnerable (VU) por la UICN, En Peligro (EN) en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador, también se encuentra incluida en CITES Apéndice II y es objeto de presión por el aprovechamiento de su madera.

Tabla 8-2-30. Sensibilidad de las especies registradas

Especie	Sensibilidad	Justificación
Pavonia mollis Kunth	**Baja**	Especie nativa ampliamente distribuida, sin categoría de amenaza ni regulación por CITES.
Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass.	**Baja**	Hierba ruderal ampliamente distribuida, alta capacidad de colonización y adaptación.
Cordia macrocephala Cham.	**Baja**	Especie nativa sin categoría de amenaza conocida y con distribución relativamente amplia.
Ipomoea carnea Jacq.	**Baja**	Arbusto ampliamente distribuido, frecuente en ambientes intervenidos y con alta capacidad de adaptación.
Malpighia emarginata DC.	**Baja**	Especie ampliamente cultivada y distribuida, catalogada como Preocupación Menor (LC).
Armatocerus cartwrightianus (Jacq.) S.O. Grose	**Alta**	Especie endémica de la región tumbesina (distribución restringida), poblaciones localizadas y requerimientos ecológicos específicos; además está incluida en CITES Apéndice II.

Especie	Sensibilidad	Justificación
Handroanthus crysanthus (Jacq.) S.O. Grose	Alta	Clasificada como Vulnerable (VU) por la UICN y En Peligro (EN) en el Libro Rojo del Ecuador; además está incluida en CITES Apéndice II y es objeto de aprovechamiento maderero.
Byttneria sp.	Baja	Sin evidencias de amenaza o regulación internacional; amplia distribución del género.
Rauvolfia tetraphylla A.S. Rao	Baja	Especie ampliamente distribuida y naturalizada, sin categorías de amenaza.
Cleome viscosa L.	Baja	Especie pionera ampliamente distribuida y adaptada a ambientes alterados.
Commelina erecta L.	Baja	Hierba cosmopolita con amplia distribución y elevada capacidad de adaptación.
Acmella sp.	Baja	Género ampliamente distribuido, sin categorías de amenaza conocidas.
Croton sp.	Baja	Aunque algunas especies del género presentan distribución restringida, la identificación solo alcanza el nivel de género y no existen criterios para asignar una mayor sensibilidad.
Piscidia carthagenensis Jacq.	Baja	Especie nativa sin categoría de amenaza, ampliamente distribuida en bosques secos de Mesoamérica y Sudamérica.
Bacopa sp.	Baja	Género ampliamente distribuido, sin evidencias de amenaza.
Portulaca sp.	Baja	Género cosmopolita con elevada capacidad de adaptación y colonización.
Stemodia durantifolia (L.) Sw.	Baja	Hierba ampliamente distribuida, sin categorías de amenaza conocidas.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Especies condiconadas para aprovechamiento florestal.

De acuerdo con la normativa forestal vigente del Ecuador, principalmente el Código Orgánico del Ambiente (COA), su Reglamento, las Normas para el Manejo Forestal Sostenible y la normativa del MAATE sobre especies de aprovechamiento condicionado, una especie puede estar sujeta a restricciones por cualquiera de las siguientes razones:

- Ser una especie de aprovechamiento condicionado, cuyo aprovechamiento requiere justificar su abundancia (generalmente más de un árbol por cada dos hectáreas) y registrarse expresamente en el Programa de Manejo Forestal.
- Encontrarse bajo alguna veda nacional.
- Estar incluida en los apéndices de CITES, cuando corresponda.
- Encontrarse dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) o Bosques y Vegetación Protectores, donde el aprovechamiento está sujeto a regulaciones adicionales.

Con base en la lista proporcionada, el estado es el siguiente:

Tabla 8-2-31. Especies condicionadas en Ecuador

ESPECIE	APROVECHAMIENTO CONDICIONADO	OBSERVACIÓN
Bursera graveolens	SI	Especie de aprovechamiento condicionado en bosque seco; requiere cumplir los requisitos establecidos por el MAE.
Loxopterygium huasango	SI	Especie de aprovechamiento condicionado debido a su importancia ecológica y escasa regeneración natural.
Armatocereus cartwrightianus	No es aprovechable	Cactácea protegida; además está incluida en CITES Apéndice II, por lo que no constituye una especie maderable susceptible de aprovechamiento forestal.
Handroanthus chrysanthus	SI	Especie de aprovechamiento condicionado; además posee una categoría de amenaza a nivel nacional e internacional, por lo que el MAE suele exigir un análisis técnico específico para autorizar su corta.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

8.2.1.3. Discución, conclusiones y recomendaciones del monitoreo cuantitativo.

Discución.

La composición florística registrada es representativa de un bosque seco tropical, caracterizado por una baja riqueza específica y el predominio de un número reducido de especies leñosas adaptadas a condiciones de déficit hídrico estacional. Este patrón coincide con la dinámica natural de los bosques secos del suroccidente del Ecuador, donde la marcada estacionalidad climática, la limitada disponibilidad de agua y las características edáficas condicionan la distribución y abundancia de las especies vegetales.

La estructura de la vegetación evidencia una comunidad en la que pocas especies desempeñan un papel determinante en la organización del bosque, mientras que un conjunto de especies menos abundantes contribuye principalmente a incrementar la diversidad florística y la heterogeneidad del ecosistema. Esta distribución es característica de los bosques secos tropicales, donde las especies dominantes suelen concentrar la mayor parte de la biomasa y del espacio disponible, mientras que las especies acompañantes cumplen funciones complementarias relacionadas con la regeneración natural, la oferta de recursos para la fauna y el mantenimiento de los procesos ecológicos.

La variación observada en la composición florística entre las parcelas sugiere la existencia de una heterogeneidad ambiental dentro del área de estudio. Factores como las diferencias en el relieve, las condiciones del suelo, la disponibilidad de humedad, la cobertura del dosel y el grado de intervención antrópica pueden generar cambios en la composición y estructura de la vegetación, favoreciendo el establecimiento de diferentes asociaciones vegetales aun dentro de un mismo tipo de ecosistema. Esta variabilidad espacial constituye un atributo importante del bosque seco,

ya que incrementa la diversidad del paisaje y favorece la resiliencia ecológica frente a perturbaciones naturales y antrópicas.

Los hábitos de crecimiento registrados muestran un predominio de especies arbóreas y arbustivas, acompañadas por una especie suculenta característica de ambientes xéricos. Esta estructura refleja las adaptaciones propias de la vegetación del bosque seco, donde predominan especies con estrategias fisiológicas y morfológicas que les permiten soportar largos períodos de sequía, como la pérdida estacional del follaje, sistemas radicales profundos y tejidos especializados para el almacenamiento de agua.

Desde el punto de vista funcional, las especies registradas desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de los procesos ecológicos del bosque seco. Además de contribuir a la captura de carbono y a la protección del suelo frente a procesos erosivos, proporcionan alimento, refugio y sitios de reproducción para numerosas especies de fauna, favorecen la infiltración del agua y participan en los procesos naturales de sucesión y regeneración del ecosistema. Varias de estas especies poseen además importancia socioeconómica por su aprovechamiento como madera, leña, plantas medicinales u ornamentales, lo que evidencia la estrecha relación entre el bosque seco y las comunidades locales.

En cuanto al estado de conservación, la flora registrada corresponde mayoritariamente a especies nativas que actualmente no presentan categorías elevadas de amenaza. No obstante, la presencia de especies catalogadas bajo categorías de conservación, con distribución restringida o sujetas a regulación internacional, incrementa la relevancia ambiental del área evaluada. Estas especies constituyen elementos prioritarios para la conservación debido a su mayor vulnerabilidad frente a la pérdida y fragmentación del hábitat, así como a la presión derivada del aprovechamiento de sus poblaciones naturales.

La identificación de especies con diferentes niveles de sensibilidad ecológica evidencia que, aunque gran parte de la comunidad vegetal presenta una adecuada capacidad de adaptación a las condiciones ambientales propias del bosque seco, también existen especies cuya permanencia depende del mantenimiento de las condiciones naturales del ecosistema. En consecuencia, cualquier alteración de la cobertura vegetal o del funcionamiento ecológico del bosque podría afectar de manera desproporcionada a estas especies de mayor sensibilidad.

En conjunto, los resultados demuestran que el área de estudio conserva características estructurales y funcionales propias de un bosque seco tropical. Aunque la comunidad vegetal está conformada principalmente por especies comunes de este ecosistema, la presencia de especies de importancia para la conservación resalta la necesidad de implementar medidas de manejo que mantengan la integridad del hábitat, favorezcan la regeneración natural y aseguren la conservación de la diversidad florística a largo plazo.

Conclusiones.

El área de estudio presentó una composición florística típica del bosque seco tropical, conformada por 12 especies, 12 géneros y 11 familias, predominando especies nativas adaptadas a condiciones de marcada estacionalidad climática.

El esfuerzo de muestreo fue adecuado, ya que permitió registrar aproximadamente el 85 % de la riqueza florística potencial estimado mediante el índice de Chao-1.

La riqueza y diversidad fueron bajas a moderadas, mientras que la dominancia fue elevada en algunas parcelas, especialmente en PFC-FL004, donde *Handroanthus chrysanthus* dominó ampliamente la comunidad vegetal.

Handroanthus chrysanthus y *Piscidia carthagenensis* constituyeron las especies ecológicamente más importantes del bosque al presentar los mayores valores de IVI, por lo que desempeñan un papel fundamental en la estructura y funcionamiento del ecosistema.

La similitud florística entre parcelas fue baja a moderada, lo que evidencia heterogeneidad espacial en la composición de especies y resalta la importancia de conservar la totalidad del mosaico de vegetación presente en el área del proyecto.

La presencia de especies de interés para la conservación, como *Handroanthus chrysanthus*, *Armatocereus cartwrightianus* y *Simira ecuadorensis*, incrementa el valor ecológico del área y requiere la implementación de medidas de manejo orientadas a proteger sus poblaciones naturales.

Recomendaciones

Se recomienda implementar un programa de monitoreo periódico de la vegetación para evaluar la dinámica poblacional, la regeneración natural y posibles cambios derivados de la ejecución y operación del proyecto, los monitoreos deberár realizarse en época seca y época lluviosa.

Delimitar y proteger los individuos de *Handroanthus chrysanthus, Armatocereus cartwrightianus* y *Simira ecuadorensis* durante todas las fases del proyecto, evitando su remoción y afectación directa.

Priorizar la conservación de los remanentes de bosque seco que presentan mayor riqueza y diversidad florística, especialmente aquellos donde se registran especies sensibles o de alto valor ecológico como *Handroanthus chrysanthus, Armatocereus cartwrightianus*.

En caso de ser necesaria la restauración, utilizar exclusivamente especies nativas del bosque seco, dando prioridad a *Handroanthus chrysanthus, Piscidia carthagenensis, Caesalpinia glabrata, Bursera graveolens, Cordia lutea* y *Loxopterygium huasango*, para mantener la composición florística propia del ecosistema.

Implementar medidas para minimizar la fragmentación del hábitat y conservar la conectividad ecológica entre los remanentes de vegetación natural presentes en interior y en el área de influencia del proyecto especialmente se debe conservar los remanentes de bosque presentes en las quebradas.

Se recomienda desarrollar un plan de capacitación al personal de obra sobre la identificación y protección de especies de importancia para la conservación, particularmente aquellas incluidas en categorías de amenaza o reguladas por CITES.

Restringir el aprovechamiento no autorizado de especies maderables, especialmente *Handroanthus chrysanthus, Bursera graveolens, Loxopterygium huasango* y *Eriotheca ruizii*, promoviendo acciones de vigilancia durante la ejecución del proyecto.

Mantener un programa de restauración y revegetación progresiva utilizando material vegetal proveniente de fuentes locales, con el fin de favorecer la recuperación de la cobertura vegetal y mantener los procesos ecológicos propios del bosque seco.

8.2.1.4. Discución, conclusiones y recomendaciones del monitoreo cualitativo PFC-T y T1.

Discución

La caracterización cualitativa de la flora evidencia una comunidad vegetal representativa del bosque seco tropical del sur del Ecuador, conformada principalmente por especies nativas adaptadas a condiciones de alta estacionalidad climática, déficit hídrico y elevada radiación solar. La composición taxonómica registrada refleja una diversidad propia de ecosistemas secos, donde predominan especies con estrategias ecológicas que les permiten tolerar prolongados períodos de sequía y desarrollarse sobre suelos con disponibilidad limitada de agua.

La representación de familias como Malvaceae, Asteraceae, Boraginaceae y Plantaginaceae coincide con lo reportado para los bosques secos de la región tumbesina, donde estos grupos botánicos incluyen numerosas especies pioneras y secundarias que participan activamente en los procesos de regeneración natural. La presencia simultánea de especies herbáceas, arbustivas, arbóreas y cactáceas demuestra una estructura vegetal heterogénea, típica de bosques secos con diferentes estados sucesionales y sometidos a procesos naturales de perturbación y recuperación.

El predominio del estrato herbáceo, acompañado de un importante componente arbustivo y una menor representación de especies arbóreas, sugiere que la vegetación presenta características propias de comunidades secundarias o de sectores donde han ocurrido perturbaciones en el pasado. No obstante, la presencia de especies arbóreas características del bosque seco, como *Handroanthus chrysanthus, Piscidia carthagenensis, Cordia macrocephala y Malpighia emarginata*, indica que el área conserva elementos estructurales importantes que contribuyen al mantenimiento de la funcionalidad ecológica del ecosistema.

Desde una perspectiva funcional, las especies registradas cumplen múltiples funciones ecológicas y socioeconómicas. Varias participan en la estabilización del suelo, la recuperación de áreas degradadas y el mantenimiento de los ciclos ecológicos, mientras que otras proporcionan recursos utilizados por las comunidades locales, como madera, frutos, plantas medicinales y especies ornamentales. Asimismo, especies como *Armatocereus cartwrightianus*, *Handroanthus chrysanthus* y *Piscidia carthagenensis* constituyen importantes fuentes de alimento y refugio para la fauna silvestre, favoreciendo procesos como la polinización, la dispersión de semillas y el mantenimiento de las interacciones ecológicas propias del bosque seco.

El análisis del origen florístico evidencia un claro predominio de especies nativas, lo que indica que la vegetación conserva la identidad florística característica del bosque seco. La presencia de una única especie introducida y naturalizada sugiere que, hasta el momento de la evaluación, los procesos de invasión biológica no representan un factor determinante en la composición vegetal del área. Este resultado constituye un indicador favorable del estado de conservación del ecosistema y de la permanencia de comunidades vegetales propias de la región.

En cuanto al estado de conservación, la mayoría de las especies no presenta categorías oficiales de amenaza, lo cual es consistente con la amplia distribución de gran parte de la flora registrada. Sin embargo, la presencia de Handroanthus chrysanthus, clasificada como Vulnerable (VU) por la UICN y En Peligro (EN) en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador, así como de *Armatocereus cartwrightianus*, especie endémica de la región tumbesina e incluida en el Apéndice II de CITES, incrementa significativamente el valor de conservación del área. Estas especies representan componentes prioritarios para la gestión ambiental debido a su vulnerabilidad frente a la pérdida de hábitat y al aprovechamiento no sostenible.

La evaluación de sensibilidad confirma esta situación, ya que la mayor parte de las especies presenta una baja vulnerabilidad ecológica debido a su amplia distribución y elevada capacidad de adaptación. No obstante, la identificación de especies con alta sensibilidad pone de manifiesto la necesidad de adoptar medidas específicas de manejo orientadas a evitar la afectación de sus poblaciones y conservar las condiciones ecológicas que favorecen su permanencia. En particular, la protección de los individuos de *Handroanthus chrysanthus* y *Armatocereus cartwrightianus* resulta prioritaria durante el desarrollo de cualquier actividad que implique modificación de la cobertura vegetal.

Conclusiones

La caracterización cualitativa permitió identificar una comunidad vegetal representativa del bosque seco tropical, conformada por 17 especies, distribuidas en 15 géneros, 13 familias y 11 órdenes botánicos, lo que evidencia una composición florística propia de ecosistemas adaptados a condiciones de marcada estacionalidad climática y disponibilidad limitada de agua.

Las familias Malvaceae, Asteraceae, Boraginaceae y Plantaginaceae fueron las más representativas de la comunidad vegetal, mientras que el predominio de especies herbáceas y arbustivas, acompañado por un menor número de especies arbóreas, refleja una estructura vegetal característica de remanentes de bosque seco con procesos activos de regeneración natural.

La flora registrada estuvo integrada casi en su totalidad por especies nativas, registrándose únicamente una especie introducida y naturalizada, lo que indica que el área mantiene una composición florística característica del bosque seco y presenta una baja incidencia de especies exóticas.

Las especies registradas desempeñan funciones ecológicas relevantes relacionadas con la protección del suelo, la restauración ecológica, la provisión de alimento y refugio para la fauna silvestre, la captura de carbono y el mantenimiento de los procesos ecológicos del bosque seco, además de poseer importancia económica por sus usos maderables, medicinales, alimenticios y ornamentales.

Desde el punto de vista de la conservación, la presencia de Handroanthus chrysanthus, categorizada como Vulnerable (VU) por la UICN, En Peligro (EN) en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador e incluida en el Apéndice II de CITES, así como de Armatocereus cartwrightianus, especie endémica de la región tumbesina e incluida también en CITES Apéndice II, incrementa el valor ecológico del área y constituye un elemento prioritario para las acciones de manejo y conservación.

La evaluación de sensibilidad determinó que la mayoría de las especies presenta sensibilidad baja, asociada a su amplia distribución y capacidad de adaptación; sin embargo, la presencia de especies con sensibilidad alta evidencia la necesidad de implementar medidas de protección orientadas a conservar sus poblaciones y el hábitat donde se desarrollan.

Recomendaciones

Durante la construcción, operación y mantenimiento del proyecto se recomienda conservar los remanentes de vegetación nativa presentes en el área de estudio, evitando la remoción innecesaria de la cobertura vegetal y priorizando el mantenimiento de la estructura y composición propias del bosque seco.

Implementar medidas específicas de protección para *Handroanthus chrysanthus y Armatocereus cartwrightianus*, incluyendo la delimitación de individuos durante las actividades del proyecto, el establecimiento de zonas de exclusión cuando sea necesario y el seguimiento periódico de sus poblaciones.

En caso de requerirse procesos de revegetación o restauración, utilizar exclusivamente especies nativas del bosque seco presentes en el área, favoreciendo la recuperación de la composición florística original y la funcionalidad ecológica del ecosistema.

Evitar el aprovechamiento no autorizado de especies con valor maderable o de importancia para la conservación, especialmente aquellas sujetas a categorías de amenaza o reguladas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Desarrollar un programa de monitoreo periódico de la flora que permita evaluar la regeneración natural, la supervivencia de las especies de interés para la conservación y posibles cambios en la composición vegetal asociados a las actividades del proyecto.

Mantener la conectividad entre los remanentes de vegetación natural mediante la conservación de corredores ecológicos y franjas de vegetación específicamente el las quebradas presentes en el área del proyecto, favoreciendo el desplazamiento de la fauna y los procesos de dispersión de semillas.

Capacitar al personal involucrado en las actividades del proyecto sobre la identificación de especies prioritarias para la conservación, las medidas de protección establecidas y la normativa ambiental vigente relacionada con especies amenazadas y reguladas por CITES.

Implementar medidas de manejo que reduzcan la degradación del hábitat, tales como el control del tránsito de maquinaria fuera de las áreas autorizadas, la prevención de incendios forestales, el manejo adecuado de residuos y la minimización de la compactación del suelo.

Promover la regeneración natural del bosque seco mediante la protección de plántulas, brinzales y árboles semilleros, complementando estas acciones con programas de restauración ecológica cuando se identifiquen sectores degradados.

Incorporar los resultados del presente estudio en los programas de manejo y monitoreo ambiental del proyecto, con el fin de evaluar la efectividad de las medidas implementadas y fortalecer la conservación de la biodiversidad vegetal durante todas las fases de ejecución y operación.

Se recomienda conservar las quebradas internas dentro del polígono del proyecto con un buffer de 20 metros a cada lado de los márgenes con el fin de conservar la composición y estructura del bosque y mantener un corredor biológico para las especies faunísticas presentes en el área.

Incorporar un programa de sensibilización y capacitación a la comunidad local sobre la importancia de la flora nativa y su rol en los servicios ecosistémicos, fomentando prácticas de uso sostenible y conservación.

Para los futuros monitoreos se recomiendan las siguientes coordenadas:

Tabla 8-2-32. Coordenadas futuros monitoreos del componente flora.

Código	Coordenadas WGS84 17 S			Altitud (msnm)	Método	Extensión	Tipo de muestreo
	Ítem	Este	Norte				
PFC-FL001	V1	586829,11	9521300,36	220	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
	V2	586929,11	9521300,36				
	V3	586929,11	9521250,11				
	V4	586829,11	9521250,11				
PFC-FL002	V1	586773,84	9519316,88	230	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
	V2	586773,84	9519366,88				
	V3	586873,84	9519366,88				
	V4	586873,84	9519316,88				
PFC-FL003	V1	586388,94	9519095,13	219	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
	V2	586388,94	9519145,13				
	V3	586488,94	9519145,13				
	V4	586488,94	9519095,13				
PFC-FL004	V1	587663,00	9521392	225	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
	V2	587663,00	9521292,00				
	V3	587713,00	9521292,00				
	V4	587713,00	9521392,00				
PFC-T	Inicio	587529,00	9521339,00	218	Transecto	100 x 2 m	Cualitativo
	Fin	587607,00	9521272,00				

Código	Coordenadas WGS84 17 S			Altitud (msnm)	Método	Extensión	Tipo de muestreo
	Ítem	Este	Norte				
PFC-T1	Inicio	586328,00	9519109,00	222	Transecto	100 x 2 m	Cualitativo
	Fin	586260,00	9519180,00				

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

En el MAPA NRO. 25 se presenta el mapa de ubicación de puntos de muestreo

8.2.2. Fauna

8.2.2.1. Mastofauna

- Introducción.

Ecuador es reconocido a nivel mundial por ser uno de los países con mayor diversidad biológica. Esta riqueza natural se debe a múltiples factores, entre los más destacados: su ubicación geográfica estratégica, la variada topografía y la presencia de la Cordillera de los Andes. Estos elementos conforman un amplio mosaico de ecosistemas, climas y microclimas. A ello se suman las corrientes oceánicas que influyen en la región costera, generando condiciones ambientales únicas. Esta diversidad de escenarios ha permitido la adaptación y evolución de una gran cantidad de especies animales en el territorio ecuatoriano (Suárez & Ulloa, 1993).

Los bosques secos son considerados uno de los ecosistemas más interesantes del neotrópico debido a su amplia distribución, a la marcada estacionalidad climática que presentan y a la presencia de numerosas especies endémicas. Aunque no alcanzan la misma diversidad biológica que los ecosistemas húmedos, los bosques secos se caracterizan por tener un alto grado de endemismo (Dodson y Gentry, 1993).

Este ecosistema está presente en diversas regiones del Ecuador, especialmente a lo largo de la costa, en el sur del país y en los valles interandinos de la Sierra, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1600 y 1800 msnm (Lozano, 2002). En la zona sur, particularmente en las provincias de El Oro y Loja, estos bosques son considerados una extensión de las formaciones áridas y semiáridas del norte del Perú.

Este entorno ecológico, con sus condiciones climáticas particulares y su vegetación adaptada a la aridez, alberga una fauna igualmente especializada. Entre los grupos más representativos destacan los mamíferos, cuyas adaptaciones ecológicas les permiten sobrevivir en un ambiente con marcadas estaciones secas y limitados recursos hídricos.

Los mamíferos constituyen uno de los grupos de fauna más estudiados en Ecuador. Hasta la fecha, se han registrado 479 especies, y este número continúa en aumento gracias a los avances en tecnologías moleculares, así como al crecimiento de las investigaciones locales y a las constantes revisiones taxonómicas; gran parte de las especies de mamíferos se encuentran en los bosques amazónicos con 206 especies, que representa el 48 % de la mastofauna nacional, es importante mencionar que en Ecuador se han reportado 65 especies endémicas, las mastofauna nacional cumple distintos roles ecológicos importantes para el mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas (Brito et al., 2023).

Este bioma enfrenta amenazas críticas. De acuerdo con Cuesta et al. (2005), factores como la pérdida y fragmentación del hábitat, el sobrepastoreo y la expansión de la frontera agrícola a gran escala han degradado el territorio. Esta presión antrópica, sumada al desarrollo de infraestructuras, limita la conectividad ecológica, afectando directamente la movilidad de los mamíferos silvestres y comprometiendo su reproducción y supervivencia a largo plazo.

El presente estudio tiene como objetivo identificar y caracterizar las especies de mamíferos presentes en el área de influencia del proyecto, evaluando su composición, distribución y estado de conservación como parte de la línea base del Estudio de Impacto Ambiental (EIA). La información obtenida permitirá identificar especies vulnerables, amenazadas o de importancia ecológica, evaluar los posibles impactos derivados de las actividades de construcción, operación y demás fases del proyecto, y establecer medidas de prevención, mitigación, manejo y

seguimiento que se incorporarán al Plan de Manejo Ambiental, con el fin de minimizar los efectos sobre la mastofauna y contribuir a la conservación de la biodiversidad del área de estudio.

- Área de estudio y metodología.

El proyecto fotovoltaico se localiza en la provincia de Loja, específicamente en el cantón Zapotillo, dentro del ecosistema del Bosque Seco Ecuatorial, caracterizado por una marcada estacionalidad climática.

En los alrededores del área del proyecto se identifican actividades antrópicas como la tala de madera, la expansión de la frontera agrícola, el pastoreo de ganado caprino y bovino, así como la presencia de viviendas dispersas a lo largo del territorio intervenido.

Para el levantamiento de información de mastofauna, se definieron tres puntos de muestreo distribuidos en distintos predios. En estos sitios se llevaron a cabo análisis cuantitativos y cualitativos, priorizando áreas que aún conservan remanentes de bosque o se ubican próximas a quebradas, donde persisten recursos naturales que podrían ser aprovechados por especies de fauna silvestre.

- Metodología muestreos cualitativos.

Los datos recopilados en esta metodología pueden ser de tipo directo o indirecto. Los datos directos se refieren al contacto activo con la fauna, ya sea a través de datos ópticos o acústicos. Por otro lado, los datos indirectos corresponden a evidencias como excrementos, huellas, restos de pelo o mudas, nidos, madrigueras, entre otros, los cuales pueden ser identificados con el apoyo de guías especializadas (Tellería 1986; Wilson et al., 1996). Este último tipo de registro resulta ser uno de los métodos más efectivos para detectar la presencia de especies raras o difíciles de observar directamente.

Para reunir la información anteriormente mencionada se desarrolla las siguientes metodologías:

Transecto o recorrido de búsqueda de rastros y huellas

Se establecieron transectos lineales de 1000 m de longitud, ubicados dentro del área de estudio de manera que permitan cubrir los distintos tipos de hábitat. La longitud de los transectos se definió considerando tanto criterios técnicos como las condiciones del área. Si bien se recomienda el uso de transectos de hasta 2000 m para mejorar la detección de especies (Suárez y Mena, 1994; Tirira, 1998), en este caso se optó por 1000 m debido a la limitada continuidad espacial del área y a la necesidad de distribuir adecuadamente las unidades de muestreo. En conjunto, el esfuerzo de muestreo comprendió una longitud total de 3000 m, con un ancho efectivo aproximado de 200 m (100 m a cada lado del transecto), lo que permitió evaluar un área representativa para el registro de la mastofauna presente.

El diseño se ajustó a lineamientos metodológicos que priorizan la independencia entre transectos y una distribución equilibrada del esfuerzo de muestreo. En este sentido, la topografía y el mosaico de hábitats condicionaron la ubicación de los transectos, impidiendo implementar longitudes mayores sin generar una concentración excesiva de unidades en el espacio (Narváez & Zapata, 2020).

Bajo estas condiciones, la longitud de 1000 m permitió mantener una separación adecuada entre transectos. Esto es fundamental, ya que muchas especies presentan un home ranger amplio; es

decir, utilizan extensas áreas para alimentarse y desplazarse. Si los transectos se ubican demasiado cerca, existe una alta probabilidad de registrar un mismo individuo en diferentes recorridos. Tal como señalan Zielinski y Stauffer, (1996) citados por Gallina (2011) considerar el ámbito hogareño en la separación de las unidades de muestreo es clave para evitar el doble conteo y la sobreestimación de la abundancia

En este estudio los recorridos de muestreo se realizaron en transectos de 1000 metros de longitud, estableciéndose un transecto por cada sitio de muestreo (n=3). La adaptación de la longitud de los transectos es una práctica aceptada en estudios de vertebrados terrestres, siempre que se garantice la representatividad del área muestreada, es por ello, que los sitios de muestreo seleccionados representan la heterogeneidad del área estudiada (Krebs, 1999).

También se tomó en cuenta las características geomorfológicas y de accesibilidad del área de estudio, ya que, en ciertas zonas de quebradas se presentan pendientes pronunciadas que dificultad la continuidad del recorrido: también las extensiones de parches de bosque integro, no alcanzaban los 2000 m continuos de longitud.

Los transectos fueron trazados siguiendo el curso de vías de tercer orden poco concurridas y quebradas estacionales, debido a que estos elementos del paisaje funcionan como corredores biológicos y zonas de concentración de recursos, incrementando la probabilidad de detección de fauna, especialmente en ecosistemas secos donde la disponibilidad de agua es limitada (Naiman et al., 1993; Hilty et al., 2006). Durante época seca estas quebradas se encontraban accesibles y representativas del área de estudio.

Las jornadas de muestreo se llevó a cabo en dos periodos: se recorre los transectos entre las 6h30 y 10h30 para el registro de especies diurnas y entre las 18h00 a 22h00 para especies nocturnas como sugiere (Nárvaez & Zapata, 2020), definidos con base en los picos de actividad de mastofauna.

Entrevistas

Siguiendo la Guía de Inventario de Fauna Silvestre (MINAM, 2015), se realizaron entrevistas informales a pobladores locales sin cuestionarios estructurados para evitar sesgos. El proceso consistió en descripciones libres de las especies por parte de los informantes, cuya información se contrastó posteriormente con láminas ilustrativas (Tirira, 2017), para precisar la identificación taxonómica mediante rasgos morfológicos y ecológicos.

Para asegurar la fiabilidad de los registros, los datos se validaron según la coherencia con el hábitat y rango altitudinal de la zona. Siempre que fue posible, la información se respaldó con la observación directa de evidencias físicas (restos óseos o pieles “osamentas”) en posesión de la comunidad.

- Metodología muestreos cuantitativos

Trampas de captura viva

Las trampas son la herramienta básica especializadas eficientes para la captura y registro de los. mamíferos pequeños terrestres (Jones et al., 1996; Voss y Emmons, 1996; Voss et al., 2001). Para la aplicación de trampas de captura viva se utilizó 50 trampas entre Sherman y Tomahawk, la ubicación de estas dependio de la superficie y condiciones ecológicas del área de estudio; cada trampa trabajó como un total de 72 horas por punto de muestreo.

En cada sitio de muestreo se estableció un transecto de aproximadamente 400 metros de longitud, dentro de cuyo tramo se distribuyeron 40 trampas Sherman. De manera paralela, se implementó un segundo transecto de aproximadamente 250 metros de longitud para la colocación de 10 trampas Tomahawk. Todas las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena, crema de maní, atún y esencia de vainilla. Su ubicación en campo se realizó de forma estratégica cerca de entradas a huecos, dormideros, senderos, entre piedras y rocas, galerías y cerca de cuerpos de agua, siguiendo los criterios metodológicos de Barnett y Dutton (1995).

El espaciamiento entre trampas fue definido con base en metodologías estándar para el muestreo de pequeños y medianos mamíferos, las cuales recomiendan distancias de entre 5 y 15 m para trampas tipo Sherman, con el fin de maximizar la probabilidad de captura y reducir la interferencia entre estaciones, mientras que para trampas tipo Tomahawk se emplean distancias mayores debido al rango de movilidad de las especies objetivo (Wilson et al., 1996; Krebs, 1999).

Las trampas fueron activadas al atardecer y permanecieron operativas durante 24 horas, siendo revisadas diariamente en horas de la mañana, siguiendo protocolos estándar para minimizar el estrés en los individuos capturados y optimizar el esfuerzo de muestreo (Tirira, 1998).

Redes de neblina

Los mamíferos voladores (murciélagos) tienen comportamiento nocturno, aéreo y evasivo lo que conlleva a usar redes de neblina para su captura, en el estudio se usaron 8 redes de neblina de 12 x 3 metros cada una, las redes fueron distribuidas dentro de un tramo de 200 metros, y son colocadas en sitios donde exista mayor probabilidad de captura, como bordes de vegetación, senderos o quebradas (modificado de MAE Perú, 2015; Jones et al., 1996), las redes están activas de las 18h00 hasta las 22h00 como indica (Tirira, 1998), se realiza una revisión de redes en periodos de 30 minutos con el fin de reducir el estrés de los individuos capturados o daños en las redes.

Posterior a la captura, se realiza la identificación de cada uno de los individuos con guías especializadas en mamíferos, principalmente la guía de campo de Mamíferos del Ecuador de Tirira, 2017, esta información es contrastada con repositorios virtuales como Bioweb de Brito, 2019 y adaptadas al sitio de estudio.

Marcaje de individuos

Con el fin de garantizar la integridad de los datos y evitar el sesgo por recaptura, se aplicó un marcaje temporal por remoción parcial de pelaje (*fur-clipping*) en la región escapular (espalda superior). Esta técnica fue seleccionada por su carácter mínimamente invasivo y su idoneidad para periodos breves de muestreo, permitiendo la liberación inmediata de los individuos en su punto de captura original, en estricto cumplimiento con los protocolos éticos para el manejo de fauna silvestre (Gannon y Sikes, 2007).

Posteriormente al trabajo de campo, se procede al procesamiento de la información recolectada. Los datos son organizados y sistematizados en tablas utilizando Microsoft Excel, con el fin de realizar análisis de riqueza, abundancia y diversidad alfa y beta. Estos análisis se llevan a cabo mediante programas especializados como PAST v.4.11 (Hammer, Ø., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D., 2001) y EstimateS v.9.1.0 (Colwell, 2009), los cuales permiten interpretar patrones ecológicos a partir de los datos obtenidos.

- Análisis de datos

Riqueza (S)

Es el número total de especies obtenido en un censo de una comunidad (Moreno & Halffter, 2001).

$$S = Especie\ a\ +\ Especie\ b\ + S = Especie\ a\ +\ Especie\ b\ + n$$

Abundancia Absoluta

Es el número total de individuos registrados de una especie, en una o más comunidades durante un inventario.

Abundancia Relativa (N)

La abundancia relativa expresa la proporción de individuos de una especie en relación con el número total de individuos registrados para todas las especies en el área de estudio. Este indicador permite identificar las especies con mayor representación dentro de la comunidad vegetal (Krebs, 1999; Magurran, 2004).

$$AR = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ especie}{Número\ total\ de\ individuos\ de\ todas\ las\ especies}$$

Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación se define como el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). En general, la curva de acumulación comprende gráficos representativos de las especies más frecuentes dentro del área a ser muestreada, permite identificar rápidamente los grupos dominantes y las especies raras. Así, la curva de acumulación permite dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación; una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de las especies que estarían presentes en la zona (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

Para la construcción de la curva de acumulación de especies se utilizó el estimador analítico de Mao Tau, el cual permite obtener una curva de rarefacción suavizada mediante la siguiente fórmula (Colwell et al., 2004):

Debería expresarse así:

$$\mathrm{E(S_n)} = \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{S}} \left[1 - \frac{\binom{\mathrm{N} - \mathrm{N_i}}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

O en texto:

E(Sn) = Σ desde i = 1 hasta S [1- ((N- Ni) C n / N C n)]

Donde *C* representa el número de combinaciones:

- E(S_n) = número esperado de especies en una muestra de tamaño *n*

- S = número total de especies observadas
- N = número total de individuos
- N_i= número de individuos de la especie *i*
- *n* = tamaño de la submuestra

Índice Chao-1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra, siendo S el número de especies en una muestra, a es el número de especies representadas solo por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y b el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Moreno, 2001).

$$Chao\,1 = S + a^2 / 2\,b$$

Índice de Diversidad de Shannon Wiener

Para el cálculo se utilizó la fórmula:

$H' = -\sum pi \ln pi$

Dónde:

Pi= Proporción de individuos de la especie i respecto al total de la muestra ni/N

ln = logaritmo natural

El índice (H) mide el grado promedio de incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar en una muestra (Magurran, 1988).

Este índice asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de la comunidad están representadas en la colecta. Sus valores son positivos y ascienden conforme aumenta la biodiversidad: parten desde 0, en comunidades compuestas por una sola especie, hasta el logaritmo natural de la riqueza de especies (ln S), valor que se alcanza cuando todas las especies presentan la misma abundancia (Moreno, 2001). Cabe destacar que los valores numéricos de cero (0) derivados de muestras con riqueza igual a uno (S=1) deben interpretarse con cautela, ya que responden a una condición algebraica del estimador y no a una homogeneidad real de la comunidad en el área de estudio."

Índice de Diversidad de Simpson

Es un índice que mide la equitabilidad y la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en una muestra pertenezcan a la misma especie. Su expresión más común y recomendada para inventarios de campo con muestras finitas es el valor de complemento 1- D, calculado mediante la fórmula:

$$1\text{-}D = 1\text{-}\frac{\sum ni\,(ni-1)}{N\,(N-1)}$$

Donde *ni* es el número de individuos de la especie *i* y *N* es el total de individuos en la muestra. Al emplear 1- D, el resultado se desplaza de forma ascendente conforme se incrementa la diversidad, vinculando la magnitud del número con la riqueza y equidad del sistema (Magurran, 1988).

Índice de similitud de Jaccard

Los índices de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988); (Baev & Penev, 1995); (Pielou, 1975).

El intervalo de valores para estos índices va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

Con el propósito de visualizar el grado de similitud entre los transectos, se elaboró un diagrama o Análisis Clúster utilizando el índice de Jaccard (Sokal, 1963), cuya fórmula es:

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Dónde:

a: número de especies para la muestra 1;

b: número de especies para la muestra 2; y,

c: número de especies compartidas entre la muestra 1 y 2.

Mediante el uso de herramientas estadísticas y la base digital estructurada para el área de estudio, se aplicaron los índices de Diversidad de Shannon-Wiener, Índice de Similitud de Jaccard y la Curva de Acumulación de especies, para analizar la diversidad y similaridad entre los sitios de muestreo valorados durante la fase de campo.

Aspectos Ecológicos

- Gremio o nicho trófico

Tiene que ver con las costumbres alimenticias y las especializaciones para conseguir recursos. Los gremios alimenticios pueden ser: frugívoros, insectívoros, carnívoros, omnívoros, herbívoros, nectarívoros o hematófago. Se definieron estas categorías basadas en las observaciones de campo y bibliografía especializada (Emmons & Feer, 1999; Tirira, 2007).

- Hábito o patrón de actividad

Los mamíferos se clasificaron de acuerdo con su patrón de actividad en dos clases: nocturnos y diurnos. Algunos grupos de mamíferos tienen rangos más amplios, que son de hábitos diurnos y nocturnos, como los tapires (Tirira, 2017).

- Distribución vertical de las especies

Los mamíferos se clasificaron, de acuerdo con sus hábitos y locomoción dentro del bosque, en: arborícolas, terrestres, aéreos, y en algunos casos la característica puede ser combinada, pues algunos mamíferos son terrestres y arborícolas, semiacuáticos, etc. (Tirira, 2017).

- Sociabilidad

La sociabilidad depende si la especie animal es altamente interactiva o no con otros miembros de su misma especie, se clasifican en solitarios o gregarios (interacciones grupales) (Tirira, 2017).

- Especies indicadoras

Para el caso de mamíferos, la determinación de las especies indicadoras se realizó en base a la abundancia de especies presentes en el área de estudio, tomando en cuenta que un cambio en la abundancia es reflejo de cambios positivos o negativos hacia el ambiente y, por lo tanto, cambio en las poblaciones de mamíferos.

- Estado de conservación de las especies

El estado de conservación de las especies registradas de mamíferos se determinó utilizando el Libro Rojo de mamíferos del Ecuador (Tirira, 2021) y *The IUCN Red List of Threatened Species* (Versión 2025). También se consideró las categorías establecidas por *The Checklist of CITES Species Website* (UNEP-WCMC (Comps.) (CITES, 2025).

- Categorización bibliográfica de la abundancia relativa de mamíferos

Para evaluar la abundancia relativa se utilizaron las cinco categorías propuestas por Tirira (2017). Estas categorías tienen como objetivo dar una idea clara sobre la abundancia en la que puede ser encontrada una determinada especie de mamífero en una localidad dada. La asignación de cada especie dentro de una categoría se basa en datos publicados sobre tamaño poblacional, la experiencia de especialistas y los registros de la base de datos de la Red Noctilio (Tirira, 1995–2017).

Común: Especie muy abundante y fácil de encontrar (existe una muy alta probabilidad de verla o registrarla).

Frecuente: Especie encontrada periódicamente, aunque en bajas densidades (existe una alta probabilidad de verla o registrarla).

No común: Especie encontrada con poca frecuencia, aunque en la mayoría de los casos será posible ver o registrar al menos un individuo o grupo.

Rara: Especie muy difícil de encontrar y ausente en muchas localidades, o con menos de cinco registros en todo el país.

Desconocida: Cuando no existe información que permita conocer o especular la abundancia relativa de una especie.

- Especies sensibles

La determinación de la sensibilidad ecológica para el componente de mastofauna se evalúa en base a la información obtenida en el levantamiento de campo y con una ponderación multicriterio que contrasta variables clave: el estado de conservación en la UICN (2026) y en el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2021) , el estatus de protección legal (CITES), el endemismo o restricción biogeográfica, el nivel de rareza, distribución geográfica, función ecológica y requerimiento de hábitat, la presión antrópica por cacería o aprovechamiento, para estas últimas variables se revisará a Tirira, 2017. Con base en esto, las especies se clasifican en tres niveles de sensibilidad:

- Sensibilidad Alta: Define a aquellas especies de mamíferos que muestran una extrema vulnerabilidad intrínseca o legal. Incluye taxones endémicos, especies bajo categorías de amenaza crítica según los Libros Rojos del Ecuador y la UICN (En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable), especies reguladas en el Apéndice I de la CITES. Asimismo, integra a mamíferos con baja densidad poblacional en el área de estudio, alta especialización de nicho trófico o de hábitat (ej. dependencia estricta de coberturas boscosas continuas), especies con alta presión por tráfico de fauna silvestre y cacería.

- Sensibilidad Media: Agrupa a especies que evidencian una vulnerabilidad moderada ante perturbaciones o que cuentan con rangos de distribución locales o regionales estables. Se consideran en este nivel a los mamíferos catalogados como Casi Amenazados (NT) o con Datos Insuficientes (DD), y aquellos incluidos en el Apéndice II de la CITES. También abarca especies con poblaciones poco frecuentes en los muestreos, mamíferos de baja movilidad relativa, aquellos que requieren remanentes forestales estables para refugio o reproducción, o que registran un aprovechamiento comunitario moderado o estacional.

- Sensibilidad Baja: Comprende a especies de mastofauna generalistas y de amplia distribución geográfica, que demuestran una alta resiliencia y tolerancia frente a la fragmentación o degradación del hábitat. Estas especies poseen requerimientos ecológicos amplios, no se encuentran bajo categorías de amenaza o restricciones comerciales, y sus poblaciones locales son estables, manteniendo un bajo nivel de sensibilidad ante las actividades del proyecto.

- Uso del recurso

Se refiere a la acción antrópica que se les da a los mamíferos culturalmente por la gente que vive en las áreas aledañas a los puntos de muestreo, pues por cultura ancestral algunas especies de mamíferos pueden ser utilizados con algún fin, siendo este alimenticio, ritual o para venderlos como partes constitutivas o comercio de especímenes vivos. Para este análisis se toma en cuenta a las especies registradas cuantitativamente como cualitativamente, junto con la información que procede del asistente de campo, quien vive en las cercanías del área de influencia.

Sitios de Muestreo

Se llevó a cabo el muestreo en los tres sitios de estudio previamente establecidos, aplicando las técnicas descritas anteriormente. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas correspondientes a cada uno de los sitios muestreados para el estudio de mamíferos.

Tabla 8-2-33. Puntos y coordenadas de muestreo para mastofauna

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Tipo muestreo
		Ítem	x	y				
PFC-MA001-TO	21-22/06/2025 (2 días)	Inicio	585812	9519579	228	Rivera de quebrada con vegetación nativa, cultivos de maíz muy próximos a la quebrada	Transecto de observación	Cualitativo
		Fin	586488	9519163				
PFC-MA001 RdN	21-22-23/06/2025 (3 noches)	Inicio	586190	9519256	220		Redes de neblina	Cuantitativo
		Fin	586362	9519153				
PFC-MA001 TSh	21-22-23/06/2025 (3 noches)	Inicio	586214	9519201	219		Trampas Sherman	Cuantitativo
		Fin	586593	9519143				
PFC-MA001 TTwk	21-22-23/06/2025 (3 noches)	Inicio	586181	9519207	219		Trampas Tomahawk	Cuantitativo
		Fin	586507	9519132				
PFC-MA002-TO	24-25/06/2025 (2 días)	Inicio	587487	9520273	237	Rivera de quebrada con vegetación nativa, próximo a vegetación pionera o de sucesión secundaria	Transecto de observación	Cualitativo
		Fin	587617	9519411				
PFC-MA002 RdN	24-25-26/06/2025 (3 noches)	Inicio	587623	9519571	238		Redes de neblina	Cuantitativo
		Fin	587437	9519513				
PFC-MA002 TSh	24-25-26/06/2025 (3 noches)	Inicio	587617	9519666	220		Trampas Sherman	Cuantitativo
		Fin	587279	9519463				
PFC-MA002 TTwk	24-25-26/06/2025	Inicio	587619	9519684	220			

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Tipo muestreo
		Ítem	x	y				
	(3 noches)	Fin	587406	9519555			Trampas Tomahawk	Cuantitativo
PFC-MA003-TO	27-28/06/2025 (2 días)	Inicio	586489	9521807	234	Rivera de quebrada con vegetación nativa, cultivos de maíz muy próximos a la quebrada	Transecto de observación	Cualitativo
		Fin	587149	9521341				
PFC-MA003 RdN	27-28-29/06/2025 (3 noches)	Inicio	586498	9521816	234		Redes de neblina	Cuantitativo
		Fin	586688	9521706				
PFC-MA003 TSh	27-28-29/06/2025 (3 noches)	Inicio	586472	9521777	234		Trampas Sherman	Cuantitativo
		Fin	586785	9521543				
PFC-MA003 TTwk	27-28-29/06/2025 (3 noches)	Inicio	586485	9521722	220		Trampas Tomahawk	Cuantitativo
		Fin	586718	9521625				
Significado= PFC-MA: Proyecto fotovoltaíco la Ceiba – Mamíferos: TO: Transecto de observación; RdN: Redes de Neblina; TSh: Trampas Sherman; Ttwk: Trampas Tomahawk.								

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

A continuación, se detalla el esfuerzo de muestreo en cada sitio:

Tabla 8-2-34. Esfuerzo de muestreo para mastofauna

Código	Método	Hábito (horarios)	Extensión	Cantidad x horas x día	Total horas
PFC-MA001-TO	Transecto de observación	06h30- 10h30 / 18h00 - 22h00	1000 m	8 horas x 2 días	16 horas
PFC-MA001 RdN	Redes de neblina (8)	18h00- 22h00	200 m	4 horas x 3 noches	96 horas
PFC-MA001 TSh	Trampas Sherman (40)	16h00- 16h00	400 m	24 horas x 3 noches	2880 horas
PFC-MA001 TTwk	Trampas Tomahawk (10)	16h00- 16h00	250 m	24 horas x 3 noches	720 horas
PFC-MA002-TO	Transecto de observación	06h30- 10h30 / 18h00 - 22h00	1000 m	8 horas x 2 días	16 horas
PFC-MA002 RdN	Redes de neblina (8)	18h00- 22h00	200 m	4 horas x 3 noches	96 horas
PFC-MA002 TSh	Trampas Sherman (40)	16h00- 16h00	400 m	24 horas x 3 noches	2880 horas
PFC-MA002 TTwk	Trampas Tomahawk (10)	16h00- 16h00	250 m	24 horas x 3 noches	720 horas
PFC-MA003-TO	Transecto de observación	06h30- 10h30 / 18h00 - 22h00	1000 m	8 horas x 2 días	16 horas
PFC-MA003 RdN	Redes de neblina (8)	18h00- 22h00	200 m	4 horas x 3 noches	96 horas
PFC-MA003 TSh	Trampas Sherman (40)	16h00- 16h00	400 m	24 horas x 3 noches	2880 horas
PFC-MA003 TTwk	Trampas Tomahawk (10)	16h00- 16h00	250 m	24 horas x 3 noches	720 horas

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Resultados Generales

Riqueza de especies:

En el área de estudio se registró una riqueza acumulada de ocho especies de mamíferos. Este valor representa el 1,66 % de la riqueza de mastofauna registrada a nivel nacional (n=481), de acuerdo con la lista actualizada de especies de diciembre, Tirira et al. (2025).

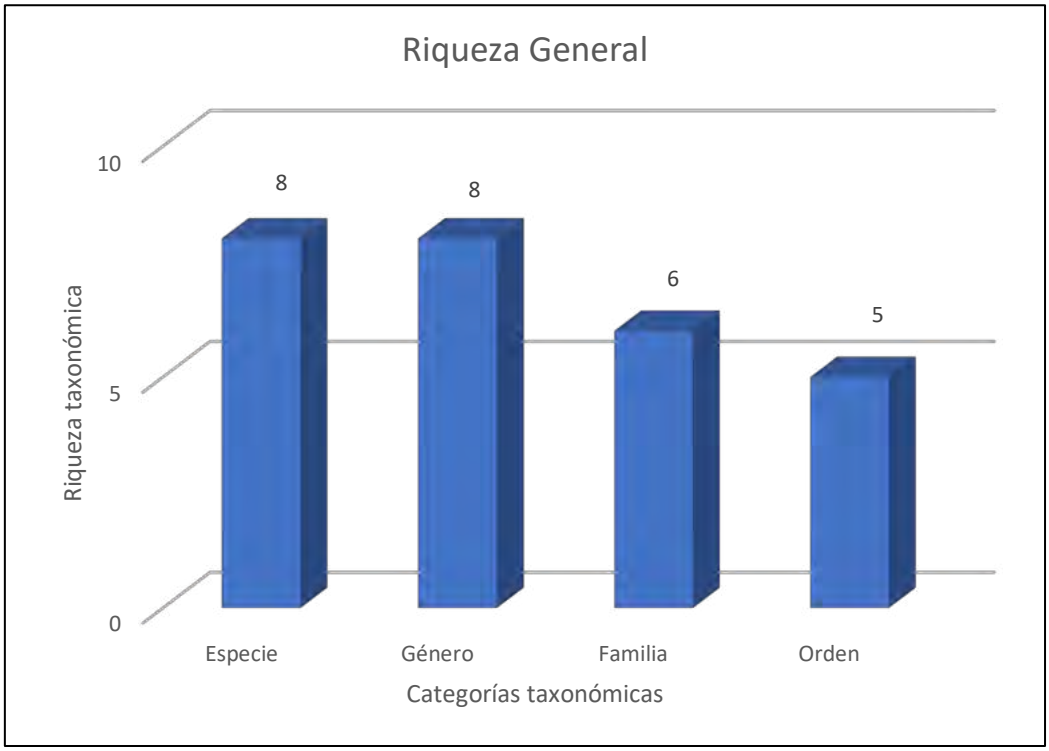
Composición taxonómica:

La composición faunística de la comunidad evaluada está representada por 8 especies, distribuida en 8 géneros, 6 familias y 5 órdenes taxonómicos.

A nivel de órdenes, Chiroptera (murciélagos) es el grupo taxonómico más diverso y representativo en el área con 3 especies, todas pertenecientes a la familia Phyllostomidae (*Lonchophylla hesperia, Artibeus fraterculus* y *Desmodus rotundus*). Le sigue en representatividad el orden Carnivora con 2 especies agrupadas en las familias Canidae (*Lycalopex sechurae*) y Mephitidae (*Conepatus semistriatus*). Los órdenes Didelphimorpha (familia Didelphidae: *Didelphis marsupialis*), Rodentia (familia Sciuridae: *Simosciurus nebouxii*) y Artiodactyla (familia Cervidae: *Odocoileus peruvianus*) registran una especie cada uno, aportando de manera equitativa al remanente de la estructura taxonómica local.

Los resultados generales presentados se basan en la aplicación de metodologías tanto cuantitativas como cualitativas previamente descritas.

Figura 8-2-25. Riqueza general del componente mastofauna.



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-35. Riqueza general del componente mastofauna

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Didelphimorpha	Didlephidae	*Didelphis marsupialis*	Zarigüeya común de orejas negras
Carnivora	Canidae	*Lycalopex sechurae*	Zorro de Sechura
Carnivora	Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo rayado
Rodentia	Sciuridae	*Simosciurus nebouxii*	Ardilla de nuca blanca
Chiroptera	Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	Murciélago nectarívoro de Occidente
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	Murciélago frutero fraternal
Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago vampiro común
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus peruvianus*	Ciervo de cola blanca

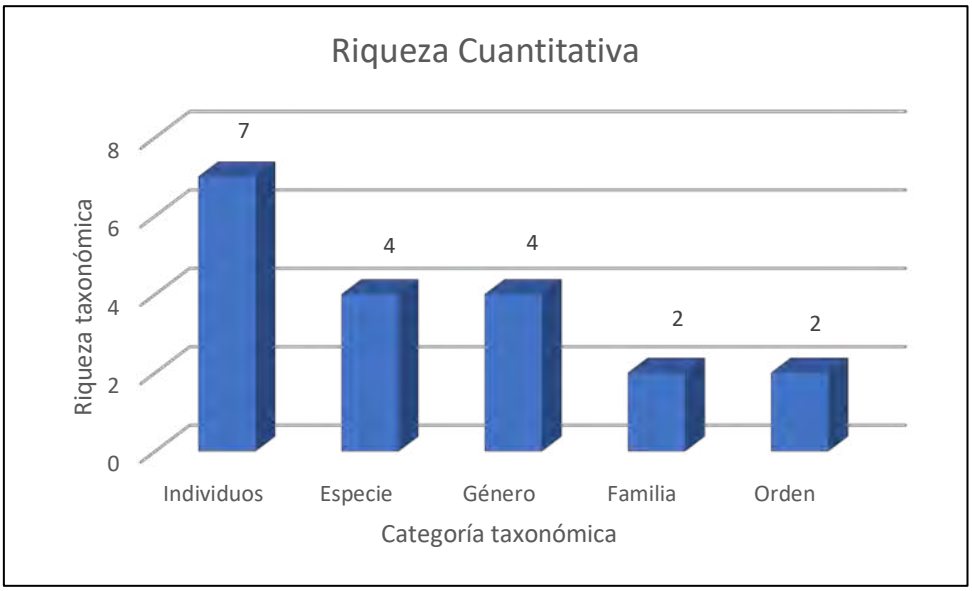
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Resultados Cuantitativos

- *Riqueza General Cuantitativo*

Durante el levantamiento de información cuantitativa se registraron un total de 7 individuos pertenecientes a 4 especies. Entre ellos se encuentra un ejemplar de ***Lycalopex sechurae***, capturado mediante una trampa tipo Tomahawk. Adicionalmente, se registraron tres especies de murciélagos: ***Lonchophylla hesperia y Artibeus fraterculus***, con un individuo cada una, y ***Desmodus rotundus***, con cuatro individuos capturados.

Figura 8-2-26. Riqueza cuantitativa del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Riqueza por punto de muestreo

Debido a la baja abundancia y al reducido número de registros obtenidos en campo, los datos de riqueza y composición taxonómica de todas las estaciones de muestreo se consolidaron en una sola tabla general para facilitar su visualización y análisis.

La estación de muestreo PFC-MA001 registró una riqueza de cuatro especies, distribuidas en dos familias taxonómicas, acumulando una abundancia total de cuatro individuos. A nivel de composición, la familia Phyllostomidae aportó tres de las cuatro especies identificadas (*Artibeus fraterculus, Desmodus rotundus y Lonchophylla hesperia*), mientras que la familia Canidae estuvo representada por una única especie (*Lycalopex sechurae*).

Las estaciones PFC-MA002 y PFC-MA003 presentan solamente una especie correspondiente a *Desmodus rotundus* perteneciente a la familia Phyllostomidae con 2 y 1 individuo respectivamente.

Tabla 8-2-36. Riqueza por punto de muestreo del componente mastofauna

Familia	Especie	PFC-MA001	PFC-MA002	PFC-MA003
Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	1	-	-
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	1	2	1
Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	1	-	-
Canidae	*Lycalopex sechurae*	1	-	-
TOTAL		4	2	1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- *Abundancia Absoluta y Relativa por punto de muestreo*

Abundancia Absoluta y Relativa en PFC-MA001

La estación PFC-MA001 registró una abundancia absoluta total de cuatro individuos distribuidos equitativamente entre las cuatro especies identificadas. En consecuencia, la abundancia relativa por especie se sitúa de manera homogénea en un valor de 0,25, lo que representa exactamente el 25% del total capturado en este punto para cada una de las especies (*Artibeus fraterculus, Desmodus rotundus, Lonchophylla hesperia y Lycalopex sechurae*). Cada especie tiene el mismo porcentaje, matemáticamente ninguna domina sobre las demás en este punto de muestreo.

Tabla 8-2-37. Abundancia absoluta y relativa del punto PFC-MA001 del componente mastofauna

Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Abundancia Relativa %
Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	1	0,25	25 %
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	1	0,25	25 %
Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	1	0,25	25 %

Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Abundancia Relativa %
Canidae	*Lycalopex sechurae*	1	0,25	25 %
TOTAL		4	1	100 %

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta y Relativa en PFC-MA002 y PFC-MA003

En las estaciones PFC-MA002 y PFC-MA003 no se puede calcular la abundancia relativa porque solo se registró una especie en cada punto de muestreo anteriormente señalado, lo que equivale al 100% de la captura. Aunque sabemos el número total de animales registrados (abundancia absoluta), al tener muy baja capturas de especies y abundancia en los puntos de muestreo, no es recomendable los analizar estadísticos, la comparación de riqueza, domina sobre otra, para evitar sesgos en el análisis sobre subestimasión o sobrestimación. En este contexto para estimar el área se unifica los datos del área de los tres puntos de muestreo donde se desarrolla acontinuación.

- *Abundancia Absoluta y Relativa General*

Se realizó un análisis general de abundancia absoluta y relativa con el fin de tener mayor claridad sobre la zona de estudio. Esto se hizo debido a que las abundancias registradas en cada sitio fueron muy bajas, por lo que unificar todos los datos permite identificar claramente qué especie es la que domina en toda el área del proyecto.

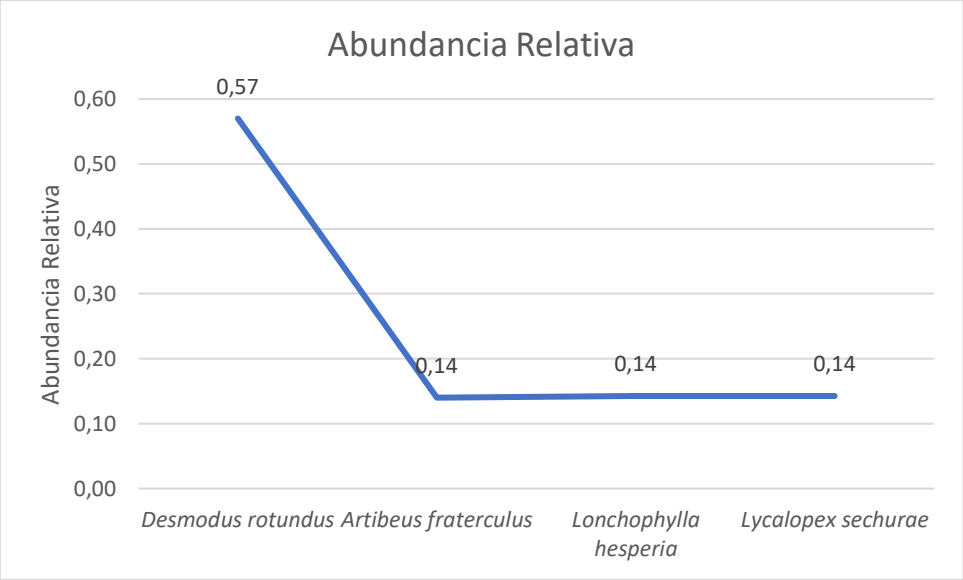
A continuación, se detalla la abundancia absoluta y abundancia relativa de cada especie, se evidencia una marcada dominancia de una sola especie dentro del ensamblaje de mastofauna registrado. *Desmodus rotundus* presenta el mayor valor con un AR= 0,57, lo que indica que fue la especie más dominante durante el muestreo. En contraste, *Artibeus fraterculus*, *Lonchophylla hesperia* y *Lycalopex sechurae* presentan valores iguales de abundancia relativa (0,14 cada una). En conjunto, estos resultados reflejan una comunidad con baja equidad y dominancia marcada.

Tabla 8-2-38. Riqueza y abundancia general del componente mastofauna

Familia	Especie	PFC-MA001	PFC-MA002	PFC-MA003	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (AR)	Abundancia Relativa %
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	1	2	1	4	0,57	57 %
Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	1	-	-	1	0,14	14 %
Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	1	-	-	1	0,14	14 %
Canidae	*Lycalopex sechurae*	1	-	-	1	0,14	14 %
TOTAL		4	2	1	7	1	100 %

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Figura 8-2-27. Abundancia relativa del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

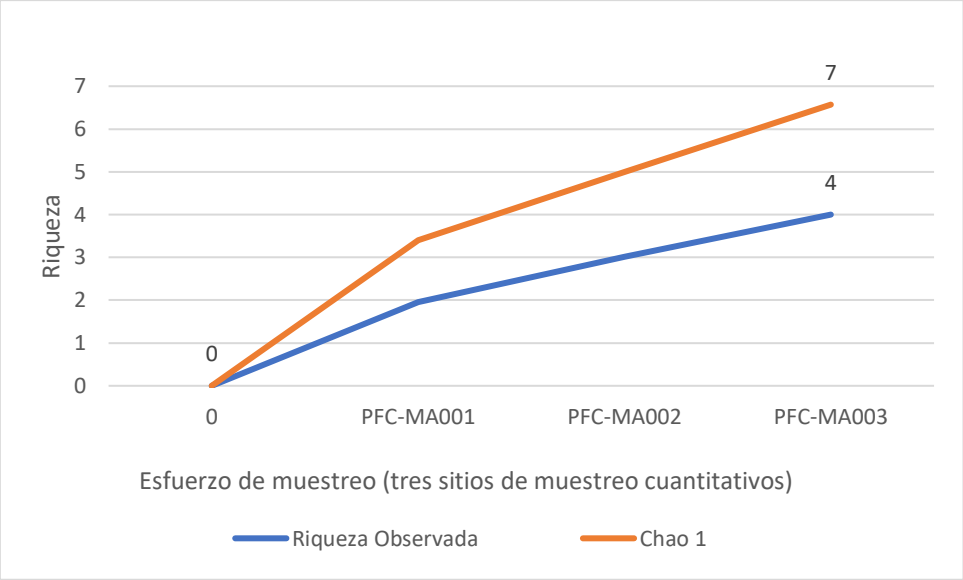
- *Curva de acumulación de especies y Chao 1*

La curva de acumulación de especies muestra una tendencia creciente sin alcanzar una asíntota, lo que indica que el esfuerzo de muestreo no fue suficiente para registrar la totalidad de especies presentes en el área de estudio. La riqueza observada fue de 4 especies, mientras que el estimador Chao 1 proyecta una riqueza estimada aproximada de 7 especies, evidenciando la posible presencia de especies no detectadas durante el muestreo, el área muestreada se cubrió un 57,14 % con el esfuerzo de muestreo aplicado.

Esta diferencia se asocia a la presencia de especies con baja frecuencia de registro, ya que la mayoría de las especies fueron registradas una sola vez. Este patrón sugiere una comunidad caracterizada por la dominancia de pocas especies y la presencia de varias especies raras.

No obstante, es importante considerar que el estimador Chao 1 es altamente sensible a la presencia de especies raras (singletons), por lo que en escenarios con bajo número de registros puede sobreestimar la riqueza real. En este sentido, los valores obtenidos deben interpretarse con cautela y en conjunto con el esfuerzo de muestreo aplicado.

Figura 8-2-28. Curva de acumulación de especies y Chao 1 del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- *Diversidad alfa*

Shannon_H y Simpson_1-D

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')

Este índice estima que el punto PFC-MA001 registró ser el más diverso de mamíferos, con un valor de 1,386 nats/individuo, este valor evidencia una comunidad con alta riqueza y una distribución uniforme de los individuos de las especies registradas.

Por otro lado, en los sitios PFC-MA002 y PFC-MA003 el cálculo de este índice matemático arrojó valores indexados a (0), este resultado se debe a las limitaciones del tamaño muestreal que se desarrollara en discusiones.

Índice de Dominancia de Simpson (1-D)

Este índice alcanzo su valor máximo de 1,00 en PFC-MA001, indicando una comunidad equitativa y sin ninguna especie dominante.

Por otro lado, PFC-MA002 y PFC-MA003, el valor del índice matemático arrojó valores indexados a (0). Al igual que otros estimadores de diversidad es altamente sensible al tamaño de la muestra, y en este levantamiento de información se obtuvo abundancias extremadamente bajas.

Análisis general

Al consolidar los datos de las tres estaciones de muestreo para evaluar el área general, se registró una riqueza real de 4 especies y una abundancia absoluta de 7 individuos, logrando unificar los registros para obtener un panorama global del entorno. El índice de Shannon general se situó en 1,352 nats/individuo, lo que refleja una diversidad moderada para este ensamble de mamíferos. Por su parte, el índice de Simpson global alcanzó un valor de 0,735, lo cual indica que la comunidad general se mantiene equitativa y con una dominancia baja; esto significa que ninguna

especie sobresale de forma masiva sobre las demás y que la mastofauna se distribuye de manera uniforme en el paisaje, consolidando una línea base sólida para el proyecto.

Tabla 8-2-39. Diversidad alfa del componente mastofauna

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon_H nats/individuo	Simpson_1-D
PFC-MA001	4	4	1,386 (nats/individuo)	1,00
PFC-MA002	1	2	0*	0*
PFC-MA003	1	1	0*	0*
Área total (PFC-MA001, PFC-MA002 y PFC-MA003)	4	7	1,352 (nats/individuo)	0,735

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Nota: Los valores de cero (0*) obtenidos para los índices de Shannon-Wiener y Simpson en los puntos PFC-MA002 y PFC-MA003 son un resultado algorítmico del software estadístico ante una riqueza igual a uno (S = 1). Ecológicamente, estos valores no representan una dominancia absoluta real ni una ausencia de biodiversidad en el ecosistema, sino que reflejan una limitación matemática provocada por el reducido tamaño de la muestra.

Monitorear los cambios en el número de especies de mamíferos, su diversidad y qué tan abundantes son las especies dominantes sirve como una herramienta clave para evaluar los impactos del proyecto. Si el número de especies de mamíferos sube o baja drásticamente, o si cambian los porcentajes de las especies típicas de la zona, esto indicaría alteraciones en el hábitat, pérdida de alimento o perturbaciones causadas por las actividades humanas. Por lo tanto, hacer un seguimiento periódico de estos animales permite ver cómo evoluciona su comunidad en el tiempo y comprobar si las medidas del plan de manejo ambiental realmente están funcionando.

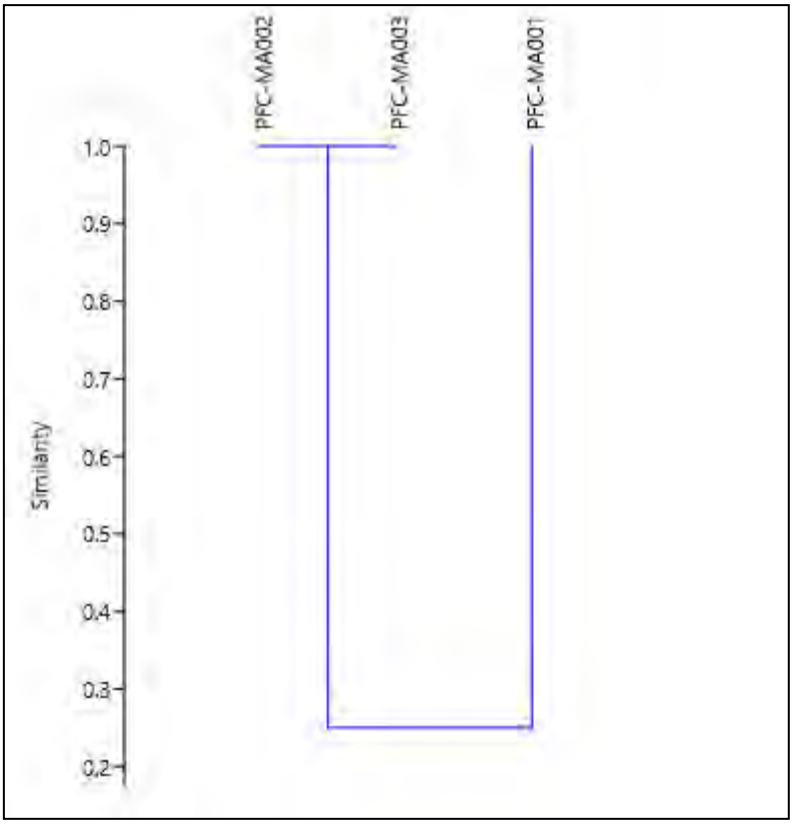
- *Diversidad beta*

Índice de similitud de Jaccard

El análisis de similitud basado en el índice de Jaccard evidenció una mayor similitud entre los puntos PFC-MA002 y PFC-MA003, debido a que ambos registraron la presencia de Desmodus rotundus como única especie compartida, alcanzando valores cercanos a 1. No obstante, es importante señalar que el reducido número de registros de especies limita la robustez de este análisis, por lo que los resultados deben interpretarse como una estimación de la similitud entre los sitios. En contraste, el punto PFC-MA001 presentó una menor similitud respecto a los demás puntos de muestreo, al registrar un mayor número de especies, compartiendo únicamente una de ellas con los otros sitios evaluados.

Este patrón sugiere una baja similitud en la composición de especies entre los sitios evaluados, con una mayor riqueza concentrada en un solo punto de muestreo. No obstante, es importante considerar que estos resultados pueden estar influenciados por el bajo número de registros y la presencia de especies con ocurrencias únicas, lo que puede limitar la representatividad del análisis y generar una simplificación de las relaciones de similitud entre sitios.

Figura 8-2-29. Índice de similaridad de Jaccard del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

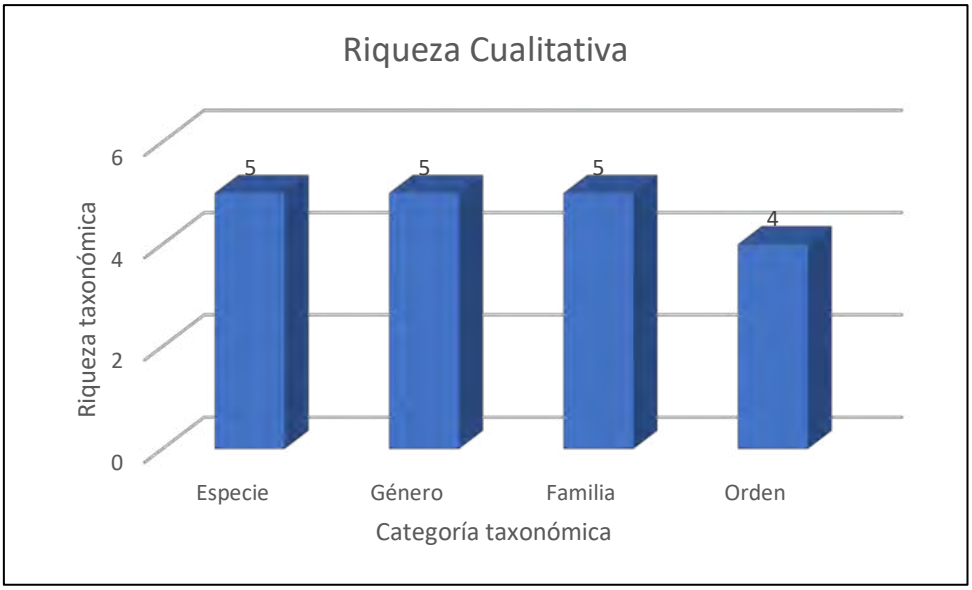
- Resultados Cualitativos

Riqueza

El levantamiento de información cualitativa, basado en recorridos de observación, registro de rastros (huellas y madrigueras) y entrevistas con los pobladores locales permitió identificar un total de 5 especies de mamíferos, pertenecientes a 5 géneros, distribuidas en 4 órdenes y 5 familias taxonómicas

A nivel taxonómico, el orden Carnivora fue el más representativo con dos familias y dos especies registradas: el zorro de Sechura (*Lycalopex sechurae*, Canidae) y el zorrillo rayado (*Conepatus semistriatus*, Mephitidae). Los órdenes Didelphimorphia (zarigüeya común, Didelphidae), Rodentia (ardilla de nuca blanca, Sciuridae) y Artiodactyla (ciervo de cola blanca, Cervidae) estuvieron representados por una única especie cada uno.

Figura 8-2-30. Riqueza cualitativa del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-40. Riqueza cualitativa del componente mastofauna

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Didelphimorpha	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Zarigüeya común de orejas negras
Carnivora	Canidae	*Lycalopex sechurae*	Zorro de Sechura
Carnivora	Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo rayado
Rodentia	Sciuridae	*Simosciurus nebouxii*	Ardilla de nuca blanca
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus peruvianus*	Ciervo de cola blanca

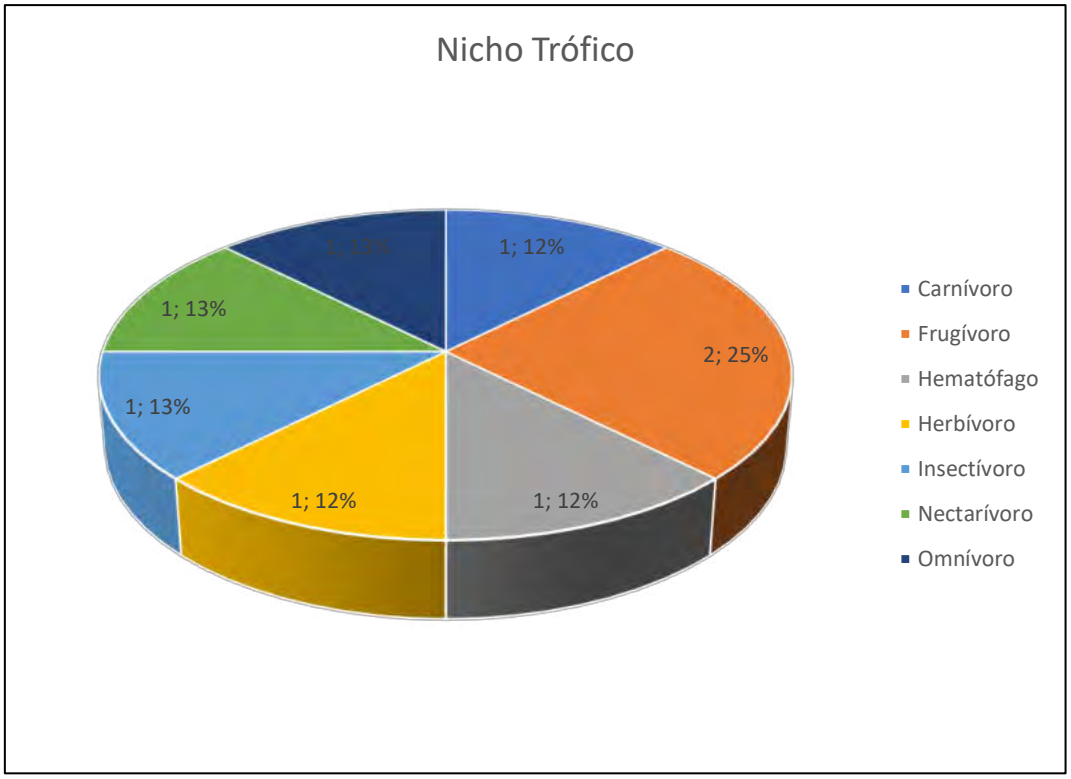
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Aspectos Ecológicos

- *Gremio o nicho trófico*

Dentro de las 8 especies registradas en total, se evaluaron siete gremios tróficos. Los gremios alimenticios más representativos fueron los frugívoros con 25 % (2 spp.); los gremios restantes, como insectívoros, carnívoros, hematófagos, omnívoros y nectarívoros, estuvieron representados por una especie cada uno, lo que indica una oferta variada de nichos ecológicos y la presencia de interacciones tróficas complejas que sustentan a la mastofauna local. Esta diversidad de estrategias alimenticias resalta la importancia del área como hábitat funcionalmente heterogéneo, a pesar de los niveles de intervención humana observados.

Figura 8-2-31. Nicho trófico de las especies registradas del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-41. Nicho trófico de las especies del componente mastofauna

Familia	Especie	Gremio alimenticio
Didlephidae	*Didelphis marsupialis*	Omnívoro
Canidae	*Lycalopex sechurae*	Carnívoro
Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Insectívoro
Sciuridae	*Simosciurus nebouxii*	Frugívoro
Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	Nectarívoro
Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	Frugívoro
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Hematófago
Cervidae	*Odocoileus peruvianus*	Herbívoro

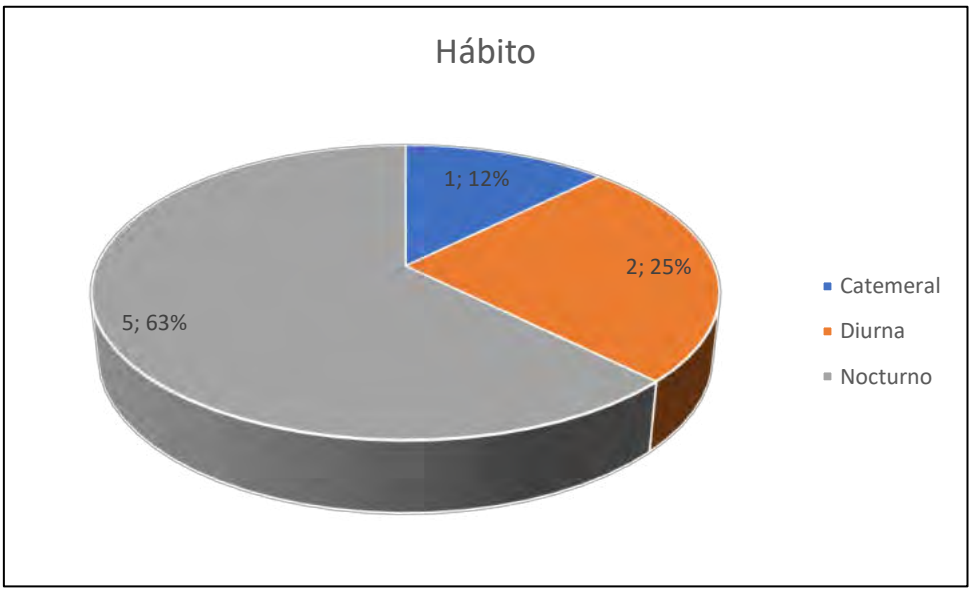
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- *Hábito o patrón de actividad*

Las especies con hábito nocturno fueron las mejor representadas correspondientes al 63 % (5 spp.) de los registros, esto se debe principalmente a una estrategia de evasión a la presencia humana o depredadores naturales, se registró 1 especie con hábito catemeral, es decir tienen

hábitos diurnos y nocturnos, correspondiente al 12 %, por otro lado, las especies con hábitos diurnos fueron 2, correspondientes al 25 %.

Figura 8-2-32. Hábito de las especies registradas del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-42. Hábito de las especies del componente mastofauna

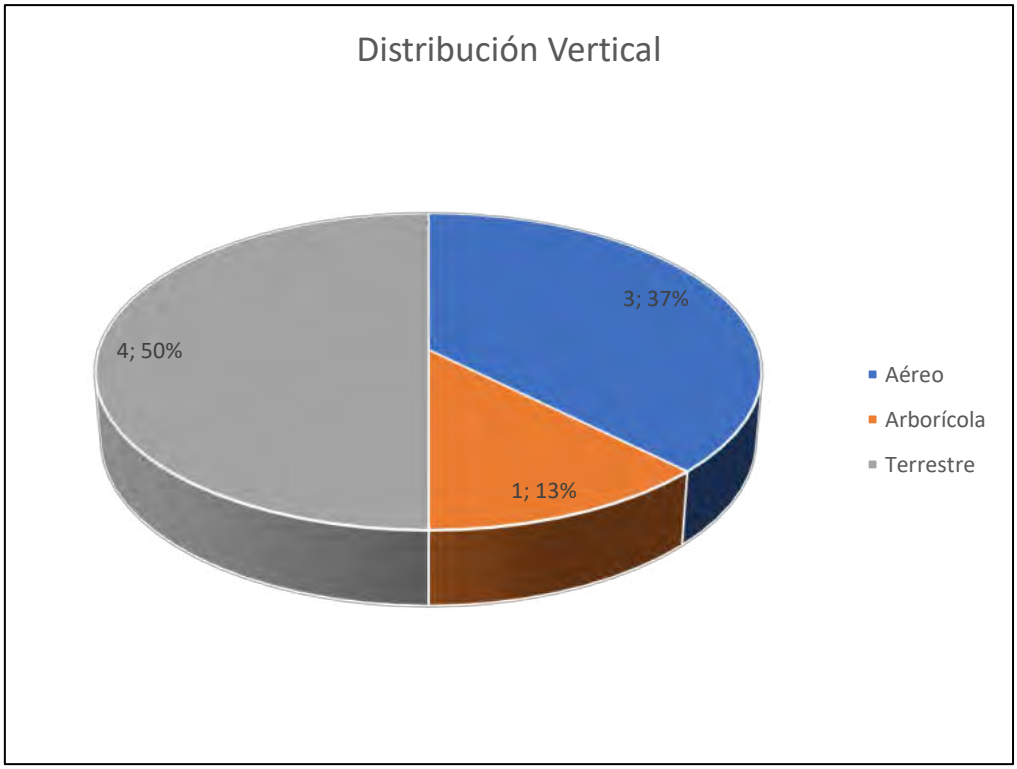
Familia	Especie	Habito
Didlephidae	*Didelphis marsupialis*	Nocturno
Canidae	*Lycalopex sechurae*	Diurna
Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Nocturno
Sciuridae	*Simosciurus nebouxii*	Diurna
Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	Nocturno
Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	Nocturno
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Nocturno
Cervidae	*Odocoileus peruvianus*	Catemeral

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- *Distribución vertical*

En cuanto a la distribución vertical, la mayoría de los registros pertenecen al estrato terrestre, representando a 4 especies que constituyen el 50 %, seguido del estrato aéreo con tres especies correspondiente al 37 % y por último el estrato arborícola representada por una especie que corresponde al 13 %.

Figura 8-2-33.Distribución vertical de las especies registradas del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-43. Distribución vertical de las especies del componente mastofauna

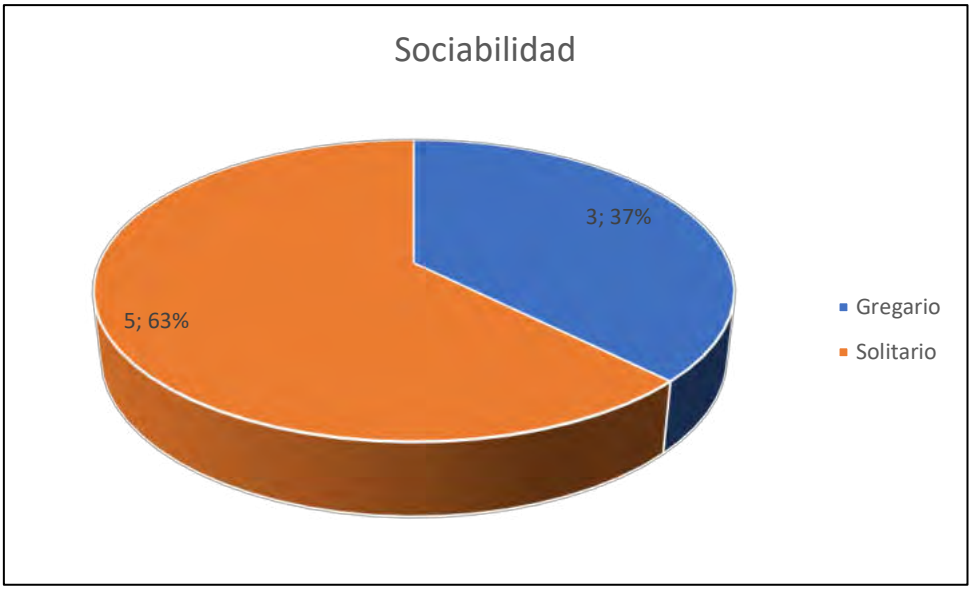
Familia	Especie	Distribución vertical
Didlephidae	*Didelphis marsupialis*	Terrestre
Canidae	*Lycalopex sechurae*	Terrestre
Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Terrestre
Sciuridae	*Simosciurus nebouxii*	Arborícola
Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	Aéreo
Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	Aéreo
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Aéreo
Cervidae	*Odocoileus peruvianus*	Terrestre

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- *Sociabilidad*

De acuerdo con la sociabilidad de las especies el 63% (5 spp.) son solitarias y el 37 % (3 spp.) son gregarios, es decir, desarrollan sus actividades cotidianas en grupo.

Figura 8-2-34. Sociabilidad de las especies registradas del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-44. Sociabilidad de las especies del componente mastofauna

Familia	Especie	Sociabilidad
Didlephidae	*Didelphis marsupialis*	Solitario
Canidae	*Lycalopex sechurae*	Solitario
Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Solitario
Sciuridae	*Simosciurus nebouxii*	Solitario
Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	Gregario
Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	Gregario
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Gregario
Cervidae	*Odocoileus peruvianus*	Solitario

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- ***Especies indicadoras***

La especie ***Dildephis marsupialis*** ha demostrado ser altamente resiliente a los disturbios ambientales. Esta notable resistencia, junto con su capacidad para sobrevivir en condiciones de degradación de hábitat y en procesos de homogeneización biótica, posiciona a estas especies como potenciales indicadores de dichas condiciones adversas (Tirira, 2017).

De manera complementaria la especie ***Lycalopex sechurae*** es considera sensible a la degradación del hábitat, también es perseguido o envenenado por atacar a animales de corral e incluso su cola considerada como amuleto, estas prácticas han causado la vulnerabilidad de sus poblaciones a la extinción (Tirira, 2017). Su sensibilidad a la degradación de hábitat lo posiciona como bioindicador

relevante del estado ecológico de los ecosistemas. Al ocupar niveles tróficos superiores y requerir ambientes con recursos de elevada calidad, así como grandes extensiones de territorio, indica la persistencia de conectividad ecológica en una zona con creciente actividad antrópica, pese a que se lo puede encontrar en zonas con intervención humana moderada puede llegar a desaparecer si no se permite el flujo de la especie entre parches de vegetación, sus poblaciones pueden evidenciar modificaciones sustanciales en las condiciones del hábitat y en la disponibilidad de recursos esenciales (Burga et. al., 2024). En este sentido, el seguimiento sistemático de las poblaciones de especies de este orden resulta fundamental para informar y dirigir con mayor precisión las estrategias de conservación y manejo ecosistémico a largo plazo.

La especie ***Lonchophylla hesperia*** se encuentra en diversos hábitats, incluyendo bosques primarios y secundarios, así como en zonas agrícolas con cultivos de maíz y pastizales que conservan pequeñas parcelas de bosque natural. Su presencia está asociada a entornos moderadamente intervenidos, lo que sugiere cierto grado de conservación del hábitat (Romero, 2021). Sin embargo, al tratarse de una especie poco común y de difícil detección, su registro resalta la importancia ecológica del área y la necesidad de implementar planes de manejo adecuados para prevenir la disminución de sus poblaciones y garantizar la conservación de su hábitat.

En consecuencia, el muestreo realizado indica que la zona presenta un paisaje ecológico mixto, con zonas que aún conservan características naturales importantes con cierta funcionalidad ecológica, pero también refleja procesos de transformación de hábitat donde es necesario implementar acciones de conservación para evitar desplazamiento o perdida local de mastofauna, resulta esencial efectuar estrategias de conservación.

- *Estado de conservación de las especies*

De acuerdo con la última actualización de la lista roja de la UICN, se reportaron cuatro especies clasificadas en la categoría de Preocupación Menor (LC), dos especies catalogadas como Casi Amenazada (NT) correspondientes a ***Lycalopex sechurae*** *y* ***Lonchophylla hesperia***, lo que refleja la alta susceptibilidad ante la pérdida de hábitat y otros factores antrópicos, por último las especies ***Odocoileus peruvianus*** y ***Simosciurus nebouxii*** no se encuentran dentro de ninguna categoría de la UICN, ya que, las poblaciones presentes en Ecuador no han sido lo suficientemente estudiadas para dar una categoría de amenaza.

Según la Lista de Mamíferos del Ecuador (2021), de las 8 especies reportadas en este estudio, 5 especies se encuentran en la categoría Preocupación Menor (LC), tres especies se encuentran en la categoría En Peligro (EN) correspondiente a ***Lycalopex sechurae, Odocoileus peruvianus y Lonchophylla hesperia***, las principales amenazas de estas especies son la fragmentación y degradación de hábitats, la tala, quema, expansión de la frontera agrícola.

Ninguna de las especies registradas se encuentra dentro de los apéndices del CITES.

Tabla 8-2-45. Estado de conservación de las especies del componente mastofauna

Familia	Especie	UICN	Libro Rojo Ecuador	Endemismos
Didlephidae	*Didelphis marsupialis*	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)	No
Canidae	*Lycalopex sechurae*	Casi Amenazada (NT)	En Peligro (EN)	No
Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)	No
Sciuridae	*Simosciurus nebouxii*	-	Preocupación Menor (LC)	No
Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	Casi Amenazada (NT)	En Peligro (EN)	No
Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)	No
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)	No
Cervidae	*Odocoileus peruvianus*	-	En Peligro (EN)	No

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- ***Categorización bibliográfica de la abundancia relativa de mamíferos***

Al contrastar el listado de mamíferos registrados con las categorías de abundancia de Tirira (2017), se observa que la mayor parte del ensamble corresponde a especies con altas probabilidades de registro en el país.

Las especies *Didelphis marsupialis, Artibeus fraterculus* y *Desmodus rotundus* están catalogadas como Comunes, lo que significa que son abundantes y fáciles de encontrar. Por su parte, el venado de cola blanca (*Odocoileus peruvianus*) se clasifica como Frecuente, indicando que se encuentra periódicamente en densidades bajas.

Especies como el zorro de Sechura (*Lycalopex sechurae*), el zorrillo (*Conepatus semistriatus*) y la ardilla (*Simosciurus nebouxii*) se ubican en rangos intermedios (de no común a frecuente y común), reflejando una presencia esperada y estable para esta región.

Finalmente, destaca la presencia del murciélago nectarívoro del desierto (*Lonchophylla hesperia*), clasificado bajo la categoría de Rara y poco conocida. Esto significa que es una especie muy difícil de registrar, ausente en muchas localidades del país y con una distribución restringida, lo que eleva el valor de conservación del área de estudio al haber detectado su presencia.

Tabla 8-2-46. Categorización bibliográfica de la abundancia relativa de mamíferos de las especies del componente mastofauna

Familia	Especie	Categorización bibliográfica
Didlephidae	*Didelphis marsupialis*	Común
Canidae	*Lycalopex sechurae*	De no común a frecuente
Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	De frecuente a común
Sciuridae	*Simosciurus nebouxii*	De común a frecuente

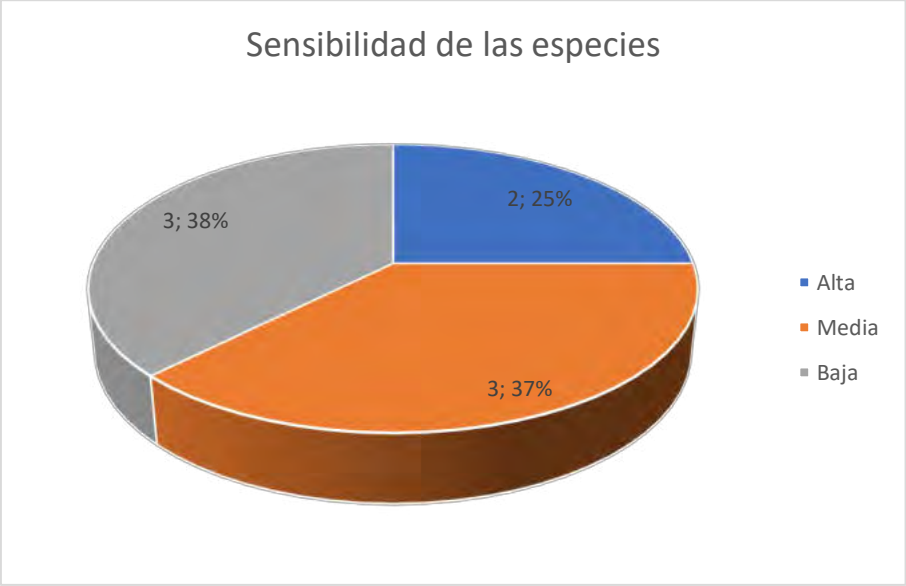
Familia	Especie	Categorización bibliográfica
Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	Rara y poco conocida
Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	Común
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Común
Cervidae	*Odocoileus peruvianus*	Frecuente

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- *Especies sensibles*

El análisis de sensibilidad determinó que el 25 % de las especies (dos en total) presentan una sensibilidad "Alta": *Lycalopex sechurae y Lonchophylla hesperia*, estas especies se encuentran en esta clasificación por su estado de conservación crítico en el Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador y a fuertes presiones antrópicas como la cacería para la obtención de amuletos en el caso de *Lycalopex sechurae,* cabe precisar que *Lonchophylla hesperia* posee una distribución restringida hacia las estribaciones suroccidentales y es considerada una especie rara (Tirira, 2017), un factor geográfico determinante que justifica e intensifica su inclusión dentro de la categoría de sensibilidad "Alta". Por otro lado, *Simosciurus nebouxii, Conepatus semistriatus y Odocoileus peruvianus* exhibe una sensibilidad "Media" (37 %); aunque su estado de conservación no es de riesgo, la especie enfrenta amenazas antrópicas y avistamientos frecuentes (Tirira, 2017). Finalmente, el 38 % restante de las especies analizadas (*Didelphis marsupialis, Artibeus fraterculus y Desmodus rotundus*) se categorizan con sensibilidad "Baja"; corresponden a poblaciones comunes, altamente adaptables a las perturbaciones humanas y sin figuras de conservación restrictivas.

Figura 8-2-35. Sensibilidad de las especies registradas del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-47. Sensibilidad de las especies registradas del componente mastofauna

Familia	Especie	Sensibilidad
Didlephidae	*Didelphis marsupialis*	Baja
Canidae	*Lycalopex sechurae*	Alta
Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Media
Sciuridae	*Simosciurus nebouxii*	Media
Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	Alta
Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	Baja
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Baja
Cervidae	*Odocoileus peruvianus*	Media

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- *Uso del recurso*

En el presente estudio se registraron tres especies, mediante entrevista, de mamíferos que son tradicionalmente aprovechados por las comunidades locales como fuente de alimento y por creencia popular de ritual "amuleto de la suerte", las especies son: ***Didelphis marsupialis,*** ***Odocoileus peruvianus*** *y* ***Lycalopex sechurae***

La caza de estos animales responde tanto a fines de autoconsumo como a su comercialización o intercambio a nivel comunitario. Esta práctica, estrechamente vinculada a la cultura y economía local, contribuye a la seguridad alimentaria de las comunidades, aunque también representa desafíos para la conservación de la fauna silvestre y la sostenibilidad de los ecosistemas.

- *Piso Zoogeográfico*

El análisis de las especies registradas en función del piso zoogeográfico se realizó mediante la revisión de la distribución altitudinal y ecológica reportada en literatura especializada para mamíferos del Ecuador. Para ello, se contrastaron los registros obtenidos en campo con la información disponible sobre rangos de distribución, hábitat y afinidad ecológica de cada especie, con el fin de determinar su correspondencia con el ecosistema de bosque seco tropical del área de estudio.

La provincia de Loja es parte del piso zoogeográfico tropical suroccidental (bosque seco), en este piso se ha registrado 137 especies, equivalente al 28,5 % del total de mamíferos registrados en Ecuador, es este piso se encuentran 8 especies endémicas equivalentes al 11,6 % según (Tirira et. al., 2025). Según esta información en la zona de estudio se reportó el 5,83 % de la mastofauna de la zona.

El análisis de mastofauna registrada en el área de estudio indica que las especies identificadas corresponden al piso zoogeográfico del bosque seco tropical de la región tumbesina, característico del sur del Ecuador. Las especies registradas presentas distribuciones acordes con este tipo de ecosistema, siendo representativas de ambientes secos y de baja altitud.

Especies como *Lycalopex sechurae* y *Lonchophylla hesperia* están estrechamente asociadas a este tipo de hábitat, mientras que otras como *Desmodus rotundus* presentan una distribución más amplia pero compatible con las condiciones del área. En este sentido, no se evidencian registros fuera de su rango ecológico esperado, lo que respalda la consistencia de los resultados obtenidos.

Discusión

La riqueza de mamíferos registrada (1,66% de la mastofauna nacional) refleja una comunidad adaptada a un paisaje fragmentado, algunas de las especies son propias y representativas de los remanentes de bosque seco, caracterizado por una marcada estacionalidad y otras especies registradas son más generalistas, sometidas a constante presión antrópica, pero con alta plasticidad ecológica. La composición registrada incluye especies de distintos nichos y grados de sensibilidad ecológica, lo que permite una interpretación integral del estado del ecosistema, que se irá desarrollando en este apartado.

Los análisis de diversidad alfa solo arrojaron resultados calculables para el sitio PFC-MA001, debido a que fue el único punto con la riqueza y abundancia de datos mínima requerida para el análisis. Sin embargo, estos valores deben interpretarse con cautela; más que reflejar la realidad biológica del ecosistema, muestran las limitaciones del muestreo (como el esfuerzo aplicado, la experticia en campo, el clima características propias del sector, entre otros), lo que forzó una homogeneidad artificial en los datos.

Por su parte, en las estaciones PFC-MA002 y PFC-MA003 únicamente se registró una especie, con uno y dos individuos, respectivamente. Esta baja representatividad puede atribuirse al reducido tamaño de la muestra y a las condiciones de muestreo durante el periodo de luna llena. El muestreo se realizó entre el 21 y el 29 de junio de 2025, coincidiendo con la fase de luna llena (22 al 27 de junio), periodo en el que las redes de neblina permanecieron activas. El incremento de la luminosidad ambiental durante esta fase lunar puede disminuir la eficiencia de captura de murciélagos, ya que estos tienen mayor capacidad para detectar y evitar las redes, generando un menor número de registros. En consecuencia, la información obtenida en estas estaciones no es representativa de la comunidad de mamíferos presente ni permite evaluar de manera confiable la influencia de variables ambientales o temporales sobre su composición. Por tanto, desde el punto de vista técnico, no es procedente calcular ni interpretar índices de diversidad para estos puntos de muestreo, debiendo considerarse los resultados únicamente como registros puntuales de presencia.

Al correlacionar el índice de Simpson con la abundancia relativa en el punto PFC-MA001, se obtiene el valor máximo de 1,00 ya que todas las especies registradas presentan exactamente el mismo número de individuos. Esto muestra una comunidad matemáticamente equitativa donde ninguna especie sobresale como dominante, lo que nuevamente se indica que se debe interpretar con cautela, ya que son resultados matemáticos, más no una realidad ecosistémica del sitio.

Esta comparación no se pudo realizar de forma individual en las estaciones PFC-MA002 y PFC-MA003 por el reducido tamaño muestreal.

Por esta razón, se procedió a realizar un análisis general de abundancia sumando todos los registros del proyecto, lo que permite observar qué especie domina realmente a escala general en toda el área de estudio, esto nos ayuda a obtener datos sobre especies bioindicadoras y poder realizar un seguimiento constante de los mamíferos (su riqueza, diversidad y abundancia); este análisis es fundamental para medir los efectos reales de la obra en el ecosistema. Cualquier cambio brusco en estos indicadores alertará a tiempo sobre problemas como el daño al hábitat,

la pérdida de alimento o las perturbaciones causadas por las actividades del proyecto. Por esta razón, contar con esta línea base es clave para vigilar cómo evoluciona la mastofauna a lo largo del tiempo y comprobar si las medidas del Plan de Manejo Ambiental (PMA) realmente están dando resultados

En el análisis de la abundancia relativa general se obtuvo que la dominancia de *D. rotundus*, en particular, es un indicador biológico de la fuerte perturbación antrópica, actividad ganadera (chivos) en Zapotillo, ya que esta especie aprovecha la disponibilidad de mamíferos domésticos como fuente constante de alimento (Moya et al., 2015). Su dieta está basada en sangre de mamíferos, principalmente ganado, lo que la hace altamente adaptable a paisajes rurales con presencia de actividad ganadera. Aunque ecológicamente adaptable, su condición de especie hematófaga le convierte en vector y/o reservorio de algunas enfermedades tales como la rabia humana (Stoner-Duncan et al., 2014). Es necesario un especial cuidado con esta especie, ya que, un incremento de la misma, en futuros muestreos, reflejarían un aumento en la alteración ecológica del área de estudio.

La especie *Lonchophylla hesperia* es un hallazgo importante, a pesar de las limitaciones de muestreo como las intensas lluvias o la luminosidad lunar (Kunz et al., 2009), su presencia sugiere que el área aún conserva una oferta floral especializada, ya que esta especie es nectarívora-polínivora, indicando que el sitio de estudio actúa como un refugio para especies nectarívoras raras y polinizadores claves (Romero et. al., 2021). Esta especie posee una distribución geográficamente restringida hacia las estribaciones suroccidentales del Ecuador y es considerada rara (Tirira, 2017), lo que intensifica su importancia en el área de estudio y una atención prioritaria para la implementación de medidas de mitigación en el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

El registro de *Lycalopex sechurae* (zorro de Sechura) es un indicador critico de la salud del paisaje, este cánido, emblemático de los desiertos y bosques secos del sur, enfrenta una fuerte presión antrópica en Zapotillo debido al conflicto con actividades antrópicas y creencias culturales (Tirira, 2017). Su presencia indica que, aunque el paisaje presenta una matriz agrícola-ganadera, aún existen corredores biológicos que permiten el flujo de depredadores medianos, es decir el bosque posee parches con conectividad estructural funcional. La sensibilidad de esta especie a la pérdida de cobertura arbórea las posiciona como bioindicador de que, pese a la presión agrícola y ganadera, el ecosistema mantiene procesos de regeneración activa y niveles tróficos superiores estables (Burga et al., 2024).

Por otro lado, la coexistencia de especies con distintas tolerancias a la antropización revela la complejidad del área. Mientras que *Didelphis marsupialis, Artibeus fraterculus* y *Desmodus rotundus* confirman la capacidad de ciertos taxones para adaptarse a ambientes perturbados (Parreira, 2021; Kasper et al., 2009). De igual manera, aunque no se registró en este muestreo a *Sylvilagus daulensis*, algunos estudios de mamíferos reportan la presencia del mismo en este tipo de ecosistemas, como es el bosque seco (Farro-Terán et al., 2026; Muñoz et al., 2019; Tirira, 2001).

Las especies *Conepatus semistriatus, Simosciurus nebouxii, Odocoileus peruvianus* se ubican en rangos intermedios de tolerancia a la presión antrópica, en Tirira, 2017, estas especies se encuentran entre los rangos común, no común, frecuente, indicando que se hallan periódicamente en densidades bajas, pero no poseen ninguna categoría de amenaza importante. Es importante destacar que algunas de estas especies sufren presiones de cacería debido a conflictos con los pobladores o fines deportivos. Por ejemplo, la ardilla es perseguida por los daños que causa en los cultivos locales, el venado es cazado principalmente como trofeo, y el

zorrillo también es objeto de caza, aunque de manera ocasional y con menor frecuencia (Tirira, 2017).

El área de estudio en Zapotillo constituye un refugio crítico e importante para la mastofauna de la región tumbesina. La presencia de especies con rangos de distribución restringidos y hábitos especializados confirma que, pese a la aridez característica del bosque seco, el sitio mantiene una oferta de recursos (néctar, frutos y refugios) suficiente para sostener una comunidad biológica funcional y con altos niveles de endemismo.

Aunque durante el muestreo no se registraron especies estrictamente endémicas del territorio ecuatoriano, el área del proyecto alberga taxones con un alto valor de conservación al ser endémicos de la Región Tumbesina. Esta ecorregión, compartida entre el occidente del Ecuador y el noroccidente del Perú, representa una zona de gran importancia biogeográfica donde las especies presentan distribuciones restringidas a estos hábitats particulares, lo que las hace especialmente sensibles a las alteraciones de su entorno.

Específicamente, los bosques secos de esta franja conforman el "Centro de Endemismo Tumbesino", una región reconocida globalmente como uno de los puntos calientes (hotspots) de biodiversidad más importantes del planeta debido a su excepcional riqueza biológica y exclusividad de especies. En el contexto ecuatoriano, las provincias de Loja y El Oro albergan cerca del 50% de los remanentes de este ecosistema, lo cual representa apenas el 25% de su cobertura boscosa original. Actualmente, la integridad de estos bosques secos en la provincia de Loja se encuentra críticamente amenazada por presiones antrópicas recurrentes, entre las que destacan la tala selectiva de especies maderables valiosas, el sobrepastoreo de ganado caprino y vacuno, la expansión agrícola, la cacería ilegal y la recolección destructiva de miel silvestre mediante la quema y derribo de árboles hospedantes (Paladines, 2003).

En este contexto, hay que resaltar más aún la importancia de las siguientes especies que son propias de la zona: el zorro de Sechura (*Lycalopex sechurae*), un cánido mediano cuya presencia se limita exclusivamente al noroeste del Perú y suroeste de Ecuador (Cossíos, 2010; Tirira, 2011); el murciélago nectarívoro occidental (*Lonchophylla hesperia*), que presenta una distribución restringida a este mismo ámbito geográfico (Griffiths & Gardner, 2008; Tirira, 2017; Pacheco et al., 2021); y el murciélago frutero (*Artibeus fraterculus*), elemento endémico de la ecorregión Tumbesina (Salas et al., 2018).

La presencia de especies con distintos niveles de sensibilidad ecológica y distintos nichos alimenticios indica que el área de estudio corresponde a un ecosistema en transición, donde aún persisten remanentes de bosque y condiciones que permiten la supervivencia de fauna silvestre altamente sensible, pero que enfrenta crecientes presiones antrópicas. En este contexto, la conservación de corredores ecológicos y fragmentos de vegetación natural resulta fundamental para mantener la biodiversidad local y mitigar los impactos del disturbio humano.

El grado de perturbación registrado en los sitios monitoreados, como la expansión de la frontera agrícola y la presencia de actividades ganaderas, representa una amenaza significativa para diversas especies de mamíferos, especialmente aquellas con requerimientos específicos de hábitat o baja capacidad de adaptación. Estas alteraciones del paisaje reducen la cobertura vegetal, restringen el acceso a recursos clave y dificultan la movilidad de las especies.

Particularmente, los mamíferos dispersores de semillas pueden ver fragmentadas sus rutas de forrajeo, lo que compromete los procesos ecológicos de regeneración natural del bosque y, en consecuencia, la resiliencia a largo plazo del ecosistema.

Conclusiones.

1. La comunidad de mastofauna registrada evidencia una baja riqueza y abundancia de especies, con ocho especies identificadas mediante metodologías cuantitativas y cualitativas, representativas del bosque seco tropical del sur del Ecuador. La composición taxonómica estuvo dominada por el orden Chiroptera, mientras que la baja detectabilidad observada durante el muestreo sugiere que el área presenta poblaciones dispersas y de baja densidad, influenciadas tanto por las características ecológicas propias del ecosistema como por las condiciones de muestreo y el grado de intervención antrópica existente. No obstante, el registro de especies de distintos grupos funcionales demuestra que el área aún mantiene condiciones que permiten la permanencia de una comunidad de mamíferos con diferentes requerimientos ecológicos.

2. La comunidad de mamíferos registrada estuvo conformada por ocho especies distribuidas en cinco órdenes y seis familias, con predominio del orden Chiroptera. La composición taxonómica evidencia la presencia de especies características del bosque seco tropical, tanto generalistas como especialistas, asociadas a un paisaje con remanentes de vegetación natural y sectores con intervención antrópica.

3. La evaluación de la riqueza, abundancia y diversidad mostró una baja representatividad del muestreo cuantitativo debido al reducido número de registros obtenidos, situación que limitó la aplicación e interpretación de algunos índices ecológicos. No obstante, la información recopilada permitió establecer una línea base referencial sobre la estructura de la comunidad de mamíferos y su distribución en el área de estudio.

4. El análisis del estado de conservación permitió identificar especies de importancia para la conservación, entre ellas *Lycalopex sechurae* y *Lonchophylla hesperia*, las cuales presentan categorías de amenaza y alta sensibilidad ecológica. Su presencia evidencia la necesidad de mantener las condiciones del hábitat y de implementar medidas específicas orientadas a reducir los efectos de la fragmentación y perturbación del ecosistema.

La caracterización de los atributos ecológicos evidenció una comunidad funcionalmente diversa, representada por diferentes gremios tróficos, hábitos de actividad y patrones de distribución vertical, lo que demuestra que el área conserva procesos ecológicos relevantes como la polinización, la dispersión de semillas y la regulación de poblaciones, fundamentales para el mantenimiento del bosque seco.

4. La condición ecológica del área refleja un ecosistema en transición, donde aún persisten remanentes de bosque seco con funcionalidad ecológica y conectividad suficiente para sostener especies con distintos requerimientos de hábitat; sin embargo, la presencia de actividades agrícolas y ganaderas representa una presión permanente sobre la fauna silvestre, por lo que la conservación de la cobertura vegetal y de los corredores ecológicos resulta fundamental para mantener la biodiversidad registrada.

5. La información generada constituye un punto de referencia para el seguimiento ambiental del proyecto, permitiendo evaluar en futuros monitoreos las variaciones en la riqueza, abundancia, diversidad, composición y sensibilidad de la mastofauna, así como verificar la efectividad de las medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.

Recomendaciones.

Se recomienda estructurar el programa de monitoreo de fauna silvestre (componente mastofauna) dentro del Plan de Manejo Ambiental (PMA) bajo un enfoque estacional

comparativo, ejecutando obligatoriamente los muestreos en épocas de mayor y menor pluviosidad (lluviosa y seca).

Con el fin de superar el reducido tamaño muestral identificado en la línea base y garantizar la viabilidad estadística de los datos de control, se deberá incrementar el esfuerzo de muestreo (aumentando el número de noches/trampa para micromamíferos y noches/red para quirópteros, e integrando cámaras trampa para medianos y grandes mamíferos). Esto asegurará que los futuros informes de cumplimiento ambiental cuenten con datos cuantitativos representativos y ecológicamente interpretables.

Se recomienda el empleo continuo de un sistema de monitoreo compuesto por un mínimo de ocho (8) a diez (10) cámaras trampa distribuidas de forma estratégica en el área de estudio. El diseño del muestreo contemplará una densidad de cobertura aproximada de una estación de trampeo por cada 40 a 50 hectáreas, priorizando microhábitats clave como quebradas, remanentes de bosque seco/nativo y corredores ecológicos identificados en la línea base. Este esfuerzo es fundamental para detectar de manera sistemática especies de hábitos esquivos o baja densidad, como *Lycalopex sechurae*, asegurando el registro de datos de presencia/ausencia e índices de actividad sin perturbar su hábitat natural, lo que permitirá generar alertas tempranas y fundamentar las medidas de mitigación del Plan de Manejo Ambiental.

Se recomienda priorizar la protección de remanentes de vegetación y zonas ribereñas, así como promover la reforestación con especies nativas en áreas estratégicas para mejorar la conectividad del paisaje, favoreciendo el desplazamiento y flujo genético de la fauna silvestre.

Es necesario establecer mecanismos de regulación y educación ambiental para mitigar impactos derivados de la ganadería extensiva, la tala no planificada y la expansión agrícola, actividades que actualmente amenazan la integridad del ecosistema.

Es importante la implementación o reconocimiento de pasos de fauna o corredores biológicos que posean conectividad ecológica, con la finalidad de permitir desplazamientos seguros de los mamíferos terrestres entre fragmentos de bosque.

Se recomienda que en las fases posteriores del programa de monitoreo ambiental se verifique explícitamente la presencia o ausencia del conejo (*Sylvilagus daulensis*); no fue incluido en los análisis estadísticos de riqueza, abundancia y diversidad del presente estudio debido a que no se registraron evidencias directas (capturas o avistamientos) ni indirectas (rastros, huellas o excretas, entrevistas) en los transectos y estaciones evaluadas durante la fase de campo. No obstante, al tratarse de una especie de mamífero nativo con distribución en los ecosistemas de la región, es necesario hacer el seguimiento correspondiente para confirmar su estatus en el área del proyecto.

Medidas Recomendadas

1. *Medidas de Monitoreo y Puntos Sugeridos*

El monitoreo debe ser estacional (época seca y lluviosa) para captar la dinámica del bosque seco de Zapotillo.

Puntos de Monitoreo:

Puntos de Control (Bosque Conservado): Estos deberán ser ubicados en remanentes del bosque que no serán intervenidos, sitios de flujo de especies, senderos, quebradas o paralelos a quebradas, sirven como línea base para comparar si la fauna se desplaza fuera del proyecto.

Las coordenadas para futuros monitoreos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8-2-48. Puntos y coordenadas de muestreo para mastofauna

Código	Coordenadas			Altitud (msnm)	Método	Tipo muestreo
	Ítem	x	y			
PFC-MA001-TO	Inicio	585669	9519694	228	Transecto de observación	Cualitativo
	Fin	586438	9519036			
PFC-MA001 RdN	Inicio	586333	9519106	220	Redes de neblina	Cuantitativo
	Fin	586525	9519164			
PFC-MA001 TSh	Inicio	586219	9519679	219	Trampas Sherman	Cuantitativo
	Fin	586255	9519275			
PFC-MA001 TTwk	Inicio	586225	9519615	219	Trampas Tomahawk	Cuantitativo
	Fin	586249	9519349			
PFC-MA002-TO	Inicio	586389	9520735	237	Transecto de observación	Cualitativo
	Fin	586886	9519871			
PFC-MA002 RdN	Inicio	586954	9519831	238	Redes de neblina	Cuantitativo
	Fin	587061	9520001			
PFC-MA002 TSh	Inicio	587265	9519620	220	Trampas Sherman	Cuantitativo
	Fin	587186	9519233			
PFC-MA002 TTwk	Inicio	587196	9519284	220	Trampas Tomahawk	Cuantitativo
	Fin	587245	9519526			
PFC-MA003-TO	Inicio	587305	9521208	234	Transecto de observación	Cualitativo
	Fin	586489	9521807			
PFC-MA003 RdN	Inicio	586742	9521836	234	Redes de neblina	Cuantitativo
	Fin	586817	9521653			
PFC-MA003 TSh	Inicio	586822	9521252	234	Trampas Sherman	Cuantitativo
	Fin	587211	9521226			
PFC-MA003 TTwk	Inicio	586888	9521248	220	Trampas Tomahawk	Cuantitativo
	Fin	587139	9521231			

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Puntos de Impacto (Área del Proyecto): Estos pueden ubicarse en corredores internos o perímetros del proyecto implantado, con esto se evalúa si el hábitat dentro de la zona de paneles es ecológicamente funcional.

2. *Corredores Apropiados y Conectividad*

Se debe diseñar franjas de vegetación nativa que conecte parches aislado, usando las quebradas naturales como ejes principales.

Retiro de obra en bordes de quebradas y drenajes naturales (al menos 30 metros), estos suelen conservar la mayor humedad y vegetación estructural, sirviendo como vías de movimiento natural.

Áreas de retiro (Buffers): Franjas de al menos 20-30 metros de vegetación nativa entre el cerramiento del proyecto y el bosque adyacente para permitir el flujo de especies de mamíferos.

1. *Medidas para Evitar la Perturbación (PMA)*

Diseño de Cerramientos amigables con la fauna, instalar cercados vivos o que permitan el paso de fauna pequeña y mediana (mallas con aperturas de 50x50 cm en la base) para no aislar las poblaciones de zorros u otros animales.

Control de Iluminación: Uso de luces LED de baja intensidad y dirigidas hacia el suelo en áreas operativas para evitar la desorientación de murciélagos y otros animales nocturnos.

Gestión de Ruido y Velocidad: Limitar la velocidad de vehículos a 20 km/h y restringir actividades ruidosas a horarios diurnos para no interferir con los picos de actividad de los quirópteros.

Reducción de ruido y vibraciones durante la fase de construcción.

2. *Remanentes Prioritarios y Enfoque de Reforestación*

Los remanentes de bosque seco asociados a quebradas y parches con mayor cobertura vegetal que contengan especies de gran porte (ceibos, guayacanes, algarrobos). Estos son los núcleos de biodiversidad.

Enfoque de Reforestación: Se sugiere reforestación con distintas especies y de distintas edades, con una plantación de manera aleatoria, usando especies que provean recursos específicos.

3. *Estrategias Específicas de Mitigación*

Se recomienda ubicar infraestructuras en áreas previamente intervenidas o de baja cobertura vegetal, evitando zonas cercanas a las quebradas y remanentes de bosque seco.

Para Especies Sensibles

Lonchophylla hesperia (Murciélago nectarívoro): Protección estricta de cuevas o grietas rocosas cercanas y siembra de especies de flores nativas del área de estudio en las áreas de compensación, de ser posible evitar a toda costa la remoción de cobertura vegetal con recursos que está especie pueda utilizar.

Lycalopex sechurae (Zorro de Sechura): Programa de educación ambiental para trabajadores y comunidades para evitar la caza o persecución del cánido por "conflictos" con el proyecto, mantener corredores ecológicos.

Para Especies Bioindicadores (Monitoreo Especial)

Desmodus rotundus (Murciélago vampiro): El aumento de esta especie puede indicar un desequilibrio por la presencia de ganado cerca de la planta. La estrategia debe ser el monitoreo sanitario preventivo (Rabia) y la coordinación con el Ministerio de Salud/Agrocalidad si las poblaciones se disparan.

Análisis de riesgo laboral y protocolo de bioseguridad

Peligro: Presencia y manipulación involuntaria o contacto accidental con *Desmodus rotundus* en las instalaciones o periferia del proyecto.

Riesgo: Mordedura o rasguño con potencial transmisión del virus de la rabia silvestre u otra zoonosis.

Nivel de riesgo inicial: Moderado – Alto (debido a la severidad de la enfermedad) la ocurrencia de las mordeduras a humanos posee una probabilidad baja – media (Voigh et. al., 2012).

Medidas de control preventivo: Se debe capacitar al personal sobre el no manejo de fauna silvestre, es necesario el sellado físico de infraestructuras de la planta que puede ser posibles sitios de percha o madrigueras como bodegas u otros, en caso de que el personal realice actividades nocturnas en zonas oscuras/confinadas se debe proveer el uso de Equipo de Protección Personal (EPP) (guantes de cuero y linternas).

Protocolo de emergencia antes mordeduras al personal interno

Paso 1. Primeros auxilios inmediatos donde se debe lavar exhaustivamente la herida con abundante agua y jabón durante 15 minutos. Este procedimiento reduce drasticamente la carga viral, posteriormente se debe aplicar alcohol al 70% o solución yodada.

Paso 2. Reportar inmediatamente al área de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) de la planta para el registro del accidente.

Paso 3. Traslado urgente del trabajador infectado al centro de salud público más cercano, donde se exigirá la aplicación inmediata del esquema de vacunación antirrábica post-exposición, se realizará una evaluación médica para la administración de inmunoglobulina antirrábica, no se debe suturar la heridad a menos que sea por razones hemodinámicas.

Paso 4. Alerta sanitaria e Investigación, se debe coordinar inmediatamente con la Agrolocalidad y el Ministerio de Salud Pública para la inspección en los alrededores del proyecto, con la finalidad de identificar posibles colonias, nidos y evaluar el estado epidemiológico de los sitios ganaderos cercanos.

4. Localización sugerida por el Proyecto La Ceiba

Considerando la magnitud del proyecto, las áreas de conservación y reforestación deben ubicarse en:

-Zonas de exclusión por pendiente: Áreas donde no se instalen paneles por la topografía.

-Áreas de servidumbre de líneas de transmisión: Mantener vegetación baja/media que sirva de corredor.

Perímetro externo: Crear un "anillo verde" que rodee la planta fotovoltaica para mitigar el efecto de isla de calor y proveer hábitat.

En el ANEXO 8-2-2 se presenta la base de datos del componente mastofauna.

8.2.2.2. Ornitofauna

- Introducción.

La mayor diversidad de especies de aves se concentra en la región Neotropical con alrededor de 4000 especies. El Ecuador destaca como uno de los países neotropicales con mayor riqueza, después de Colombia, Brasil y Perú, con 1699 especies registradas de las cuales 41 son endémicas (Freile, 2021).

La mayor amenaza para las aves en Ecuador es la pérdida de hábitat a causa de la deforestación, avance de la frontera agrícola, urbanización, contaminación, entre otros (Freile, 2019). Este grupo biótico responde de modo diferente a las alteraciones de sus hábitats. Unos son más flexibles y se adaptan a los nuevos ambientes. Sin embargo, otros tienen limitada capacidad para subsistir en ambientes alterados por lo que sus poblaciones disminuyen conforme se expande la degradación del hábitat.

Las aves poseen una serie de características que las hacen ideales para inventariar gran parte de la comunidad con un buen grado de certeza y así caracterizar los ecosistemas y hábitats en que residen. Estas características son: Comportamiento llamativo, indentificación rápida y confiable, Fáciles de detectar, grupo biótico bien conocido (modificado de Stotz et al., 1996).

El presente estudio tiene como objetivo determinar la riqueza y diversidad de la comunidad de aves en el área donde se implementará el proyecto fotovoltaico La Ceiba con la finalidad de contar con información base que permita desarrollar estrategias de conservación y un plan de manejor eficiente frente a las actividades a desarrollar.

- Área de estudio.

El área de estudio se encuentra al sur del Ecuador en la provincia de Loja, cantón Zapotillo, en las siguientes coordenadas referenciales: 586422, 9520607 (UTM, Zona 17 M) a una altitud aproximada de 230 msnm. En general, Zapotillo presenta una temperatura entre 22 y 25 °C y una precipitación variable entre 239 y 713 mm (PDOT Zapotillo, 2023). Esta área se ubica en una zona mayoritariamente de Bosque deciduo de tierras bajas de Jama-Zapotillo y en menor medida, zonas de Intervención, según el mapa de ecosistemas del Ecuador continental (MAE, 2013). En el área circundante se puede observar una cobertura vegetal altamente fragmentada y diferentes actividades antrópicas como expansión urbana, apertura de vías, ganadería y zonas agrícolas.

- Sitios de muestreo.

En el área de estudio se definieron 03 sitios o zonas de muestreo (PFC-OR001, PFC-OR002, PFC-OR003) considerando como variable principal la cobertura vegetal y los ecosistemas presentes. En cada sitio se aplicaron los diferentes métodos (Redes de neblina, puntos de conteo, caminatas libres) para el registro de aves. Las coordenadas y metodología utilizada se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 8-2-49. Ubicación de los puntos de muestreo para ornitofauna

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método
		Ítemn	x	y			
PFC-OR001-RN	20-21/06/2025	Inicio	586190,00	9519256,00	217	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	Redes de Neblina
	09-10/03/2026	Final	586362,00	9519153,00	219	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	
PFC-OR001-PC	20-21/06/2025	Inicio	585826,00	9519535,00	230	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	Puntos de conteo
	09/03/2026	Final	586487,00	9518805,00	216	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	
PFC-OR002-RN	22-23/06/2025	Inicio	587623,00	9519571,00	222	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	Redes de Neblina
	10-11/03/2026	Final	587437,00	9519513,00	213	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	
PFC-OR002-PC	21-22/06/2025	Inicio	586827,00	9520896,00	254	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	Puntos de conteo
	10/03/2026	Final	587498,00	9520255,00	235	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método
		Ítemn	x	y			
PFC-OR003-RN	24-25/06/2025	Inicio	586498,00	9521816,00	236	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Redes de Neblina
	11-12/03/2026	Final	586688,00	9521706,00	234	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	
PFC-OR003-PC	22-23/06/2025	Inicio	586608,00	9521983,00	242	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Puntos de conteo
	11/03/2026	Final	587313,00	9521427,00	233	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	
PFC-OR004-CL	24/06/2026	Inicio	586560,00	9521589,00	237	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Caminata libre
	12/03/2026	Final	585885,00	9519862,00	239	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Caminata libre

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026. PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; OR: Ornitofauna; RN: Redes de neblina; PC: Puntos de conteo; CL: Caminata libre.

En el MAPA NRO. 26 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo.

- Metodología de estudio.

Para determinar las especies de aves presentes en el área de estudio, se emplearon redes de niebla que por la finura de sus hilos pasan casi desapercibidas y logran atrapar con éxito las aves en vuelo (Villarreal et al., 2004). La Norma Técnica para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (NTEIA) considera la instalación de 6 a 10 redes por sitio de muestreo dependiendo de la superficie y magnitud del proyecto. Particularmente, en este proyecto, se distribuyeron por

cada sitio de muestreo (PFC-OR001, PFC-OR002, PFC-OR003) ocho redes de niebla de 12x3m a una distancia de 25 m dispuestas en forma de transecto (300 metros). Las redes se abrieron en horas de la mañana (06:00-10:00) y de la tarde (15:00-17:00) por 02 días (Suarez y Mena, 1994).

Además, se utilizó la metodología de "Puntos de conteo" (Ralph, 1996), que consiste en observar y escuchar en un solo lugar durante 15 minutos las diferentes especies. Se realizó para cada sitio de muestreo, 10 puntos de conteo distribuidos en forma de transecto con 1 observador en horas de la mañana (09:30- 11:30) y en la tarde (15:00- 18:00) durante 02 días. La distancia entre cada punto fue alrededor de 100m, dependiendo de la topografía y estructura del área (transecto final 1000 metros) (NTEIA). La observación e identificación taxonómica de las aves se realizó con ayuda de una cámara semiprofesional y la guía de campo de aves del Ecuador de Ridgely & Greenfield (2006) y Mcmullan & L. Navarrete (2017). Considerando la distribución de los sitios de muestreo, además de que el proyecto esta delimitado por un costado por una vía de primer orden, mientras que por el otro costado se encuentra el río Chira, la longitud máxima de los transectos para los puntos de conteo es de 1000 metros. Complementariamente, se realizaron caminatas libres de manera aleatoria dentro del área de estudio.

Si bien Suárez y Mena (1994) mencionan la grabación de cantos como una herramienta de apoyo para la identificación de especies, su aplicación no es obligatoria y depende del contexto del hábitat y del diseño del estudio. En este sentido, como mencionan (Budka, Jobda, Piórkowski, & Szałański , 2022), y según los resultados de su investigación, en hábitats abiertos los observadores humanos detectan un mayor número de especies que los registradores acústicos cuando no se limita el radio de detección, debido a que estos permiten registrar tanto especies vocalizantes como aquellas que no emiten sonidos o se encuentran a mayor distancia. Los autores señalan que las grabadoras presentan limitaciones al depender exclusivamente de vocalizaciones, omitiendo especies silenciosas como aves rapaces, garzas o individuos en vuelo, lo cual reduce la representatividad del muestreo en este tipo de ambientes. Asimismo, indican que en ecosistemas abiertos la detectabilidad visual se incrementa significativamente, favoreciendo los métodos tradicionales basados en observación directa. Considerando que el área de estudio corresponde a un entorno intervenido con baja cobertura vegetal, estas condiciones son consistentes con las descritas por los autores, por lo que el uso de grabaciones acústicas no representa una mejora sustancial en la detección de especies.

La información de cada punto muestreado y su metodología se registra en las siguientes tablas.

Tabla 8-2-50. Métodos y esfuerzo de muestreo para ornitofauna

Código	Metodología	Longitud transecto (m)	Número de redes / transectos	Días	Horas/Día	Total
PFC-OR001-PC	Red de neblina	300	8 (Redes de nebina)	2	6	96
PFC-OR001-RN	Puntos de conteo	1000	1 (10 puntos de conteo/duración de 15 minutos por punto)	2	2horas, 30 minutos	5
PFC-OR002-PC	Red de neblina	300	8 (Redes de nebina)	2	6	96
PFC-OR002-RN	Puntos de conteo	1000	1 (10 puntos de conteo/duración de 15 minutos por punto)	2	2horas, 30 minutos	5

Código	Metodología	Longitud transecto (m)	Número de redes / transectos	Días	Horas/Día	Total
PFC-OR003-PC	Red de neblina	300	8 (Redes de nebina)	2	6	96
PFC-OR003-RN	Puntos de conteo	1000	1 (10 puntos de conteo/duración de 15 minutos por punto)	2	2horas, 30 minutos	5
PFC-OR004-CL	Caminata libre	2000	1 (Transecto)	1	4	4
Total horas (esfuerzo de muestreo)						307

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026. PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; OR: Ornitofauna; RN: Redes de neblina; PC: Puntos de conteo; CL: Caminata libre.

- Análisis de datos.

El procesamiento de la información se realizó a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación de las aves de las diferentes zonas o puntos de muestreo dentro del proyecto. Para el análisis estadístico se emplearon programas especializados como Past versión 5.3 y Rstudio Versión 2024.09.1+394. Para el manejo de la información se empleó una base de datos en Excel. Se realizaron los siguientes análisis.

Riqueza (S)

Es el número total de especies obtenido en un censo de una comunidad (Moreno & Halffter, 2001).

$$S = Especie\ a + Especie\ b + n$$

Abundancia Total

Cantidad precisa, contada, de individuos de esa especie con respecto al total de la población censada en un área determinada.

Abundancia Relativa (N)

Se analizó la abundancia relativa, misma que permite caracterizar la muestra a través de la curva de abundancia relativa- diversidad. El empleo de esta curva es considerado como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y semi naturales (Magurran A., 1988). Se basa en el cálculo de la abundancia relativa dividiendo el número de individuos de la especie i para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

$$Pi = ni/N$$

Dónde: ni = *n* es el número de individuos de la especie *i*, dividido para el número total de individuos de la muestra (N) (Moreno *et al.*, 2011).

Tabla 8-2-51. Interpretación de la abundancia relativa de ornitofauna

Abundancia Relativa	
Abundante	más de 10 individuos
Común	6- 10 individuos
Poco común	2- 5 individuos
Raro	1 individuo

Nota: Elaborado por Equipo Consultor 2026. Fuente: Stotz, Fitzpatric, Parker, & Moskovits, 1996.

Dominancia

Las curvas de Dominancia/Diversidad son un modelo de distribución mediante el cual se puede desarrollar una interpretación ecológica del estado de los ecosistemas evaluados. En las abscisas (eje x) se representan las especies, dispuestas desde la más abundante hasta la menos abundante, mientras que en el eje de las ordenadas (eje y) se presenta el número total de individuos por especie.

Dependiendo del modelo de distribución (para cada indicador) se pueden inferir los siguientes resultados (Magurran, 2004): Modelo de serie geométrica, logarítmica, normal logarítmica o log-normal, de la vara quebrada o broken stick.

Se realizará el ajuste de las curvas mediante el programa PAST (Hammer 2014), definiendo mediante análisis estadístico el tipo de modelo al que pertenece.

Para determinar, a partir del ajuste, a un determinado modelo de distribución de abundancia, se puede establecer el grado de estrés ambiental existente.

Índice de Diversidad de Shannon Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran A., 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Al combinar riqueza y abundancia el índice permite evaluar la equidad de la comunidad estudiada. La función logarīstica utilizada para el análsis de este índice fue loragitmo natural (ln).

$$H' = -\Sigma\, pi \ln pi$$

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Diversidad de Simpson

Es un índice estimador de la abundancia relativa, su cálculo gira en torno al valor de abundancia proporcional de todas las especies, es más sensible a los datos de las especies más abundantes, su expresión más común es el valor de 1 – D, siendo:

$$D = -\Sigma\, pi^2$$

Dónde:

pi= la proporción de individuos de la especie con respecto al total de individuos del sistema

Al emplear 1 – D el resultado se desplaza de forma ascendente conforme se incrementa la diversidad, vinculando la magnitud del número con la riqueza y equidad del sistema (Magurran, 1988).

Índice de Chao1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao & Lee, 1992).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación es un cálculo estadístico que sirve para analizar y visualizar de mejor manera la variación en el número de especies (aumento-disminución o viceversa) que se puede dar en diferentes sitios, relacionando este tipo de procesos con el esfuerzo de captura (número de personas al muestrear) o el tiempo de muestreo que se emplee para el estudio o proyecto (Jiménez-Valverde, 2003).

Para la construcción de la curva de acumulación de especies se utilizó el estimador analítico de Mao Tau, el cual permite obtener una curva de rarefacción suavizada mediante la siguiente fórmula (Colwell et al., 2004):

E(Sn) = sumatoria desde i=1 hasta S de:

$$[\ 1 - ((N - Ni)\ Cn\ /\ NCn)]$$

Donde:

E(Sn) = número esperado de especies en una muestra de tamaño n

N = número total de individuos

Ni = número de individuos de la especie i

n = tamaño de la submuestra

Cn = combinaciones (coeficiente binomial)

Índice de similitud de Jaccard

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde a = número de especies presentes en el sitio A, b = número de especies presentes en el sitio B, c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

Análisis Clúster

Es un método que permite descubrir asociaciones y estructuras en los datos que no son evidentes a priori pero que pueden ser útiles una vez que se han encontrado. Los resultados de un Análisis de Clúster pueden contribuir a la definición formal de un esquema de clasificación, tal como una taxonomía para un conjunto de objetos, a sugerir modelos estadísticos para describir poblaciones, a asignar nuevos individuos a las clases para diagnóstico e identificación (Moreno *et al.,* 2011).

Aspectos Ecológicos

- Nicho trófico

Las particularidades alimenticias de la avifauna registrada en el área de estudio se establecieron en categorías de acuerdo con la dieta que presentan; esta información fue tomada básicamente de información bibliográfica especializada (Ridgely y Greenfield, 2006; Freile y Restall, 2018) y, en algunos casos, de observaciones directas de campo.

- Hábito

El hábito de actividad en las aves hace referencia al periodo del día en el que estas realizan la mayor parte de sus actividades esenciales, como alimentarse, reproducirse y vocalizar. Según este criterio, las aves pueden clasificarse en tres categorías. La primera categoría corresponde a “aves diurnas” e incluye a aquellos individuos con presencia entre las 07:00 y 18:00. “aves nocturnas”, son aquellas registrados entre las 20:00 a 04:00 y “aves crepusculares” matutinas, registradas entre las 04:00 y 07:00, o crepusculares vespertinas, son las aves activas entre 18:00 a 20:00 (Lira & Torres, 2012). Este comportamiento está determinado por una combinación de factores ambientales, como la luz, la temperatura y la disponibilidad de recursos, junto con adaptaciones fisiológicas específicas de cada especie.

Para identificar el hábito de actividad de las especies estudiadas, se utilizó como referencia la Guía de Aves del Ecuador (Ridgely & Greenfield, 2006) y se complementó con observaciones directas en campo sobre los patrones de actividad de las aves.

- Estrato de forrajeo

El término "estrato de forrajeo" hace referencia a los diferentes niveles o alturas dentro de un hábitat en los que las aves buscan y obtienen su alimento, desde el nivel del suelo (estrato terrestre) hasta las copas de los árboles (estrato arbóreo) o incluso en vuelo (estrato aéreo). Esta clasificación es fundamental para comprender las interacciones ecológicas y la partición del nicho

entre especies, ya que la segregación por estratos reduce la competencia directa entre aves que coexisten en un mismo entorno. Los estratos de forrajeo son determinados por factores como la disponibilidad de recursos, las adaptaciones morfológicas y de comportamiento de las especies, y las perturbaciones humanas al ecosistema (MacArthur, 1958).

En estudios recientes, se ha incorporado una mayor atención a los microhábitats y al impacto de las actividades humanas, como la deforestación y la pérdida del sotobosque debido a la ganadería. La eliminación de los estratos inferiores, como el sotobosque, afecta de manera significativa a las aves especializadas que dependen de estos hábitats, muchas de las cuales presentan una alta vulnerabilidad a los cambios ambientales (Bregman et al., 2016; Edwards et al., 2017). Además, investigaciones sobre redes tróficas sugieren que las aves que utilizan múltiples estratos pueden desempeñar roles clave en la resiliencia del ecosistema, al conectar diferentes niveles del hábitat y facilitar procesos como la dispersión de semillas y el control de insectos (Deikumah et al., 2015; Tscharntke et al., 2012).

Esta clasificación es una herramienta esencial para estudios ecológicos, ya que permite evaluar cómo las especies utilizan su entorno y cómo las alteraciones humanas pueden afectar la estructura y funcionalidad de los ecosistemas.

- Migración

La migración de aves se refiere al movimiento estacional predecible que realizan diversas especies en respuesta a factores como la disponibilidad de recursos, las variaciones climáticas o las necesidades reproductivas. Este fenómeno puede abarcar desplazamientos de largas distancias entre áreas de reproducción y de invernada, o traslados más limitados dentro de un rango geográfico específico (Ridgely & Greenfield, 2006). La Convención sobre las Especies Migratorias (CMS), a través de su Registro Mundial de Especies Migratorias, establece criterios claros para identificar y monitorear especies migratorias, destacando la importancia de estas en la conectividad ecológica y la conservación global (CMS, 2024). El análisis de los patrones migratorios de aves en este estudio consideró los parámetros establecidos tanto en la literatura especializada como en los lineamientos internacionales de la CMS, reconociendo la relevancia de proteger las rutas migratorias y los hábitats críticos para las especies.

- Endemismo

Constituyen las especies que presentan algún grado de endemismo a nivel local, nacional o regional, éstas se basan en la revisión de bibliografía proveniente de publicaciones científicas especializadas para cada grupo, a nivel nacional se tomarán aves de Ecuador (Ridgely y Greenfield, 2006; Freile y Restall, 2018) e información de la IUCN (IUCN, 2025).

- Estado de Conservación

Corresponde a las especies registradas en alguna categoría de amenaza a nivel nacional en las respectivas listas y/o libros rojos (Freile et al., 2019) y a nivel internacional basados en el RED LIST de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza “UICN” (IUCN, 2025) y los correspondientes apéndices dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres “CITES” (UNEP-WCMC (Comps.), 2025).

- Especies indicadoras

Un indicador es una especie o grupo de especies cuya presencia informa sobre ciertas características ecológicas, este grupo facilita las comparaciones de la riqueza entre lugares y entre tiempos (Villareal et al., 2004).

- Especies sensibles

La sensibilidad de las especies de aves, acorde a Stotz (1996) hace referencia a un enfoque utilizado para evaluar el nivel de especialización de las aves en distintos hábitats, basado en su susceptibilidad a cambios ambientales, especialmente en ecosistemas tropicales de América del Sur. Este concepto fue introducido por Douglas F. Stotz y sus colegas en el contexto de estudios de conservación, particularmente en la Amazonía, y está vinculado a la capacidad de las aves para persistir en hábitats alterados o fragmentados. Esta clasificación permite dilucidar a las especies entre especies con sensibilidad alta, media o baja, permitiendo identificar los siguientes criterios según su sensibilidad a la perturbación de su hábitat:

Especies sensibles: Estas especies dependen estrictamente de hábitats primarios y son altamente vulnerables a la deforestación y degradación. Son indicadores clave de la salud de los bosques y tienden a desaparecer rápidamente cuando se altera su hábitat.

Especies intermedias: Tienen cierta capacidad de adaptación y pueden persistir en hábitats secundarios o fragmentados, aunque su abundancia suele disminuir en comparación con áreas primarias.

Especies tolerantes: Son generalistas en términos de hábitat y dieta, lo que les permite sobrevivir y, a veces, prosperar en áreas degradadas o modificadas por el ser humano.

- Uso del recurso

Hace referencia al uso de diferentes especies de aves por parte de la comunidad aledaña al área de estudio; siendo este alimenticio, ritual o para venderlos como partes constitutivas o comercio de especímenes vivos (mascotas). Para este análisis se toma en cuenta a las especies registradas cuantitativamente como cualitativamente, junto con la información que procede del asistente de campo, quien vive en las cercanías del área de influencia.

- Resultados

<u>Composición</u>

Se registraron un total de 160 individuos pertenecientes a 33 especies agrupadas en 21 familias y 8 órdenes avifaunísiticos. La familia con mayor riqueza de aves es Tyrannidae con 7 especies registradas. Mientras que, Passeriformes es el órden con mayor riqueza de familias (13) y especies (22) registradas.

Tabla 8-2-52. Orden, familia y especies de aves registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre común	PFC-OR001	PFC-OR002	PFC-OR003
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranospiza caerulescens*	Gavilán Zancón		X	
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia amazilia*	Amazilia Ventrirrufa	X	X	
		Heliomaster longirostris	Heliomáster Piquilargo	X		X
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Gallinazo Cabecirrojo			X
		Coragyps atratus	Gallinazo Negro	X	X	X
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Apical	X		
		Zenaida auriculata	Tórtola Orejuda	X	X	X
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Piquiestriado	X	X	
Falconiformes	Accipitridae	*Buteogallus meridionalis*	Gavilán Sabanero	X	X	X
	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	X		X
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus chrysogaster*	Picogrueso Ventrioro	X		
	Corvidae	*Cyanocorax mystacalis*	Urraca Coliblanca	X		
	Furnariidae	*Furnarius leucopus*	Hornero Patipálido	X	X	X
		Lepidocolaptes souleyetii	Trepatroncos Cabecilistado	X		X
	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina Azuliblanca	X		
	Icteridae	*Icterus graceannae*	Bolsero Filiblanco	X	X	X
		Sturnella bellicosa	Pastorero Peruano			X
	Mimidae	*Mimus longicaudatus*	Sisonte Colilargo	X	X	X
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*	Perlita Tropical	X	X	X
	Thamnophilidae	*Thamnophilus bernardi*	Batará Collarejo	X	X	
	Thraupidae	*Conothraupis speculigera*	Tangara Negriblanca		X	
		Sicalis flaveola	Pinzón Sabanero Azafranado	X	X	X
	Troglodytidae	*Campylorhynchus fasciatus*	Soterrey Ondeado	X	X	
	Turdidae	*Turdus reevei*	Mirlo Dorsiplomizo		X	
	Tyrannidae	*Euscarthmus meloryphus*	Tirano Enano Frentileonado	X	X	
		Muscigralla brevicauda	Tiranito Colicorto	X	X	
		Myiarchus phaeocephalus	Copetón Coronitiznado	X	X	
		Myiodynastes bairdii	Mosquero de Baird	X	X	
		Myiopagis subplacens	Elenita del Pacífico	X	X	X

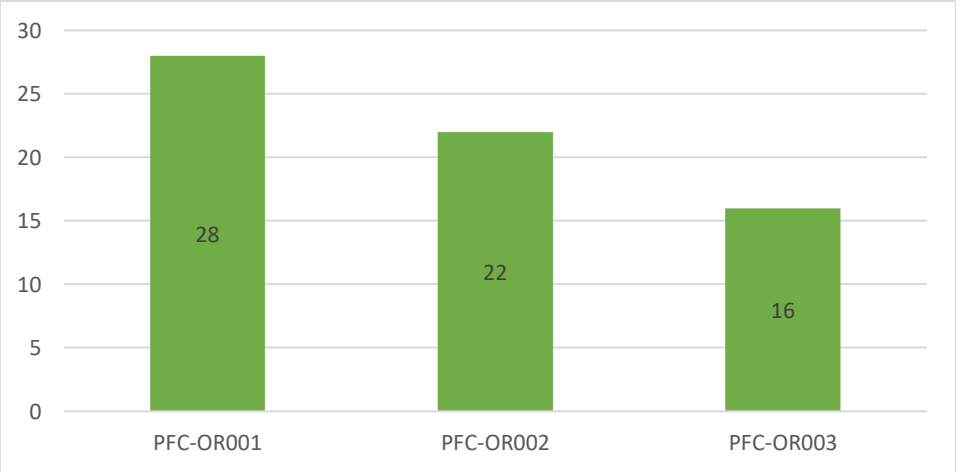
Orden	Familia	Especie	Nombre común	PFC-OR001	PFC-OR002	PFC-OR003
		Pyrocephalus rubinus	Mosquero Bermellón	X		X
		Tyrannus niveigularis	Tirano Golinívео	X	X	X
	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo Ojirrojo	X	X	
Piciformes	Picidae	*Veniliornis callonotus*	Carpintero Dorsiescarlata	X		

Nota: Elaborado por Equipo Consultor, 2026. Fuente: Equipo Consultor 2026; PFC: Proyecto fotovoltaico La Ceiba; OR: Ornitofauna

Riqueza

En el punto PFC-OR001 se registraron 28 especies, seguido de 22 especies en PFC-OR002 y finalmente, se registró 16 especies en el sitio PFC-OR003.

Figura 8-2-36. Riqueza de especies de aves registradas

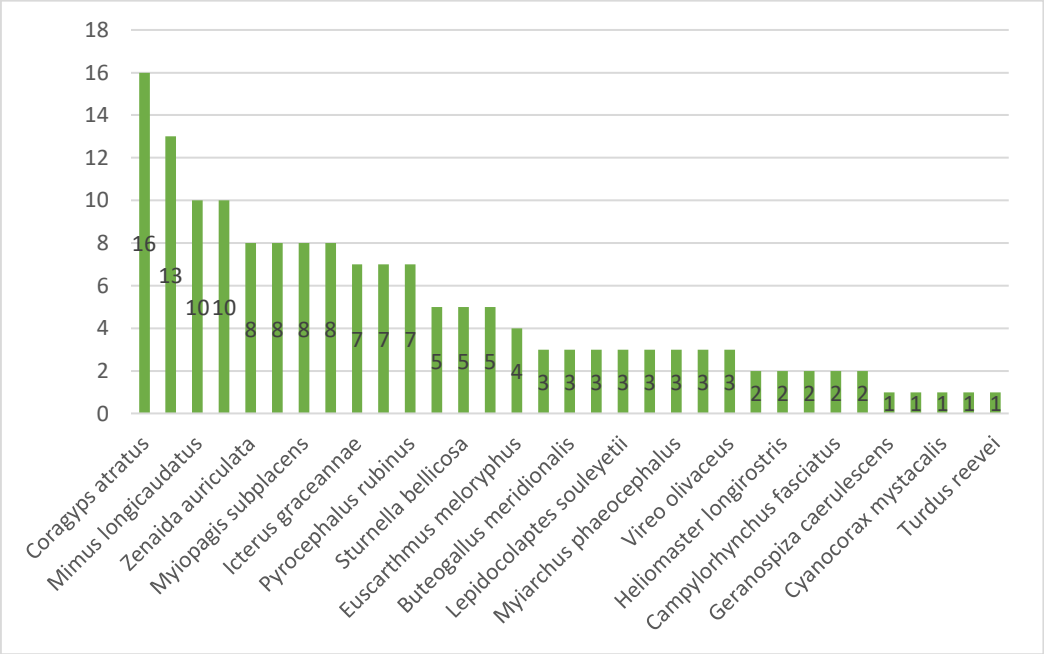


Nota: Elaborado por Equipo Consultor, 2026. Fuente: Equipo Consultor 2026; PFC: Proyecto fotovoltaico La Ceiba; OR: Ornitofauna

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Un total de 160 aves fueron registradas en los tres sitios muestreados en el área de estudio. La especie más abundante fue *Coragyps atratus* (Galinazo negro) con 16 individuos registrados. Mientras que, 5 especies (*Geranospiza caerulescens, Pheucticus chrysogaster, Cyanocorax mystacalis, Conothraupis speculigera, Turdus reevei*) con solo un idividuo cada una, se consideran raras.

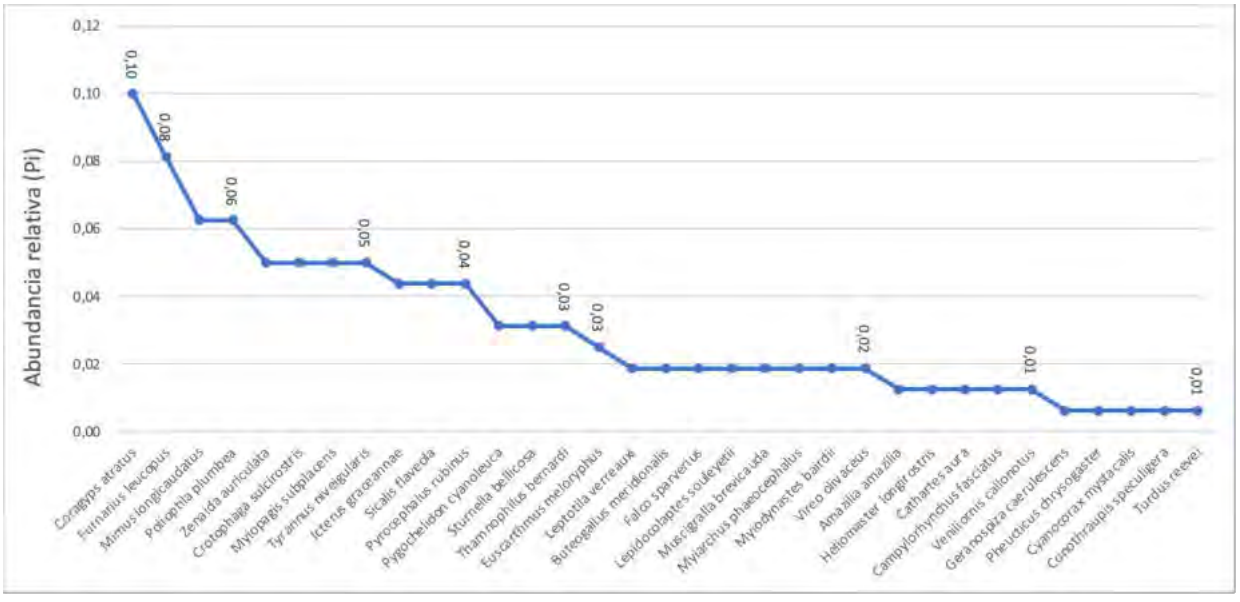
Figura 8-2-37. Abundancia de aves registradas en el área de estudio



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Se puede apreciar en general que la curva de las especies de aves se distribuye mayoritariamente de manera equitativa y descendente, con 2 especies (*Coragyps atratus, Furnarius leucopus*) que presentan una abundancia relativa mayor, aunque no dominante, sobre el resto de especies.

Figura 8-2-38. Curva rango-abundancia de aves registradas en el área de estudio



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- Resultados por sitio muestreado

Sitio PFC-OR001

Riqueza

Se registraron un total de 28 especies agrupadas en 19 familias y 07 órdenes avifaunísiticos. La familia con mayor riqueza de aves es Tyrannidae con 07 especies registradas. Mientras que, Passeriformes es el órden con mayor riqueza de familias (12) y especies (19) registradas.

Tabla 8-2-53. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR001

Örden	Familia	Especie
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia amazilia*
		Heliomaster longirostris
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*
		Zenaida auriculata
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*
Falconiformes	Accipitridae	*Buteogallus meridionalis*
	Falconidae	*Falco sparverius*
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus chrysogaster*
	Corvidae	*Cyanocorax mystacalis*
	Furnariidae	*Furnarius leucopus*
		Lepidocolaptes souleyetii
	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*
	Icteridae	*Icterus graceannae*
	Mimidae	*Mimus longicaudatus*
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*
	Thamnophilidae	*Thamnophilus bernardi*
	Thraupidae	*Sicalis flaveola*
	Troglodytidae	*Campylorhynchus fasciatus*
	Tyrannidae	*Euscarthmus meloryphus*
		Muscigralla brevicauda
		Myiarchus phaeocephalus

Örden	Familia	Especie
		Myiodynastes bairdii
		Myiopagis subplacens
		Pyrocephalus rubinus
		Tyrannus niveigularis
	Vireonidae	*Vireo olivaceus*
Piciformes	Picidae	*Veniliornis callonotus*

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Un total de 75 individuos de aves fueron registradas en el sitio PFC-OR001. Las especies más comunes fueron *Furnarius leucopus* (Hornero patipálido) y *Mimus longicaudatus* (Sisonte colilargo) con 07 y 06 individuos registrados, respectivamente. Mientras que, 08 especies (*Amazilia amazilia, Buteogallus meridionalis, Campylorhynchus fasciatus, Cyanocorax mystacalis, Euscarthmus meloryphus, Falco sparverius, Heliomaster longirostris)*, con solo un individuo cada una, se consideran raras.

Tabla 8-2-54. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR001

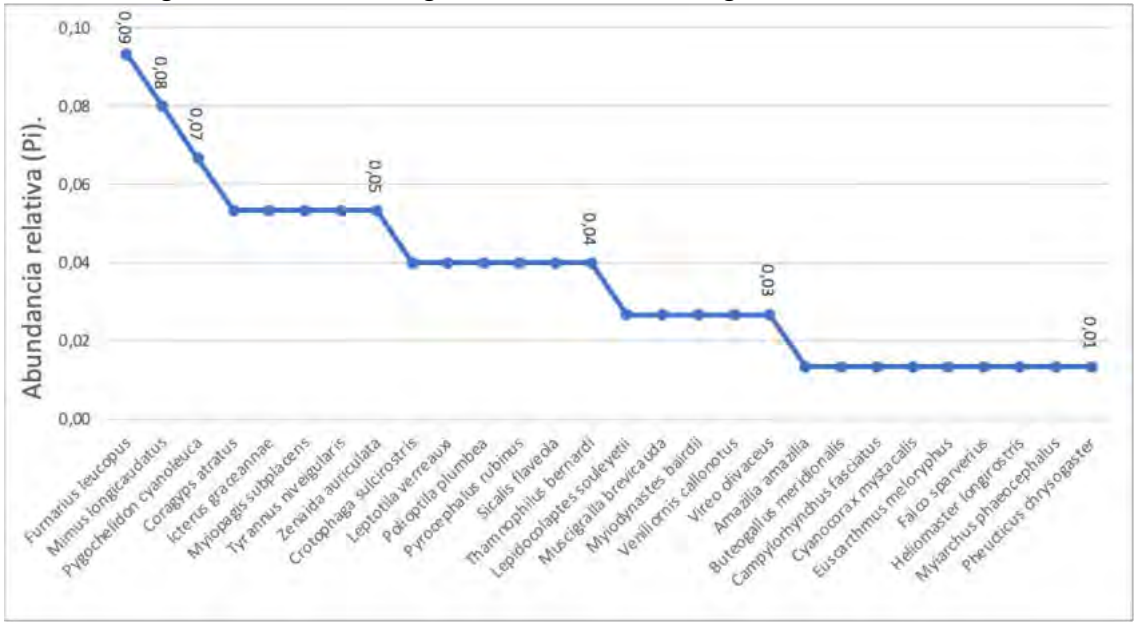
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Furnarius leucopus	7	0,09
Mimus longicaudatus	6	0,08
Pygochelidon cyanoleuca	5	0,07
Coragyps atratus	4	0,05
Icterus graceannae	4	0,05
Myiopagis subplacens	4	0,05
Tyrannus niveigularis	4	0,05
Zenaida auriculata	4	0,05
Crotophaga sulcirostris	3	0,04
Leptotila verreauxi	3	0,04
Polioptila plumbea	3	0,04
Pyrocephalus rubinus	3	0,04
Sicalis flaveola	3	0,04
Thamnophilus bernardi	3	0,04
Lepidocolaptes souleyetii	2	0,03

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Muscigralla brevicauda	2	0,03
Myiodynastes bairdii	2	0,03
Veniliornis callonotus	2	0,03
Vireo olivaceus	2	0,03
Amazilia amazilia	1	0,01
Buteogallus meridionalis	1	0,01
Campylorhynchus fasciatus	1	0,01
Cyanocorax mystacalis	1	0,01
Euscarthmus meloryphus	1	0,01
Falco sparverius	1	0,01
Heliomaster longirostris	1	0,01
Myiarchus phaeocephalus	1	0,01
Pheucticus chrysogaster	1	0,01
TOTAL	75	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Se puede apreciar en general que la curva de las especies en el sitio PFC-OR001 se distribuye mayoritariamente de manera equitativa y descendente, con unas pocas especies (*Furnarius leucopus, Mimus longicaudatus, Pygochelidon cyanoleuca*) que presentan una abundancia relativa mayor a las del resto de especies.

Figura 8-2-39. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Sitio PFC-OR002

Riqueza

Se registraron un total de 21 especies agrupadas en 15 familias y 07 órdenes avifaunísiticos. La familia con mayor riqueza de aves es Tyrannidae con 06 especies registradas. Mientras que, Passeriformes es el órden con mayor riqueza de familias (09) y especies (15) registradas.

Tabla 8-2-55. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR002

ÓRDEN	Familia	Especie
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranospiza caerulescens*
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia amazilia*
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*
Falconiformes	Accipitridae	*Buteogallus meridionalis*
Passeriformes	Furnariidae	*Furnarius leucopus*
	Icteridae	*Icterus graceannae*
	Mimidae	*Mimus longicaudatus*
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*
	Thamnophilidae	*Thamnophilus bernardi*
		Sicalis flaveola
	Troglodytidae	*Campylorhynchus fasciatus*
	Turdidae	*Turdus reevei*
	Tyrannidae	*Euscarthmus meloryphus*
		Muscigralla brevicauda
		Myiarchus phaeocephalus
		Myiodynastes bairdii
		Myiopagis subplacens
		Tyrannus niveigularis
	Vireonidae	*Vireo olivaceus*

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Un total de 45 individuos de aves fueron registradas en el sitio PFC-OR002. Las especies más abundantes fueron *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero piquiestriado) y *Polioptila plumbea* (Perlita Tropical) con 05 individuos registrados, cada una. Mientras que, 12 especies con solo un individuo cada una, se consideran raras y representan el 57% de la abundancia total registrada en este sitio de muestreo.

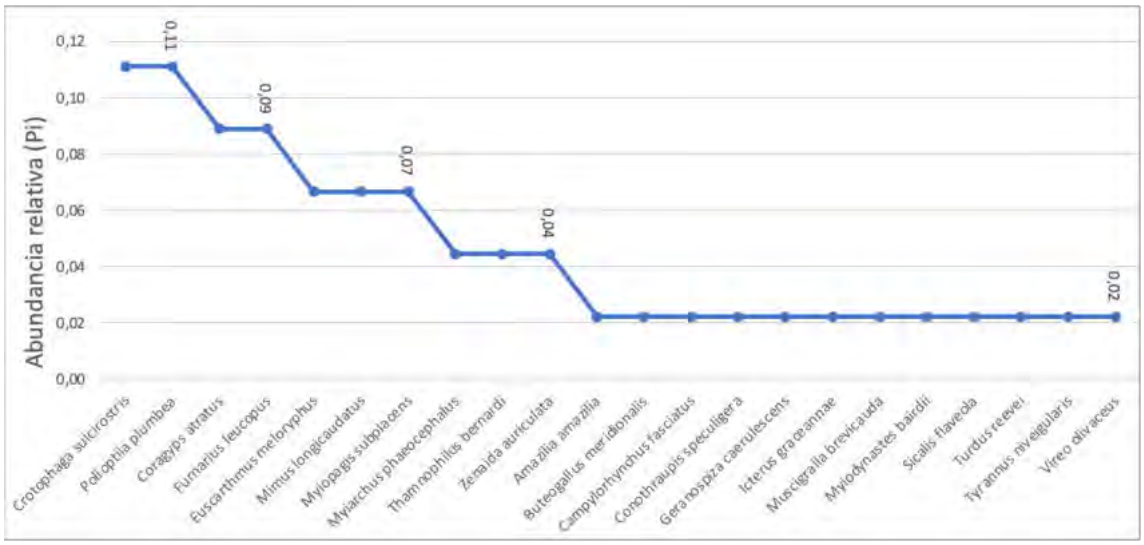
Tabla 8-2-56. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR002

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Crotophaga sulcirostris	5	0,11
Polioptila plumbea	5	0,11
Coragyps atratus	4	0,09
Furnarius leucopus	4	0,09
Euscarthmus meloryphus	3	0,07
Mimus longicaudatus	3	0,07
Myiopagis subplacens	3	0,07
Myiarchus phaeocephalus	2	0,04
Thamnophilus bernardi	2	0,04
Zenaida auriculata	2	0,04
Amazilia amazilia	1	0,02
Buteogallus meridionalis	1	0,02
Campylorhynchus fasciatus	1	0,02
Conothraupis speculigera	1	0,02
Geranospiza caerulescens	1	0,02
Icterus graceannae	1	0,02
Muscigralla brevicauda	1	0,02
Myiodynastes bairdii	1	0,02
Sicalis flaveola	1	0,02
Turdus reevei	1	0,02
Tyrannus niveigularis	1	0,02
Vireo olivaceus	1	0,02
TOTAL	**45**	**1,00**

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

La curva rango-abundancia indica una comunidad con alta riqueza específica (22 especies). Aunque unas pocas especies (*Crotophaga sulcirostris*, *Polioptila plumbea*, *Coragyps atratus* y *Furnarius leucopus*) concentran una mayor proporción de individuos, no dominan completamente la comunidad de aves. Además, la elevada cantidad de especies, (alrededor del 50%) con baja abundancia sugiere una comunidad diversa, en la que coexisten especies comunes y numerosas especies poco frecuentes, un patrón característico de ecosistemas con buena heterogeneidad ambiental.

Figura 8-2-40. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Sitio PFC-OR003

Riqueza

Se registraron un total de 16 especies agrupadas en 11 familias y 05 órdenes avifaunísiticos. La familia con mayor riqueza de aves es Tyrannidae con 3 especies registradas. Mientras que, Passeriformes es el órden con mayor riqueza de familias (6) y especies (10) registradas.

Tabla 8-2-57. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR003

Órden	Familia	Especie
Apodiformes	Trochilidae	*Heliomaster longirostris*
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*
		Coragyps atratus
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*
Falconiformes	Accipitridae	*Buteogallus meridionalis*
	Falconidae	*Falco sparverius*
Passeriformes	Furnariidae	*Furnarius leucopus*

Órden	Familia	Especie
		Lepidocolaptes souleyetii
	Icteridae	*Icterus graceannae*
		Sturnella bellicosa
	Mimidae	*Mimus longicaudatus*
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*
	Thraupidae	*Sicalis flaveola*
	Tyrannidae	*Myiopagis subplacens*
		Pyrocephalus rubinus
		Tyrannus niveigularis

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Un total de 40 individuos de aves fueron registradas en el sitio PFC-OR003. La especie más comun fue *Coragyps atratus* (Gallinazo negro) con 8 registrados. Mientras que, 5 especies *(Buteogallus meridionalis, Heliomaster longirostris, Lepidocolaptes souleyetii, Mimus longicaudatus, Myiopagis subplacens),* con solo un individuo cada una, se consideran raras.

Tabla 8-2-58. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR003

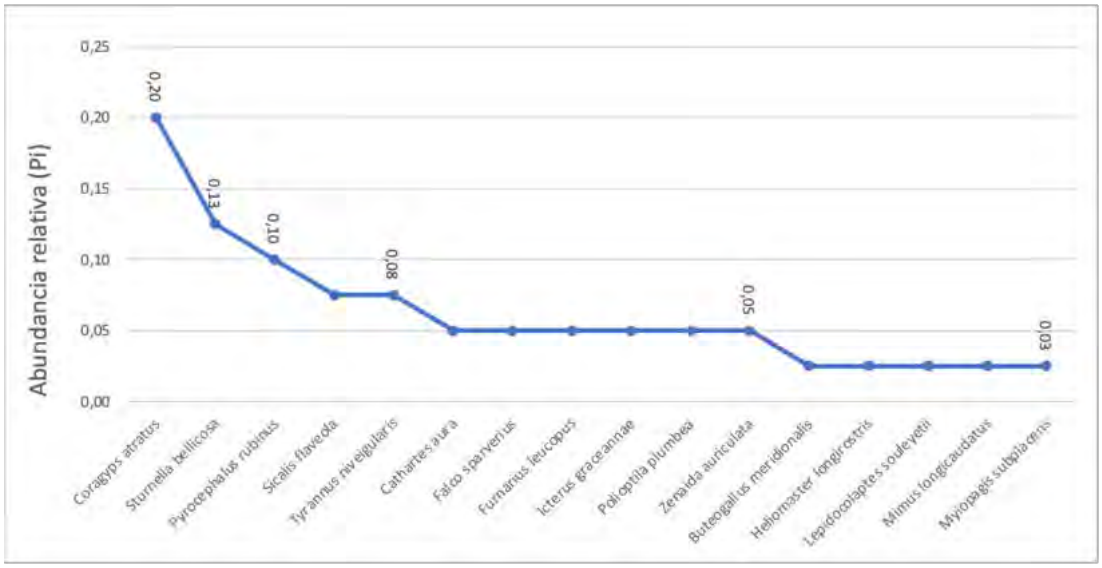
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Coragyps atratus	8	0,20
Sturnella bellicosa	5	0,13
Pyrocephalus rubinus	4	0,10
Sicalis flaveola	3	0,08
Tyrannus niveigularis	3	0,08
Cathartes aura	2	0,05
Falco sparverius	2	0,05
Furnarius leucopus	2	0,05
Icterus graceannae	2	0,05
Polioptila plumbea	2	0,05
Zenaida auriculata	2	0,05
Buteogallus meridionalis	1	0,03

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Heliomaster longirostris	1	0,03
Lepidocolaptes souleyetii	1	0,03
Mimus longicaudatus	1	0,03
Myiopagis subplacens	1	0,03
TOTAL	40	1,0

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

La curva de abundancia describe una comunidad con riqueza específica moderada (16 especies), equitatividad intermedia-baja y una dominancia relativamente alta de *Coragyps atratus* y otras dos especies comunes (*Sturnella bellicosa* y *Pyrocephalus rubinus*). La distribución de las abundancias muestra que unas pocas especies concentran una gran proporción de los individuos, mientras que la mayoría presenta abundancias bajas o intermedias. Este patrón es característico de comunidades donde ciertos recursos o condiciones ambientales favorecen a un reducido grupo de especies, lo que consideraríamos al PFC-OR003 como un sitio intervenido.

Figura 8-2-41. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR003



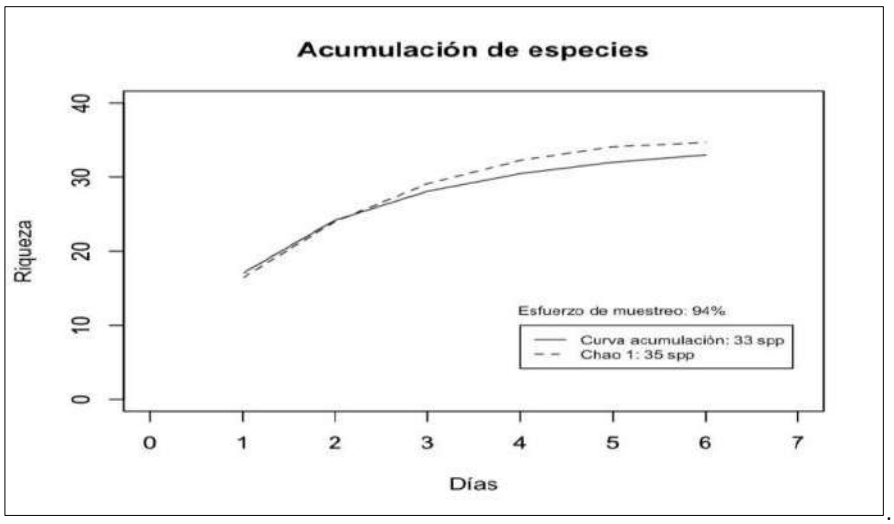
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Acumulación de especies e índice Chao.

Para este análisis se utilizaron únicamente datos cuantitativos de registros de aves en el área de estudio. La aplicación del Índice de Chao1 sugiere la presencia de 35 especies, frente a las 33 registradas en este muestreo. Los métodos utilizados han permitido registrar un número óptimo de especies de aves con alrededor del 94% de esfuerzo de muestreo en un total de 6 días muestreados. Cabe recalcar que este índice nos proyecta una visión esperada de la riqueza, aun asi hay que considerar que el resultado influye únicamente sobre un área específica y que la

riqueza podría variar acorde al área y efuerzo de muestreo pues existe una leve tendecia a la estabilización de la curva.

Figura 8-2-42. Curva de acumulación y Chao-1 para aves



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Diversidad.

Para este análsis se utilizó el índice de Shannon- Wiener en su logaritmo natural y el indice de Simpson en su forma 1-D. Los análisis fueron realizados con el software libre Past versión 5.3.

El índice de Shannon-Wiener mostró que el punto PFC-OR001 presentó la mayor diversidad de aves, con un valor de 3,34 nats/individuo, lo que evidencia una comunidad con alta riqueza de especies y una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas. Le siguió el punto PFC-OR002, con un valor de 3,12 nats/individuo, indicando también una comunidad con una riqueza de especies alta y con una estructura similar. En contraste, el punto PFC-OR003 registró el menor valor (2,74 nats/individuo), por lo que constituye el sitio menos diverso de los tres evaluados referentes a las comunidades de aves.

Por otro lado, el índice de Simpson (1-D) alcanzó su valor más alto en el punto PFC-OR001 (0,964), lo que indica una comunidad con baja dominancia y una distribución equitativa de los individuos entre las especies. Aunque algunas especies presentaron mayores abundancias relativas, como *Furnarius leucopus* (0,09; 9 %), *Mimus longicaudatus* (0,08; 8 %) y *Pygochelidon cyanoleuca* (0,06; 6 %), ninguna ejerció una dominancia marcada sobre el resto de la comunidad.

En el punto PFC-OR002, el índice de Simpson registró un valor de 0,955, reflejando igualmente una comunidad con alta equidad y baja dominancia. Las especies más abundantes fueron *Crotophaga sulcirostris* y *Polioptila plumbea*, ambas con una abundancia relativa de 0,11 (11 %), seguidas por *Coragyps atratus* y *Furnarius leucopus*, con 0,09 (9 %) cada una. La curva rango-abundancia mostró una distribución relativamente uniforme, sin evidenciar una especie claramente dominante.

Por su parte, el punto PFC-OR003 presentó el menor valor del índice de Simpson (0,920), lo que indica una comunidad con una dominancia ligeramente mayor respecto a los otros dos puntos de

muestreo. En este sitio, *Coragyps atratus* fue la especie más abundante (0,20; 20 %), seguida por *Sturnella bellicosa* (0,125; 12,5 %) y *Pyrocephalus rubinus* (0,10; 10 %). Asimismo, *Sicalis flaveola* y *Tyrannus niveigularis* registraron abundancias relativas de 0,075 (7,5 %) cada una. Aunque estas especies concentraron una mayor proporción de individuos, el resto de la comunidad mantuvo abundancias relativamente homogéneas, por lo que la dominancia observada puede considerarse moderada.

En general, los índices de Simpson y Shannon-Weaver con valores de 0.95 y 3.33 respectivamente, nos indican que el área en estudio es diversa en cuanto al grupo de las aves. Es decir, la distribución de las diferentes especies en el área de estudio mantiene o se distribuye de manera equitativa, en la cual registros altos de algunos individuos, como es el caso de *Coragyps atratus* (gallinazo negro) y *Furnarius leucopus* (Hornero Patipálido) no representan una dominancia relevante o significativa sobre la comunidad de aves en el área donde se desarrollará el proyecto.

Tabla 8-2-59. Diversidad de aves en el área de estudio

ÍNDICES	PFC-OR001	PFC-OR002	PFC-OR003	General
Riqueza	28	22	16	33
Abundancia	75	45	40	160
Simpson	**0,96**	0,95	0,92	**0,95**
Shannon	**3,34** nats/individuo	3,12 nats/individuo	2,74 nats/individuo	**3,33** nats/individuo

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Similaridad de Jaccard.

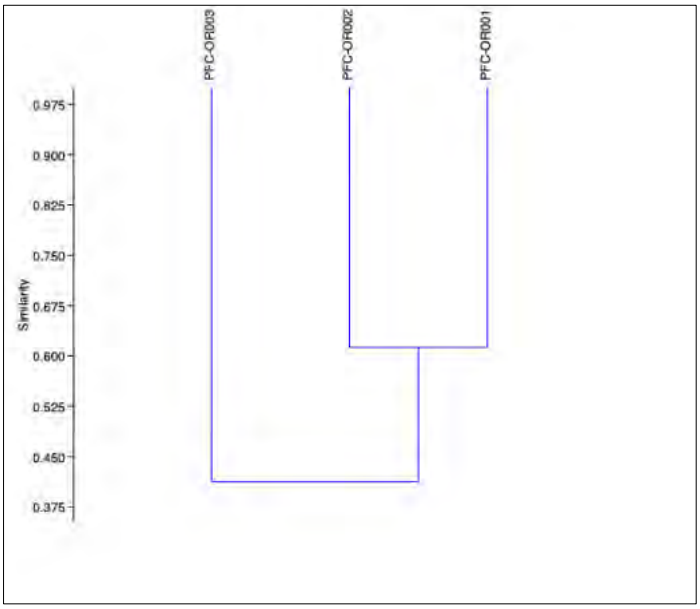
Se realizó un análisis de la similitud basado en el Índice de Jaccard y la construcción de un clúster para comprender la composición de los diferentes sitios estudiados. Se puede observar que el clúster genera un grupo representado por los puntos OR01 y OR02 con mayor similitud, alrededor del 60% de especies compartidas. El sitio OR03 presenta menos especies compartidas con los demás sitios.

Tabla 8-2-60. Índice de similitud de Jaccard para el componente aves

SITIOS	PFC-OR001	PFC-OR002	PFC-OR003
PFC-OR001	1	0,61	0,47
PFC-OR002	0,61	1	0,36
PFC-OR003	0,47	0,36	1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Figura 8-2-43. Similitud de aves – Índice Jaccard



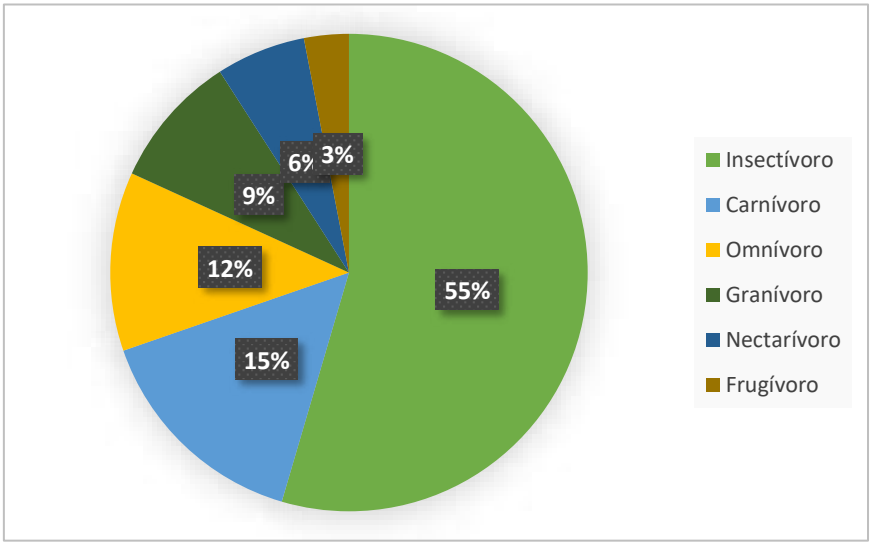
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Aspectos ecológicos

- *Nicho trófico*

Durante el levantamiento de avifauna en el área de estudio se pudo constatar que la mayoría de las especies registradas son insectívoras (55%), representando un grupo clave en el control biológico de plagas. También se reportó especies carnívoras y omnívoras, asociadas a zonas abiertas y áreas con cobertura herbácea o agrícola, que cumplen un papel esencial en la cadena trófica como "recicladores" de materia organica, en este caso se destaca la prescencia de *Coragyps atratus* (gallinazo negro). Los gremios menos representativos en el área de estudio refieren a los Nectarívoros y Frugívoros con 6% y 3% respectivamente.

Figura 8-2-44. Gremios tróficos de las especies de aves registradas



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

En el ANEXO 8-2-3 se presenta la base de datos del componente ornitofauna.

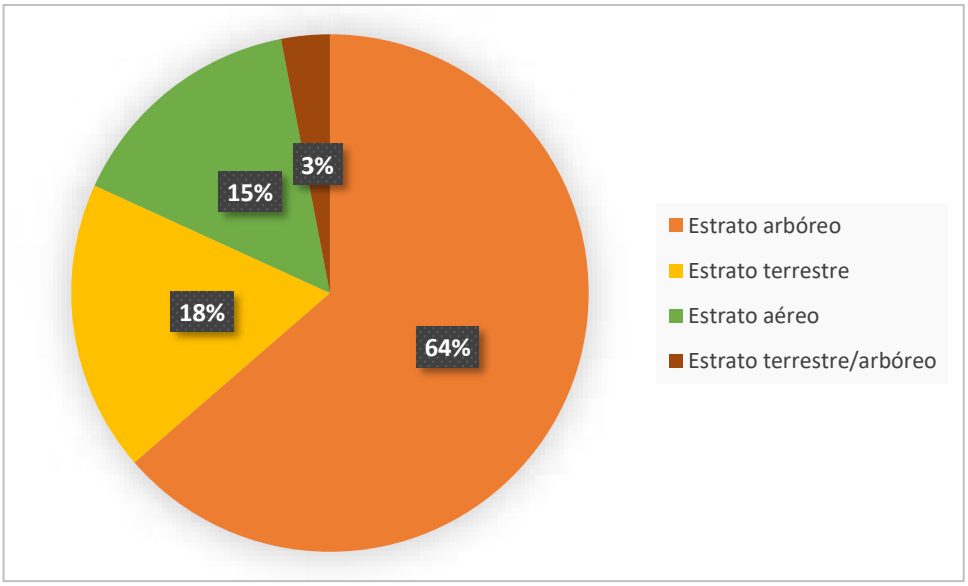
- *Hábito*

El 100% de las aves registradas en el área de estudio son de habitos diurnos. Esto fue constatado principalmente debido al horario de registro en campo.

- *Estrato vertical*

En cuanto a los estratos de usados por la avifauna presente en el área de estudio, se ve una presencia mayoritaria del uso del estrato arbóreo o dosel, que es usado por 21 especies presentes (64% del total de especies encontradas), lo que señala la importancia de la presencia de los árboles en el sitio, puesto que es el estrato más usado. Por otro lado, el estrato terrestre con el 18%, es la segunda categorïa de distribución vertical presente en el área de estudio.

Figura 8-2-45. Estrato vertical de las especies de aves registradas

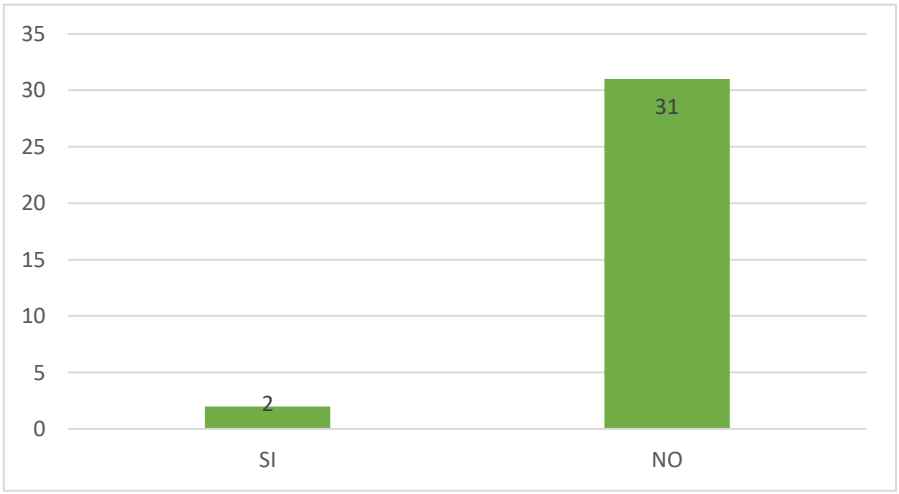


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.
En el ANEXO 8-2-3 se presenta la base de datos del componente ornitofauna.

- *Especies migratorias*

Se han identificado únicamente 02 especies calificadas como migratorias: *Conothraupis speculigera* y *Vireo olivaceus.* Tanto, *Conothraupis speculiger s*e reproduce en los bosques deciduos del noroeste de Perú y suroeste de Ecuador durante la temporada de lluvias (febrero-mayo) y migra hacia la Amazonía occidental. Mientras que, *Vireo olivaceus* presenta poblaciones migratorias boreales y australes, moviéndose largas distancias, con individuos que migran desde Norteamérica hacia el norte de Sudamérica.

Figura 8-2-46. Número de especies de aves migratorias registradas



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- *Endemismo*

En cuanto al endemismo, no se encontraron especies endémicas de Ecuador, y todas las especies registradas corresponden a especies nativas.

- *Estado de conservación*

Todas las especies de aves registradas durante el monitoreo en el área de influencia se encuentran clasificadas en la categoría de Preocupación Menor (LC) en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Sin embargo, la Lista Roja de Aves del Ecuador (Freile et al., 2019) incluye a *Conothraupis speculigera* y *Myiopagis subplacens* en la categoría de Casi amenazado (NT), además inlcuye a *Cyanocorax mystacalis* como Vulnerable (VU). El 89% de la riqueza total de aves están incluidas en la categoría de Preocupación menor (LC). Esta clasificación indica que, a nivel nacional e internacional, dichas especies no enfrentan actualmente un riesgo elevado de extinción y mantienen poblaciones estables (UICN, 2025). Además, muchas de ellas presentan características generalistas, con alta tolerancia a entornos intervenidos, lo cual se alinea con el contexto paisajístico de la zona, compuesto por áreas agrícolas, vegetación secundaria y sectores alterados.

El 15% de las especies registradas estan en el Apéndice II del CITES, la cual incluye a especies que no están necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe ser regulado para evitar que lleguen a estarlo. Se destacan a dos especies de colibries, *Amazilia amazilia, Buteogallus meridionalis, Falco sparverius, Geranospiza caerulescens y Heliomaster longirostris.*

Tabla 8-2-61. Especies de aves registradas en categorías de amenaza global y nacional

Especie	Lista Nacional	IUCN	CITES
Amazilia amazilia	LC	LC	Apéndice II
Buteogallus meridionalis	LC	LC	Apéndice II
Campylorhynchus fasciatus	LC	LC	NE
Cathartes aura	LC	LC	NE

Especie	Lista Nacional	IUCN	CITES
Conothraupis speculigera	NT	LC	NE
Coragyps atratus	LC	LC	NE
Crotophaga sulcirostris	LC	LC	NE
Cyanocorax mystacalis	VU	LC	NE
Euscarthmus meloryphus	LC	LC	NE
Falco sparverius	LC	LC	Apéndice II
Furnarius leucopus	LC	LC	NE
Geranospiza caerulescens	LC	LC	Apéndice II
Heliomaster longirostris	LC	LC	Apéndice II
Icterus graceannae	LC	LC	NE
Lepidocolaptes souleyetii	LC	LC	NE
Leptotila verreauxi	LC	LC	NE
Mimus longicaudatus	LC	LC	NE
Muscigralla brevicauda	LC	LC	NE
Myiarchus phaeocephalus	LC	LC	NE
Myiodynastes bairdii	LC	LC	NE
Myiopagis subplacens	NT	LC	NE
Pheucticus chrysogaster	LC	LC	NE
Polioptila plumbea	LC	LC	NE
Pygochelidon cyanoleuca	LC	LC	NE
Pyrocephalus rubinus	LC	LC	NE
Sicalis flaveola	LC	LC	NE
Sturnella bellicosa	LC	LC	NE
Thamnophilus bernardi	LC	LC	NE
Turdus reevei	LC	LC	NE
Tyrannus niveigularis	LC	LC	NE
Veniliornis callonotus	LC	LC	NE
Vireo olivaceus	LC	LC	NE
Zenaida auriculata	LC	LC	NE

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- *Especies indicadoras*

Varias de las aves registradas, alrededor del 44%, por ejemplo, *Zenaida auriculata, Coragyps atratus* y *Mimus longicaudatus*, son consideradas indicadoras de ambientes modificados o en transición, debido a su alta tolerancia a la actividad humana y su afinidad por hábitats abiertos, agroecosistemas o vegetación secundaria (Ridgely y Greenfield, 2006). La presencia de estas especies sugiere una perturbación moderada en el sitio de estudio, con estructuras vegetales simplificadas y disponibilidad de recursos muy generales.

Tabla 8-2-62. Especies de aves consideradas indicadoras de hábitat

Especies indicadoras	
Buen estado de ecosistema-bosque seco	
Myiopagis subplacens	
Polioptila plumbea	
Prefiere bosques secos y matorrales	
Cyanocorax mystacalis	
Muscigralla brevicauda	
Veniliornis callonotus	
Puede adaptarse a ecosistemas alterados	
Amazilia amazilia	*Pygochelidon cyanoleuca*
Cathartes aura	*Pyrocephalus rubinus*
Coragyps atratus	*Sicalis flaveola*
Falco sparverius	*Turdus reevei*
Furnarius leucopus	*Vireo olivaceus*
Mimus longicaudatus	*Zenaida auriculata*
Pheucticus chrysogaster	
Suceptible a degradación y fragmentación de bosque	
Campylorhynchus fasciatus	*Heliomaster longirostris*
Conothraupis speculigera	*Icterus graceannae*
Euscarthmus meloryphus	*Lepidocolaptes souleyetii*
Geranospiza caerulescens	*Myiarchus phaeocephalus*
Myiodynastes bairdii	

Especies indicadoras	
Thamnophilus bernardi	
Tyrannus niveigularis	

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

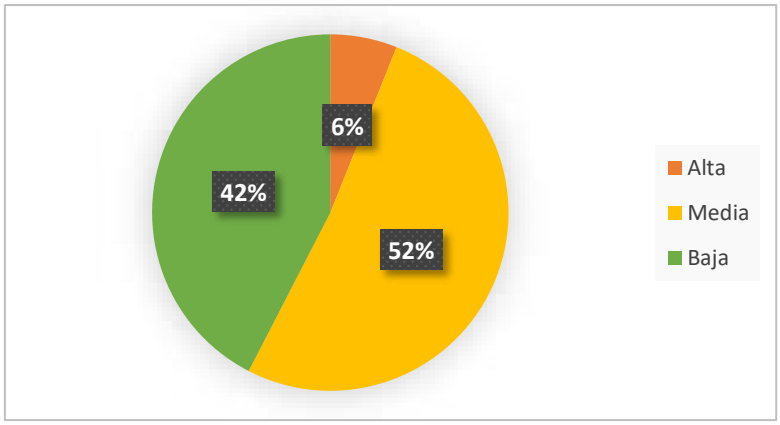
- *Sensibilidad de las especies*

El área de estudio cuenta con una presencia mayoritaria de especies de sensibilidad media con 52% de las especies. Estas especies pueden habitar tanto bosques secundarios avanzados como fragmentos de bosque, pero no prosperan en paisajes completamente abiertos y son especies que pueden verse moderadamente afectadas por actividades humanas, requiriendo aún la existencia de cierta conectividad del hábitat. Las especies registradas en esta categoría son: *Sturnella bellicosa, Mimus longicaudatus, Polioptila plumbea, Thamnophilus bernardi, Conothraupis speculigera, Sicalis flaveola, Campylorhynchus fasciatus, Turdus reevei, Euscarthmus meloryphus, Muscigralla brevicauda, Myiarchus phaeocephalus, Myiodynastes bairdii, Myiopagis subplacens, Pyrocephalus rubinus, Tyrannus niveigularis, Vireo olivaceus* y *Veniliornis callonotus.*

La segunda categoría de sensibilidad presente en el muestreo fueron las aves de sensibilidad baja con el 42%. Estas especies suelen ser asociadas a hábitats abiertos y perturbados, como zonas agrícolas, urbanas o plantaciones, además de tender a ser abundantes y con rangos amplios de distribución. Se enlistan las siguientes: *Heliomaster longirostris, Cathartes aura, Coragyps atratus, Leptotila verreauxi, Zenaida auriculata, Crotophaga sulcirostris, Buteogallus meridionalis, Falco sparverius, Pheucticus chrysogaster, Cyanocorax mystacalis, Furnarius leucopus, Lepidocolaptes souleyetii, Pygochelidon cyanoleuca* y *Icterus graceannae.*

La categoría de especies con sensibilidad alta tiene un aporte del 6%. Estas especies tienden a ser dependientes de hábitats primarios o condiciones específicas, así como estar restringidas a áreas con baja intervención humana, por lo que son vulnerables a la fragmentación y pérdida de hábitat, así como a la degradación ambiental. En este muestreo se registraron 02 especies: *Geranospiza caerulescens* y *Amazilia amazilia.*

Figura 8-2-47. Sensibilidad de las especies de aves



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- Discusión

La composición taxonómica registrada, dominada por el orden Passeriformes y la familia Tyrannidae, coincide con patrones típicos de ecosistemas secos y zonas intervenidas del sur del Ecuador. Este grupo incluye numerosas especies insectívoras generalistas, lo cual se refleja en la alta proporción de este gremio trófico (55%). La predominancia de aves insectívoras sugiere que, a pesar de la intervención antrópica, el área aún mantiene cierta funcionalidad ecológica, especialmente en términos de control biológico de insectos.

No obstante, la estructura de la comunidad también evidencia señales claras de perturbación. La presencia significativa de especies indicadoras de ambientes alterados, como *Zenaida auriculata*, *Mimus longicaudatus* y *Coragyps atratus*, sugiere que el paisaje presenta una matriz altamente modificada, con predominio de hábitats abiertos, fragmentados o en sucesión secundaria. Esto se refuerza con la baja representación de especies frugívoras y nectarívoras, grupos que suelen depender de una mayor complejidad estructural y disponibilidad de recursos vegetales.

El análisis por sitios revela diferencias importantes en la composición y estructura de la avifauna. El sitio PFC-OR001 presenta la mayor riqueza y abundancia, lo cual podría estar asociado a la presencia de remanentes de vegetación de ribera, que ofrecen mayor heterogeneidad de microhábitats y recursos. En contraste, el sitio PFC-OR003, caracterizado por una mayor intervención, presenta la menor riqueza (16 especies) y una mayor dominancia de pocas especies, lo que indica una simplificación de la comunidad biológica. El sitio PFC-OR002 muestra valores intermedios, aunque con una alta proporción de especies raras, lo que podría reflejar una comunidad inestable o en transición.

El análisis de similitud de Jaccard respalda estas observaciones, evidenciando una mayor afinidad entre los sitios PFC-OR001 y PFC-OR002 (61%), mientras que PFC-OR003 se muestra más diferenciado. Esta segregación sugiere que el grado de intervención y la estructura del hábitat son factores determinantes en la composición de la comunidad de aves. El análisis de similitud de Jaccard mostró que PFC-OR001 y PFC-OR002 comparten el 61 % de las especies registradas, lo que indica que ambos sitios presentan condiciones ambientales similares y una composición de avifauna comparable. En cambio, PFC-OR003 presentó una menor similitud con los otros dos puntos, lo que podría reflejar diferencias en la estructura de la vegetación, el uso del suelo o las condiciones microambientales que influyen en la distribución de las especies.

En términos ecológicos, estos resultados son consistentes con la dinámica del bosque seco tumbesino, donde la composición de las comunidades de aves responde a la heterogeneidad del paisaje y al mosaico de bosques conservados, vegetación secundaria y áreas intervenidas. La presencia de especies características del bosque seco, junto con especies generalistas, evidencia que la comunidad de aves está influenciada tanto por las condiciones naturales del ecosistema como por el grado de transformación del hábitat.

En términos de esfuerzo de muestreo, la curva de acumulación de especies y el estimador Chao1 indican que se alcanzó aproximadamente el 94% de la riqueza esperada, lo que sugiere que el inventario es representativo del área de estudio. Sin embargo, la ligera tendencia a la estabilización de la curva indica que podrían registrarse algunas especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo, especialmente aquellas de baja detectabilidad.

Desde una perspectiva ecológica, el predominio de especies de sensibilidad media (52%) y baja (42%), junto con la escasa representación de especies altamente sensibles (6%), confirma que el área presenta condiciones de perturbación moderada. Las especies sensibles, principalmente

asociadas a hábitats mejor conservados, son menos frecuentes, lo que evidencia la pérdida de condiciones óptimas para su permanencia. Asimismo, el uso predominante del estrato arbóreo (64%) resalta la importancia de los remanentes de vegetación arbórea como elementos clave para la conservación de la avifauna local.

En cuanto al estado de conservación, aunque la mayoría de las especies se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC) a nivel global, la presencia de especies catalogadas como Casi Amenazadas (NT) y Vulnerables (VU) a nivel nacional resalta la importancia del área como hábitat para especies de interés de conservación. Además, el registro de especies migratorias como *Conothraupis speculigera* y *Vireo olivaceus* evidencia el valor del área dentro de rutas o dinámicas de conectividad regional.

En conjunto, los resultados indican que el área de estudio corresponde a un ecosistema de bosque seco intervenido, con una comunidad de aves dominada por especies generalistas y adaptadas a condiciones alteradas. Si bien aún se conserva la diversidad de aves, la estructura de la comunidad refleja procesos de simplificación ecológica asociados a la fragmentación y al uso antrópico del suelo.

En este contexto, la implementación del proyecto deberá considerar medidas de manejo orientadas a la conservación de remanentes de vegetación, la restauración de áreas degradadas y el mantenimiento de conectividad ecológica, con el fin de mitigar impactos adicionales sobre la avifauna y favorecer la permanencia de especies más sensibles.

- Conclusiones.

El área de implantación del Proyecto Fotovoltaico alberga una comunidad de aves representativa del bosque seco tumbesino del cantón Zapotillo, registrándose 33 especies, 160 individuos, 21 familias y 8 órdenes, lo que evidencia una diversidad biológica importante dentro de un paisaje con diferentes niveles de intervención antrópica.

Los índices de diversidad reflejan una distribución relativamente equilibrada de las especies registradas. Asimismo, el estimador Chao1 y la curva de acumulación demuestran que el esfuerzo de muestreo alcanzó aproximadamente el 94 % de la riqueza esperada, por lo que el inventario obtenido puede considerarse representativo de las condiciones actuales del sitio.

La composición de la avifauna estuvo dominada por especies generalistas y adaptadas a ambientes intervenidos, principalmente Passeriformes e insectívoros, situación coherente con un paisaje donde predominan remanentes de bosque seco, vegetación secundaria, áreas agropecuarias y sectores previamente alterados. Sin embargo, la presencia de especies asociadas al bosque seco evidencia que aún persisten elementos ecológicos importantes que contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad local.

El sitio PFC-OR001 presentó la mayor riqueza y diversidad de especies debido a la presencia de remanentes de vegetación ribereña y mayor heterogeneidad estructural, mientras que PFC-OR003 registró menor riqueza y mayor dominancia de especies oportunistas, reflejando un mayor grado de intervención. Estos resultados demuestran que la conservación de los remanentes de vegetación nativa constituye un factor determinante para mantener la diversidad de aves dentro del área de influencia del proyecto.

Aunque la mayoría de las especies registradas se encuentran categorizadas como Preocupación Menor (LC) a nivel internacional, se identificaron especies consideradas Casi Amenazadas (NT) y una especie Vulnerable (VU) a nivel nacional, además del registro de dos especies migratorias. Esto resalta la importancia del área como hábitat funcional para especies de interés para la conservación y justifica la implementación de medidas específicas de manejo durante las diferentes fases del proyecto.

El predominio de especies con sensibilidad media y baja frente a la perturbación indica que la comunidad de aves presenta cierta capacidad de adaptación a las modificaciones del paisaje; sin embargo, la presencia de especies con alta sensibilidad demuestra que aún existen microhábitats que requieren ser conservados para evitar una disminución de la calidad ecológica del bosque seco.

- Recomendaciones.

Se recomienda implementar acciones de mitigación ambiental orientadas a conservar y restaurar microhábitats utilizados por la avifauna, como la protección de relictos de vegetación, la revegetación con especies nativas a lo largo de los bordes de la infraestructura, y la preservación de corredores ecológicos naturales, incluye los relictos de vegetacio4n a lo largo de los cursos de agua, quebradas, etc. Además, es conveniente realizar monitoreos periódicos para evaluar posibles cambios en la composición de aves a lo largo del tiempo, especialmente en respuesta a la operación y mantenimiento de la infraestrucutra del proyecto. Estas medidas contribuirán a mantener el equilibrio ecológico del territorio y permitirán detectar oportunamente la influencia de las actividades del proyecto sobre la comunidad de aves.

A partir de los resultados obtenidos en el estudio de avifauna, se recomienda implementar un conjunto de medidas orientadas a la conservación y restauración de los microhábitats utilizados por las aves, priorizando la protección de los remanentes de vegetación nativa, especialmente aquellos asociados a bosque seco y vegetación de ribera, los cuales ofrecen mayor heterogeneidad estructural y disponibilidad de recursos. Es fundamental promover procesos de restauración ecológica mediante la revegetación con especies nativas que permitan recuperar la estructura vertical del hábitat (estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo), considerando que la mayoría de las especies registradas utiliza el estrato arbóreo. Asimismo, se recomienda mantener árboles aislados, cercas vivas y parches de vegetación secundaria, ya que cumplen un rol clave como sitios de percha, alimentación y conectividad en paisajes fragmentados. De igual manera, se deben establecer franjas de amortiguamiento y limitar actividades antrópicas intensivas en zonas sensibles, con el fin de reducir la fragmentación y evitar la pérdida adicional de hábitat.

En cuanto a la conectividad ecológica, es indispensable conservar y fortalecer los corredores naturales presentes en el área, destacando principalmente la vegetación de ribera asociada al río Chira y las quebradas existentes dentro del área de estudio, así como los remanentes de bosque seco que conectan los sitios con mayor similitud ecológica, como PFC-OR001 y PFC-OR002. Estos elementos del paisaje facilitan el desplazamiento de las especies, el flujo genético y la persistencia de poblaciones, por lo que deben ser integrados como componentes clave dentro del Plan de Manejo Ambiental.

Se recomienda además implementar un programa de monitoreo periódico de la avifauna, con una frecuencia al menos semestral durante las diferentes fases del proyecto, utilizando metodologías

estandarizadas como puntos de conteo y observación directa. Este monitoreo deberá enfocarse en especies indicadoras de perturbación, tales como *Zenaida auriculata, Mimus longicaudatus y Coragyps atratus*, así como en especies sensibles a la alteración del hábitat (*Geranospiza caerulescens, Amazilia amazilia)*, especies de interés de conservación a nivel nacional (*Conothraupius speculigera, Cyanocorax mystacalis, Myiopagis subplacens*) y especies migratorias (*Conothraupius speculigera, Vireo olivaceus*), con el fin de evaluar cambios en la estructura de la comunidad y la efectividad de las medidas implementadas.

Se evitará la remoción innecesaria de vegetación durante los períodos de mayor presencia de especies migratorias, programando las actividades de mayor intensidad fuera de estas épocas cuando sea técnica y operativamente posible. En caso de evidenciar disminuciones significativas en la presencia de especies migratorias respecto a la línea base, deberá realizarse una evaluación técnica para determinar las causas y establecer medidas complementarias de manejo, restauración o compensación ecológica.

Se conservarán prioritariamente los remanentes de vegetación nativa y los microhábitats donde fueron registradas especies indicadoras de bosque seco, tales como *Myiopagis subplacens*, *Polioptila plumbea*, *Cyanocorax mystacalis*, *Muscigralla brevicauda* y *Veniliornis callonotus*, evitando intervenciones innecesarias en estos sectores. Se desarrollarán actividades de restauración ecológica utilizando exclusivamente especies vegetales nativas del bosque seco, priorizando la recuperación de la vegetación en los bordes de la infraestructura y en sectores con menor cobertura vegetal, con el propósito de mejorar la disponibilidad de hábitat para las especies indicadoras y favorecer la conectividad ecológica.

Finalmente, se identifica al sitio PFC-OR001 como el sector de mayor valor ecológico dentro del área de estudio, debido a su mayor riqueza, abundancia y heterogeneidad de hábitats, asociada principalmente a la presencia de vegetación de ribera. En este sentido, se recomienda priorizar este sector para la implementación de medidas de conservación, evitando intervenciones directas y estableciendo zonas de protección que garanticen la permanencia de la avifauna y el mantenimiento de las funciones ecológicas del ecosistema. En conjunto, estas acciones permitirán mitigar los impactos del proyecto y favorecer la conservación de la biodiversidad en un entorno caracterizado por un bosque seco intervenido.

En el ANEXO 8-2-3 se presenta la base de datos del componente ornitofauna, Además, se adjunta la tabla de de coordenadas sujeridas para los futuros monitoreos.

Tabla 8-2-63. Coordenadas sujeridas para monitoreos posteriores – Componente ornitofauna

COMPONENTE	CÓDIGO	X	Y	TRANSECTO	METODOLOGÍA
Ornitofauna	PFC-OR001-RN	586213	9519218	Inicio	Redes de Neblina
Ornitofauna	PFC-OR001-RN	586362	9519085	Final	Redes de Neblina
Ornitofauna	PFC-OR001-PC	585779	9519630	Inicio	Puntos de conteo
Ornitofauna	PFC-OR001-PC	586526	9518964	Final	Puntos de conteo
Ornitofauna	PFC-OR002-RN	587257	9519602	Inicio	Redes de Neblina

Ornitofauna	PFC-OR002-RN	587215	9519405	Final	Redes de Neblina
Ornitofauna	PFC-OR002-PC	586339	9520793	Inicio	Puntos de conteo
Ornitofauna	PFC-OR002-PC	586873	9519946	Final	Puntos de conteo
Ornitofauna	PFC-OR003-RN	586818	9521271	Inicio	Redes de Neblina
Ornitofauna	PFC-OR003-RN	587017	9521246	Final	Redes de Neblina
Ornitofauna	PFC-OR003-PC	586676	9521683	Inicio	Puntos de conteo
Ornitofauna	PFC-OR003-PC	587466	9521070	Final	Puntos de conteo

8.2.3.3. Herpetofauna

- Introducción.

En Ecuador se han registrado, hasta marzo del 2025, 698 especies de anfibios (Ron et al., 2024) y aproximadamente 512 especies de reptiles en el territorio continental y en las islas Galápagos, incluyendo especies marinas (Torres-Carvajal et al., 2024). Esta extraordinaria diversidad ubica al país como el tercero a nivel mundial en número de especies de anfibios y décimo en diversidad de reptiles, pero primero en densidad de especies por unidad de superficie, lo que resalta su relevancia biogeográfica a escala global.

Los anfibios y reptiles son organismos particularmente sensibles a las condiciones del entorno y presentan una marcada fidelidad a microhábitats específicos, seleccionados en función de sus requerimientos tróficos y eco fisiológicos. Entre los factores ambientales que influyen en la selección de hábitat se encuentran la temperatura, disponibilidad de cuerpos de agua, tipo de sustrato y cobertura vegetal. En general, muchas especies prefieren áreas con alta complejidad estructural y vegetación densa, ya que esto proporciona mayores oportunidades para la reproducción, refugio contra depredadores y disminución de la competencia inter e intraespecífica.
Debido a esta estrecha relación con su entorno, la presencia y abundancia de estos grupos faunísticos se considera un indicador confiable de la calidad ambiental, siendo ampliamente utilizados en programas de monitoreo ecológico (Belamendia, 2010).

- Área de estudio.

El área de estudio se encuentra al sur del Ecuador en la provincia de Loja, cantón Zapotillo, en las siguientes coordenadas referenciales: 586422, 9520607 (UTM, Zona 17 M) a una altitud aproximada de 230 msnm. En general, Zapotillo presenta una temperatura entre 22 y 25 ºC y una precipitación variable entre 239 y 713 mm (PDOT Zapotillo, 2023). Esta área se ubica en una zona mayoritariamente de Bosque deciduo de tierras bajas de Jama-Zapotillo y en menor medida, zonas de Intervención, según el mapa de ecosistemas del Ecuador continental (MAE, 2013). En el área circundante se puede observar una cobertura vegetal altamente fragmentada y diferentes actividades antrópicas como expansión urbana, apertura de vías, ganadería y zonas agrícolas.

- Fase de Campo

Muestreo Cuantitativo. Se efectuarán muestreos diurnos y nocturnos. El muestreo diurno se realizará a las 8:00 de la mañana hasta las 12:00 aproximadamente y el muestreo nocturno desde las 19:30 hasta las 23:30. Para el muestreo de anfibios y reptiles, se utilizará y modificará las siguientes técnicas estandarizadas de muestreo propuestas por Heyer et al. (1994) y Lips et al. (2001). Este tipo de muestreo se realizará en los bosques y remanentes de bosques, áreas cercanas al proyecto.

Marcaje de transectos y Registro por Encuentro Visual — REV

Para el levantamiento cuantitativo de la herpetofauna se establecieron tres transectos lineales de 500 m de longitud × 2 m de ancho, los cuales constituyeron las unidades de muestreo estandarizadas. Cada transecto fue recorrido durante periodos diurnos y nocturnos mediante la

metodología de Registro por Encuentro Visual —REV—, aplicando un esfuerzo uniforme entre los tres sitios de muestreo.

El área cuantitativa de búsqueda correspondió exclusivamente a la franja comprendida dentro de los 2 m de ancho del transecto, es decir, un metro a cada lado de su eje central. Los individuos detectados dentro de esta franja fueron considerados registros cuantitativos y utilizados en los análisis de riqueza, abundancia, diversidad y similitud entre sitios.

Búsquedas libres complementarias

De manera adicional al muestreo cuantitativo, se efectuaron búsquedas libres de carácter cualitativo en los sectores adyacentes a cada transecto. Estas búsquedas se realizaron dentro de una franja lateral máxima de 30 m desde el eje del transecto, sin prolongar el recorrido más allá de las coordenadas de inicio y fin de la unidad de muestreo correspondiente. Por lo tanto, el área complementaria estuvo espacialmente vinculada al mismo transecto, pero no fue considerada parte de la franja cuantitativa de 500 × 2 m.

Durante las búsquedas libres, el observador se desplazó desde el transecto hacia microhábitats con potencial presencia de anfibios y reptiles y posteriormente retornó al mismo punto del recorrido antes de continuar avanzando. Las inspecciones se dirigieron a hojarasca acumulada, troncos caídos, cortezas desprendidas, rocas, grietas, raíces, cavidades, vegetación arbustiva, ramas bajas, cuerpos de agua temporales y otros refugios disponibles en el entorno inmediato.

Las búsquedas complementarias se realizaron en los tres transectos, bajo los siguientes criterios:

1. No sobrepasar una distancia lateral máxima de 30 m respecto al eje del transecto.

2. Mantenerse dentro del tramo comprendido entre las coordenadas de inicio y fin del transecto correspondiente.

3. Inspeccionar únicamente microhábitats accesibles, sin establecer nuevas líneas de recorrido.

4. Retornar al punto de salida del transecto después de revisar cada microhábitat.

5. Registrar la especie, número de individuos, periodo de actividad —diurno o nocturno—, microhábitat y transecto de referencia.

6. Asignar cada observación al transecto del cual se originó la búsqueda, sin considerarla como una nueva unidad de muestreo.

7. Mantener estos registros separados de la matriz cuantitativa utilizada para calcular índices ecológicos.

Debido a que estas inspecciones no contaron con una longitud lineal propia ni con una franja continua de recorrido, no se establecieron transectos adicionales, centroides ni coordenadas independientes. Su delimitación espacial estuvo definida por el eje y los extremos del transecto REV al que estuvieron asociadas, así como por la distancia lateral máxima establecida. Los registros obtenidos mediante esta modalidad fueron utilizados exclusivamente para complementar el inventario cualitativo y documentar especies de baja detectabilidad o asociadas a microhábitats no comprendidos dentro de la franja cuantitativa.

Técnicas de búsqueda

Durante los recorridos se efectuó la remoción manual y cuidadosa de hojarasca, troncos pequeños, piedras y otros refugios naturales. Después de cada inspección, los elementos removidos fueron colocados nuevamente en su posición original para reducir la alteración del microhábitat.

Los muestreos diurnos se orientaron principalmente a la detección de reptiles de actividad diurna, como lagartijas y serpientes, así como anfibios activos durante el día. Los recorridos nocturnos se enfocaron en anfibios y reptiles nocturnos, periodo en el que el método REV presenta mayor efectividad para detectar especies activas, vocalizando o expuestas sobre el suelo y la vegetación (Pearman, Velasco y López, 1995).

Tabla 8-2-64. Transectos de muestreo PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba

CÓDIGO	ORDEN	X	Y	FECHA	Elevación (m.s.n.m)	METODOLOGÍA	HÁBITAT
PFC-HR01	Inicio	586762	586762,89	9518882,00	229 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina
PFC-HR01	Final	586314	586318,00	9519132,00	220 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina
PFC-HR02	Inicio	586956	586956,65	9520822,00	242 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina
PFC-HR02	Final	586650	586650,72	9520399,00	222 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina
PFC-HR03	Inicio	586457	586628,00	9521715,00	238 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina
PFC-HR03	Final	587028	587028,54	9521442,00	235 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

En el MAPA NRO. 28 se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo de herpetofauna.

Tabla 8-2-65. Esfuerzo del levantamiento de línea base biótica para herpetofauna mediante la metodología de Registro por Encuentro Visual

Punto de muestreo	Metodología	Área por transecto (m^2)	Horas/día	N.º días	Horas totales
PFC-HRO1	Transecto lineal REV	1.000	8	3	24
PFC-HRO2	Transecto lineal REV	1.000	8	3	24
PFC-HRO3	Transecto lineal REV	1.000	8	3	24
Total		**3.000**			**92 h**

Donde: REV= Registro por encuentro visual y PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Manejo de especímenes:

Para la identificación de las especies, en primer lugar, los anfibios y reptiles fueron transportados en fundas plásticas y en fundas de tela respectivamente. Los especímenes de anfibios y reptiles capturados in situ en el área del proyecto propuesto serán identificados en el campo, mediante la experiencia del investigador y mediante el uso de claves taxonómicas (Torres-Carvajal, 2007, 2001, 2000; Vitt y De La Torre, 1996; Pérez-Santos, 1991). Una vez finalizadas las fotografías de los individuos se procederá a liberarlos en su hábitat natural en la noche, después de realizar la réplica, para de esta manera evitar el reconteo de las especies.

Inspecciones a sitios de apareamiento y cuerpos de agua

En el área de estudio, ubicada en la localidad de La Ceiba, cantón Zapotillo, predominan ecosistemas de bosque seco tropical con marcada estacionalidad hídrica, caracterizados por la presencia de cauces y drenajes de régimen intermitente, que permanecen secos durante gran parte del año y solo presentan escorrentía superficial en la época lluviosa (Aguirre et al., 2006; Datry et al., 2014).

Durante la inspección in situ, las coordenadas X: 586622, Y: 9521714 y X: 586541, Y: 9520753 correspondieron a lechos secos de drenajes estacionales, sin presencia de lámina de agua permanente al momento del muestreo, por lo que no constituyeron cuerpos de agua funcionales para la herpetofauna acuática o semiacuática en ese periodo (Datry et al., 2014).

No obstante, el levantamiento de información sí incluyó el muestreo de cuerpos de agua temporales y pozas residuales disponibles (Anexo fotográfico), los cuales representaron los microhábitats acuáticos funcionales presentes en el área. Esto se evidencia en el registro de especies con reproducción dependiente del agua, como *Epipedobates anthonyi*, *Leptodactylus labrosus* y *Engystomops randi*, cuya biología reproductiva está asociada a cuerpos de agua temporales o estacionales (Duellman & Trueb, 1994; Ron et al., 2022).

- Fase de gabinete.

Los individuos capturados se trasladaron al campamento en fundas plásticas para los anfibios y en tela los reptiles, cuidando que los mismos tengan las condiciones necesarias para su supervivencia y su liberación. Para cada espécimen se tomará datos como: hora de captura, tipo de vegetación donde fue capturado, sustrato, actividad y condiciones climáticas. Para facilitar el trabajo de identificación se fotografió un individuo de cada especie, para obtener un catálogo con referencias fotográficas de los anfibios y reptiles presentes.

Identificación de especímenes.

Los patrones de distribución y estado de conservación de las especies fueron revisados en Anfibios del Ecuador (Ron et al. 2024) y de la UICN Red List of Threatened Species (UICN, 2025).

La identificación de especies fue realizada usando la base de datos de Fauna Web, concretamente las bases de datos especializadas "Anfibios del Ecuador" y "Reptiles del Ecuador" (Ron et al 2024; Torres-Carvajal et al 2024). Además de la experiencia del investigador.

Análisis de datos.

Toda la información levantada en campo será sintetizada en una base de datos, separando a cada uno de los puntos, para así poder analizar la abundancia, riqueza y diversidad de la herpetofauna presente en el área de estudio. El procesamiento de la información se realizará a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos a base de la metodología establecida para la evaluación de la herpetofauna de las diferentes áreas de estudio, para lo cual se sigue la propuesta de por (Heyer, Donnelly, McDiarmid, Hayek, & Foster, 1994).

- Riqueza

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxas bien conocidos y de manera puntual en tiempo y espacio (Moreno, 2001).

- Abundancia Total y Relativa

La abundancia total constituye el número de individuos capturados y o registrados en cada uno de los puntos de muestreo, en cada área analizada (Halffer et al. 2001) Se analizará la abundancia relativa (Pi) y la riqueza específica en cada punto, tratando de comparar el nivel de estructura y cómo van fluctuando estas variables dependientes. La curva abundancia-diversidad es una herramienta empleada para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y seminaturales (Magurran 1989), se basa en el cálculo de la abundancia relativa (Pi) dividiendo el número de individuos de la especie i para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

Donde pi= ni/N

ni = es el número de individuos de la especie i, divididos para el número total de individuos de la muestra (N).

- Diversidad

Índice de Diversidad de Shannon Wiener

Expresa uniformidad o equitatividad de las especies, su capacidad discriminadora es pobre y tiene una moderada sensibilidad al tamaño muestral (Magurran, 1987). Su expresión de cálculo es:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} p_i \, ln \, p_i$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener
Σ = Es la sumatoria
S = Número de especies
pi = proporción de individuos de la especie *i* divididos para el número total de individuos de la muestra (N).
Ln = logaritmo natural de pi

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') se calculó utilizando el logaritmo natural (ln) por lo que los valores se expresan en nats, los análisis de diversidad fueron realizados mediante el programa PAST (Paleontological Statistics), a partir de las abundancias absolutas registradas en cada punto de muestreo, aplicando las fórmulas correspondientes para los índices de diversidad. Este índice mide la heterogeneidad de la comunidad considerando tanto la riqueza como la equitatividad de las especies, y no presenta categorías cualitativas predefinidas (alta, media o baja diversidad), por lo que su interpretación se basa en la comparación relativa entre sitios o comunidades (Magurran, 1988; Moreno, 2001). Es necesario mencionar que, los valores obtenidos al aplicar este índice no deberían utilizarse como criterio único y definido para expresar la biodiversidad de un área determinada, pues las escalas utilizadas en estos índices reducen el amplio espectro real de riqueza de los componentes bióticos.

Índice de Diversidad de Simpson

El índice de Simpson se utilizó en su forma complementaria (1 − D), donde D representa la dominancia de Simpson. En esta expresión, los valores se interpretan como una medida de equitatividad, donde valores cercanos a 1 indican una distribución más equitativa de los individuos entre las especies, mientras que valores cercanos a 0 reflejan una mayor dominancia de una o pocas especies. Este índice no presenta rangos cualitativos predefinidos (bajo, medio o alto), por lo que su interpretación se basa en comparaciones relativas entre sitios (Magurran, 1988; Moreno, 2001). $D = -\sum p_i^2$

Donde:
D = Índice de Simpson
pi = Abundancia proporcional de la especie i

El número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Este índice está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1987). Debido a que este valor es inverso a la equidad, la diversidad alfa puede calcular como 1 – λ (Moreno, 2001).

Índice de Chao-1

Estima el número de especies en una comunidad basado en el número especies raras o únicas en la muestra y el número de especies representados por dos individuos en las muestras (Colwell, 2005; Chao, 1987, 1984; Chao et al., 2000; Moreno, 2001).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Donde:

S = es el número de especies en una muestra

a = es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número "singletons")

b = es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de "dobletons")

- **Curva de Acumulación de Especies**

La curva de acumulación de especies se utiliza para evaluar la representatividad del muestreo y estimar el incremento progresivo del número de especies registradas en función del esfuerzo de muestreo. Matemáticamente, la acumulación de especies puede expresarse mediante la siguiente función:

$$S(n)=i=1\sum S[1-(1-pi)\ n]$$

donde **S(n)** es el número esperado de especies acumuladas, **S** es el número total de especies, p_i es la probabilidad de detección de la especie *i*, y **n** representa el número de unidades de muestreo. La estabilización de la curva sugiere que el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente para caracterizar la riqueza de especies del área evaluada. (Villarreal et al., 2004).

- **Coeficientes de Similitud de Jaccard**

Expresan el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras. Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: d=1-s.

El intervalo de los valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los sitios tienen la misma composición de especies.

- **Aspectos Ecológicos**

Nicho trófico

Se basará en lo propuesto por Blaustein y Wake (1990); Menéndez-Guerrero, (2001); Vitt y De la Torre (1996). Bajo esta apreciación, se utilizará la siguiente clasificación:

- Insectívoros Generalistas

- Insectívoros especialistas
- Omnívoro
- Herbívoro
- Carnívoro

Hábito

Los anfibios y reptiles de acuerdo con su actividad diaria se clasificarán en:

- Diurnos
- Nocturnos
- Diurno-nocturno

Modos Reproductivos

Se realizará un análisis del comportamiento reproductivo de las especies de anfibios y reptiles encontrados, para ello se utiliza la clasificación propuesta por Duellman y Trueb 1994, los cuales identifican 27 modos reproductivos en las ranas y sapos.

Distribución Vertical

El análisis de la distribución vertical de los anfibios y reptiles registrados en el área de influencia se basará en una división del bosque en cuatro estratos (Duellman, 1989 y Duellman, 1990):

- Dosel → (Do) = >15 m
- Estrato medio → (Em) = 5 m-15 m
- Sotobosque → (St) = 0-5 m, y
- Terrestre → (Te) = 0 m

Sensibilidad de las Especies

La sensibilidad ecológica de las especies de herpetofauna fue determinada con base en la información obtenida durante el levantamiento de la línea base, considerando las características ecológicas, biológicas y de conservación de los anfibios y reptiles registrados en el área de estudio. Para ello, se realizó un análisis integrando aspectos como el estado de conservación, el grado de endemismo, la amplitud de distribución geográfica, la dependencia de microhábitats específicos, los requerimientos reproductivos, la tolerancia a la alteración del hábitat y la especialización ecológica de cada especie.

En el caso de los anfibios, se otorgó especial importancia a la dependencia de ambientes húmedos y cuerpos de agua para la reproducción, la permeabilidad de la piel y la limitada tolerancia a cambios en las condiciones microclimáticas, características que los convierten en excelentes indicadores de la calidad ambiental (Duellman & Trueb, 1994; Wells, 2007). Para los reptiles, se consideró principalmente la especificidad del hábitat, la disponibilidad de refugios, los requerimientos térmicos y la capacidad de persistir en ambientes con diferentes grados de intervención.

Como información complementaria para contextualizar la vulnerabilidad de las especies registradas, se consultaron las categorías de conservación de la Lista Roja de la UICN (IUCN, 2025), las bases de datos Anfibios del Ecuador (Ron et al., 2024) y Reptiles del Ecuador (Torres-Carvajal et al., 2024), así como los apéndices de CITES (2024). Sin embargo, estas categorías no fueron utilizadas como único criterio para establecer la sensibilidad ecológica, sino que fueron integradas junto con las características ecológicas y biológicas propias de cada especie.

Para determinar la sensibilidad de las especies de anfibios y reptiles se utilizaron los siguientes criterios:

- Sensibilidad Alta: Define a aquellas especies que muestran una extrema vulnerabilidad intrínseca o legal. Incluye taxones endémicos, especies bajo categorías de amenaza crítica según los Libros Rojos del Ecuador y la UICN (En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable), especies reguladas en el Apéndice I de la CITES. Asimismo, integra a herpetos con baja densidad poblacional en el área de estudio, alta especialización de nicho trófico o de hábitat (ej. dependencia estricta de coberturas boscosas continuas), especies con alta presión por tráfico de silvestre y cacería.

- Sensibilidad Media: Agrupa a especies que evidencian una vulnerabilidad moderada ante perturbaciones o que cuentan con rangos de distribución locales o regionales estables. Se consideran en este nivel a los anfibios y reptiles catalogados como Casi Amenazados (NT) o con Datos Insuficientes (DD), y aquellos incluidos en el Apéndice II de la CITES. También abarca especies con poblaciones poco frecuentes en los muestreos, especies de baja movilidad relativa.

- Sensibilidad Baja: Comprende a especies generalistas y de amplia distribución geográfica, que demuestran una alta resiliencia y tolerancia frente a la fragmentación o degradación del hábitat. Estas especies poseen requerimientos ecológicos amplios, no se encuentran bajo categorías de amenaza o restricciones comerciales, y sus poblaciones locales son estables, manteniendo un bajo nivel de sensibilidad ante las actividades del proyecto.

Modos o Patrones Reproductivos de los Anfibios

Este aspecto es sumamente importante, ya que los anfibios constituyen uno de los componentes bióticos con mayor variedad de estrategias reproductivas, generalmente asociadas a los microhábitats donde se desarrollan, factor que los vuelve muy susceptibles a los cambios y transformaciones en la estructura de su hábitat. Se entiende como estrategias reproductivas, tanto al factor de ovoposición como al factor de desarrollo, que incluyen: el sitio de ovoposición, características del óvulo, tasa y duración del desarrollo, estado y tamaño de la cría y cuidado parental.

Estado de Conservación

Estas características también pueden ser aplicables, si de sensibilidad de especies se trata, por lo que en el presente estudio se utiliza de referencia. Además de ello se incluye el endemismo, las categorías IUCN., 2025 y los Libros Rojos de Anfibios (Ron et al., 2024) y la CITES, 2025.

Uso del Recurso

Se presenta información del uso que las comunidades le dan a las diferentes especies registradas de anfibios y reptiles y se realizará a través de encuestas informales.

Toda la información levantada en campo será sintetizada en una base de datos, separando a cada uno de los puntos, para así poder analizar la abundancia, riqueza y diversidad de la herpetofauna presente en el área de estudio.

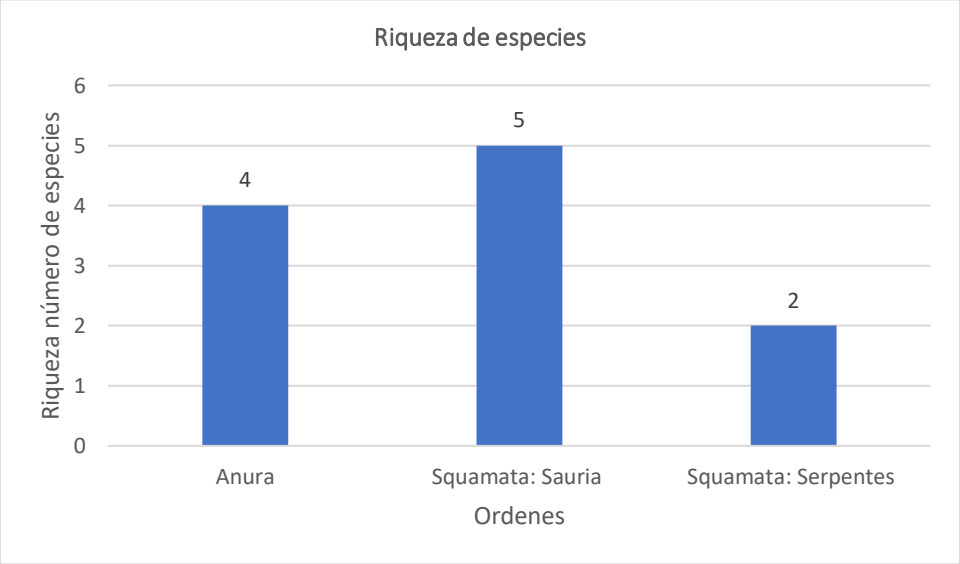
El procesamiento de la información se realizará a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos a base de la metodología establecida para la evaluación de la herpetofauna de las diferentes áreas de estudio, para lo cual se sigue la propuesta de por (Heyer, Donnelly, McDiarmid, Hayek, & Foster, 1994).

- Resultados y composición.

Riqueza.

La riqueza total registrada en el área de estudio fue de 11 especies (Tabla 8.2.63). Al comparar los puntos de muestreo, el sitio PFC-HR01 presentó la mayor riqueza específica, mientras que PFC-HR03 mostró el menor número de especies registradas. Estas diferencias reflejan variaciones locales en la estructura del hábitat y en la disponibilidad de microhábitats favorables para la herpetofauna (Fig. 8.54).

Figura 8-2-48. Riqueza y abundancia de las especies de anfibios y reptiles registrados en los diferentes puntos del levantamiento de línea base biótica PFC-HR= Proyecto



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-66. Composición taxonómica de la herpetofauna registrada por sitio del muestreo levantamiento de línea base biótica.

Orden	Familia: Subfamilia	Nombre Científico	PFC-HR01	PFC-HR02	PFC-HR03
Anura	Dendrobatidae	*Epipedobates anthonyi*	X	X	X
Anura	Bufonidae	*Rhinella bella*	X	X	X
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus labrosus*	X	X	X
Anura	Leptodactylidae	*Engystomops randi*			X
Squamata: Sauria	Iguanidae: Iguaninae	*Iguana iguana*	X		

Orden	Familia: Subfamilia	Nombre Científico	PFC-HR01	PFC-HR02	PFC-HR03
Squamata: Sauria	Iguanidae: Tropidurinae	*Microlophus occipitalis*	X	X	X
Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	*Oxyrhopus fitzingeri*	X		
Squamata: Sauria	Phyllodactylidae	*Phyllodactylus reissii*	X	X	X
Squamata: Sauria	Teiidae	*Callopistes flavipunctatus*	X	X	
Squamata: Sauria	Iguanidae: Tropidurinae	*Stenocercus puyango*	X		
Squamata: Serpientes	Colubridae: Dipsadinae	*Pseudalsophis elegans*		X	

La presencia de cada especie en los sectores (PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba) PFC-HR01, PFC-HR02 y PFC-HR03 se indica con "X".

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- Resultados desagregados por sitio de muestreo

Con el fin de facilitar la comparación espacial, a continuación, se presentan los resultados por cada sitio (PFC-HR01, PFC-HR02 y PFC-HR03), incluyendo riqueza, abundancia absoluta, abundancia relativa, curva de abundancia e índices de diversidad (Shannon–Wiener H' con ln, en nats; y Simpson en su forma complementaria 1−D).

Tabla 8-2-67. Resumen de métricas por sitio del muestreo levantamiento de línea base biótica para herpetofauna.

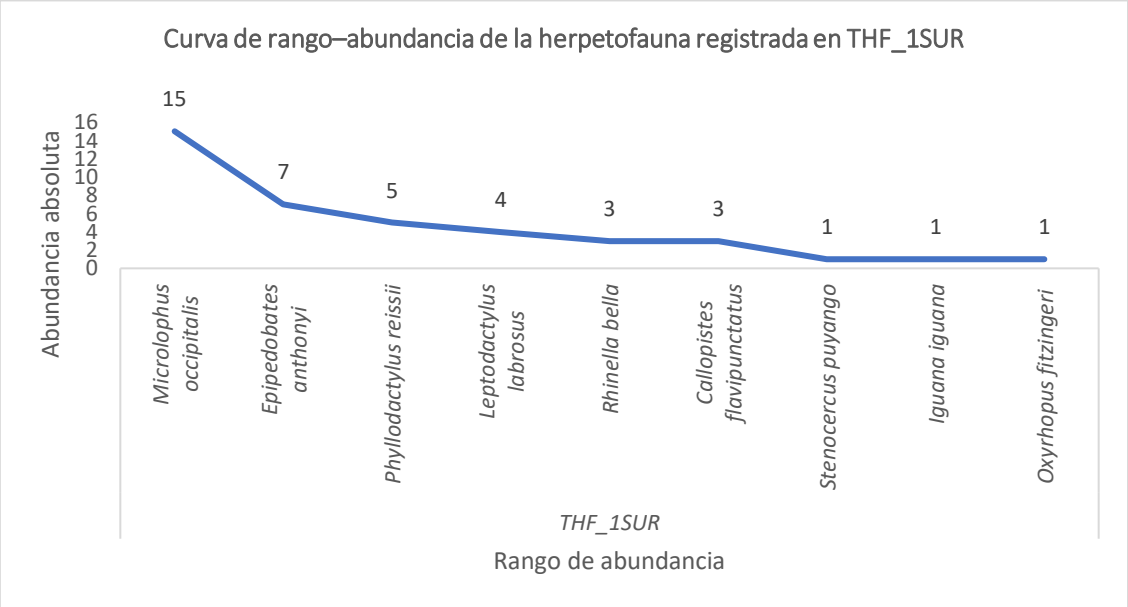
Sitio	Riqueza (S)	Abundancia total (N)	Especie dominante	Spp/frecuencia	Especies Dominantes/%	Shannon H' (ln) / Simpson (1−D)
PFC-HR01	9	40	*Microlophus occipitalis*	15	37.50	1,828 nats/individuo / 0,79
PFC-HR02	7	38	*Microlophus occipitalis*	12	31.58	1,687 nats/individuo / 0,7895
PFC-HR03	6	31	*Epipedobates anthonyi*	12	38.71	1,504 nats/individuo / 0,7347

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

PFC-HR01

Riqueza: 9 especies. Abundancia absoluta: 40 individuos. Abundancia relativa (principales especies): Microlophus occipitalis (15 ind.; 37.5%), Epipedobates anthonyi (7 ind.; 17.5%), Phyllodactylus reissii (5 ind.; 12.5%).

Figura 8-2-49. Curva de rango–abundancia para PFC-HR01 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta)

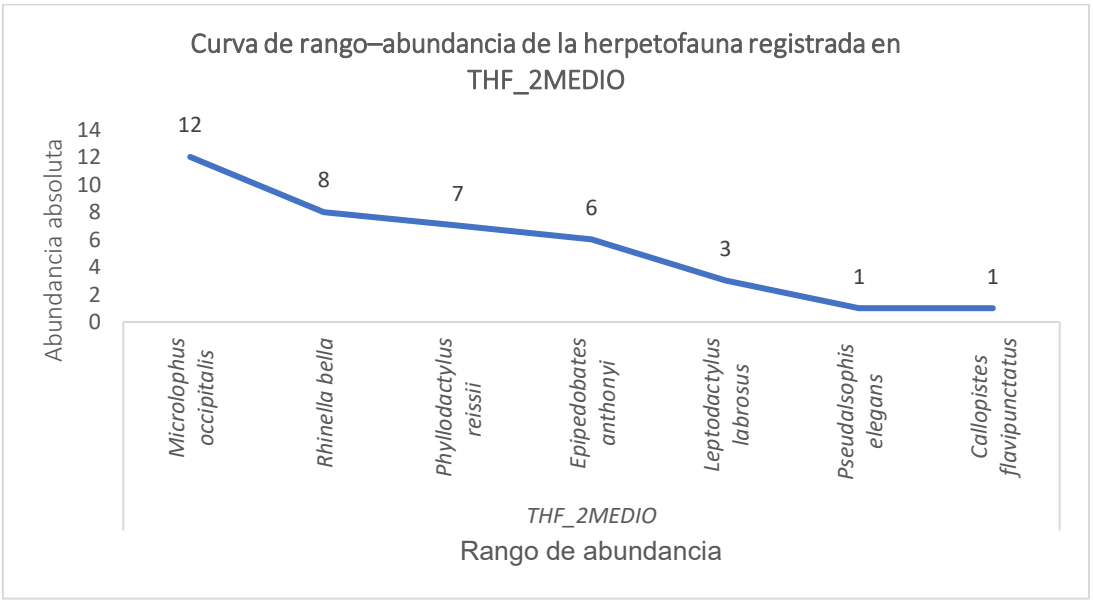


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

PFC-HR02

Riqueza: 7 especies. Abundancia absoluta: 38 individuos. Abundancia relativa (principales especies): Microlophus occipitalis (12 ind.; 31.6%), Rhinella bella (8 ind.; 21.1%), Phyllodactylus reissii (7 ind.; 18.4%).

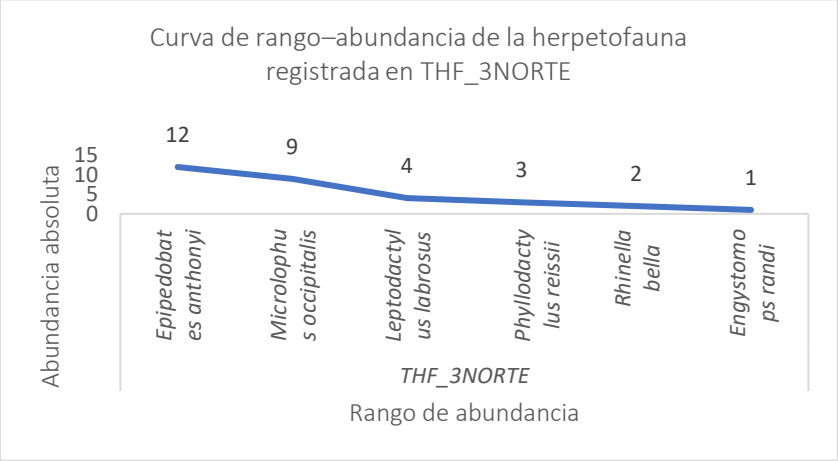
Figura 8-2-50. Curva de abundancia para PFC-HR02 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta).



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

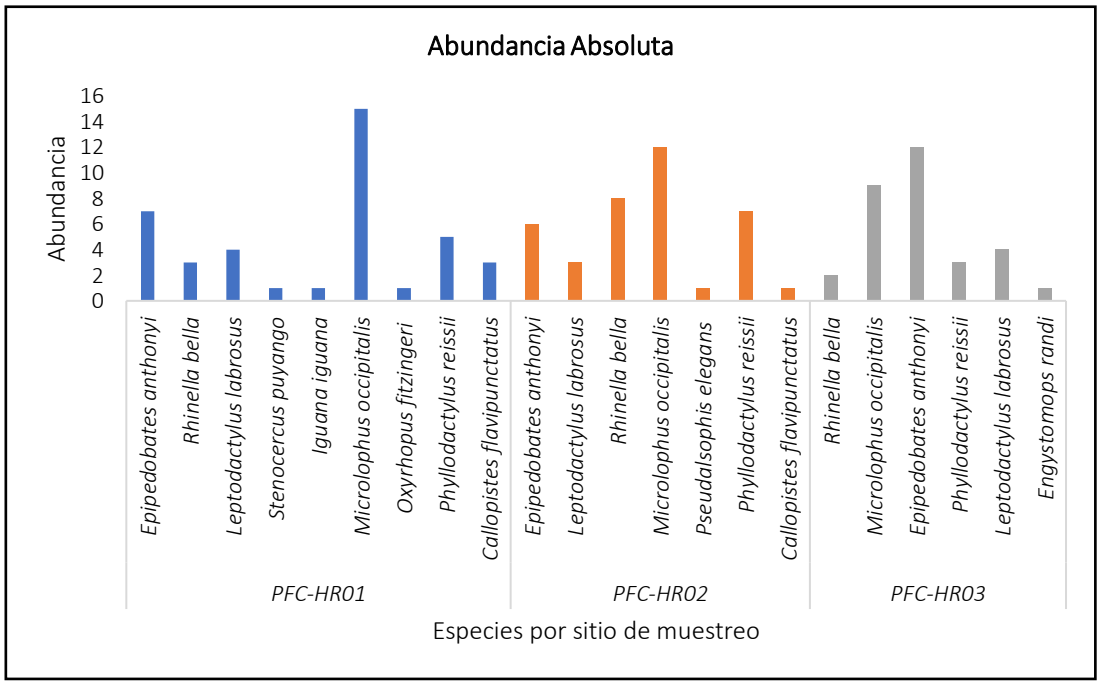
Riqueza: 6 especies. Abundancia absoluta: 31 individuos. Abundancia relativa (principales especies): Epipedobates anthonyi (12 ind.; 38.7%), Microlophus occipitalis (9 ind.; 29.0%), Leptodactylus labrosus (4 ind.; 12.9%).

Figura 8-2-51. Curva de abundancia para PFC-HR03 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta).



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Figura 8-2-52. Abundancia absoluta de las especies de anfibios y reptiles registrados en los diferentes puntos de muestreo donde PHF-HR = Proyecto Fotovoltaico La Ceiba Herpetofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa general mostró que *Microlophus occipitalis* representó la pi 0,33 multiplicado por 100 para interpretar en porcentaje se registro el 33,03 % del total de individuos registrados, de aquí en adelante se establecerá en porcentaje, seguida por *Epipedobates anthonyi* (22,94 %), *Phyllodactylus reissii* (13,76 %) y *Rhinella bella* (11,93 %). (Tabla.2). Otras especies registraron porcentajes menores, entre 0,92 % y 10,09 %.

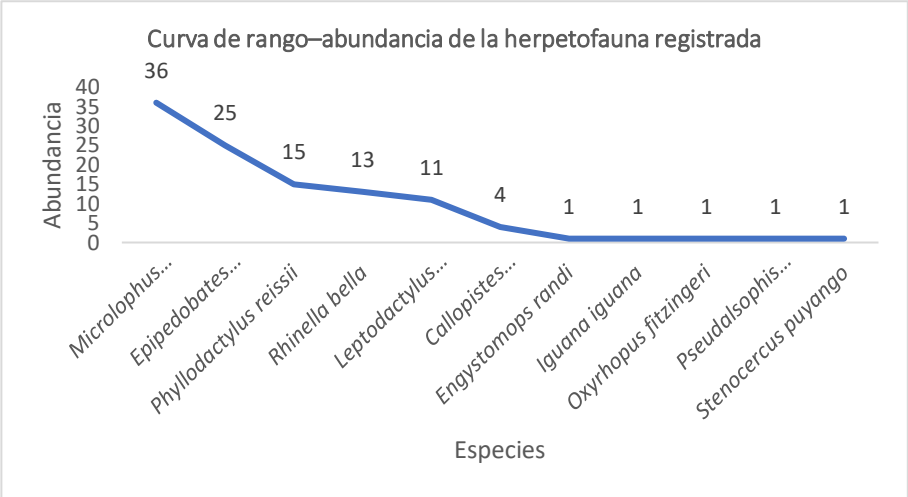
Tabla 8-2-68. Abundancia relativa de las especies de herpetofauna identificadas en el levantamiento de línea base biótica PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba

Especie	PFC-HR01	PFC-HR02	PFC-HR03	Total	Abundancia relativa
Microlophus occipitalis	15	12	9	36	0.3303
Epipedobates anthonyi	7	6	12	25	0.2294
Phyllodactylus reissii	5	7	3	15	0.1376
Rhinella bella	3	8	2	13	0.1193
Leptodactylus labrosus	4	3	4	11	0.1009
Callopistes flavipunctatus	3	1	0	4	0.0367
Engystomops randi	0	0	1	1	0.0092
Iguana iguana	1	0	0	1	0.0092
Oxyrhopus fitzingeri	1	0	0	1	0.0092
Stenocercus puyango	1	0	0	1	0.0092
Pseudalsophis elegans	0	1	0	1	0.0092

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

La curva de abundancia muestra la distribución de las abundancias de las especies registradas en la comunidad de herpetofauna del área de estudio. Se observa que *Microlophus occipitalis* presentó el mayor número de individuos registrados (36), seguida por *Epipedobates anthonyi* (25) y *Phyllodactylus reissii* (15). A partir del cuarto rango, la abundancia disminuye progresivamente, registrándose varias especies representadas por pocos individuos. Aunque se identificaron 11 especies durante el levantamiento de la línea base, la mayor parte de los individuos se concentra en un reducido número de especies, mientras que las restantes presentan abundancias considerablemente menores. Este patrón evidencia una distribución heterogénea de los individuos entre las especies registradas en la comunidad herpetofaunística.

Figura 8-2-53. Curva de Abundancia-Diversidad de las especies de herpetofauna identificadas en el monitoreo.



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Índice de Diversidad de Simpson Y Shannon.

Índice de Diversidad de Shannon–Wiener (H')

El índice de Shannon–Wiener (H')) ver la siguiente tabla que mostró que el punto PFC-HR01 registró la mayor diversidad de herpetofauna, con un valor de 1,828 nats/individuo, evidenciando una comunidad con mayor heterogeneidad en la distribución de los individuos entre las especies registradas. Le siguió el punto PFC-HR02, con un valor de 1,687 nats/individuo, lo que indica una diversidad ligeramente inferior, aunque mantiene una distribución relativamente equilibrada de las abundancias. Por su parte, el punto PFC-HR03 presentó el menor valor (1,504 nats/individuo), constituyéndose como el sitio menos diverso de los tres evaluados.

Índice de Diversidad de Simpson (1 – D)

El índice de Simpson (1 – D) ver la siguiente tabla que presentó el valor más alto en el punto PFC-HR01 (0,7900), indicando una comunidad con menor dominancia y una distribución relativamente equilibrada de los individuos entre las especies registradas. En este sitio, las especies con mayor abundancia relativa fueron *Microlophus occipitalis*, *Epipedobates anthonyi* y *Phyllodactylus reissii*, las cuales concentraron la mayor proporción de los registros obtenidos durante el muestreo.

En el punto PFC-HR02, el índice alcanzó un valor de 0,7895, muy similar al registrado en PFC-HR01, lo que evidencia una estructura comunitaria comparable en términos de diversidad y dominancia. Al igual que en el punto anterior, *Microlophus occipitalis*, *Rhinella bella* y *Phyllodactylus reissii* representaron las especies más abundantes.

Finalmente, el punto PFC-HR03 registró un índice de Simpson (1 – D) de 0,7347, indicando una comunidad con una dominancia ligeramente mayor respecto a los otros sitios evaluados. En este punto destacaron *Epipedobates anthonyi*, *Microlophus occipitalis* y *Leptodactylus labrosus* como las especies con mayor abundancia relativa, concentrando la mayor parte de los individuos registrados.

En conjunto, las variaciones observadas en la riqueza, diversidad y abundancia relativa de las especies dominantes constituyen indicadores ecológicos útiles para el seguimiento de la herpetofauna durante las diferentes fases del proyecto. Cambios significativos en estos parámetros podrían reflejar alteraciones en la estructura de la comunidad, modificaciones en la disponibilidad de microhábitats, variaciones en las condiciones ambientales o efectos derivados de las actividades antrópicas. Por ello, el monitoreo periódico de estos indicadores permitirá evaluar la respuesta de las poblaciones de anfibios y reptiles y la efectividad de las medidas de manejo ambiental implementadas.

Tabla 8-2-69. Índices de diversidad de Shannon_H y Simpson_1-D entre los diferentes puntos del levantamiento de línea base biótica herpetofauna

Índice	PFC-HR01	PFC-HR02	PFC-HR03
Simpson_1-D	0,79	0,7895	0,7347
Shannon_H	1,828 nats/individuo	1,687 nats/individuo	1,504 nats/individuo

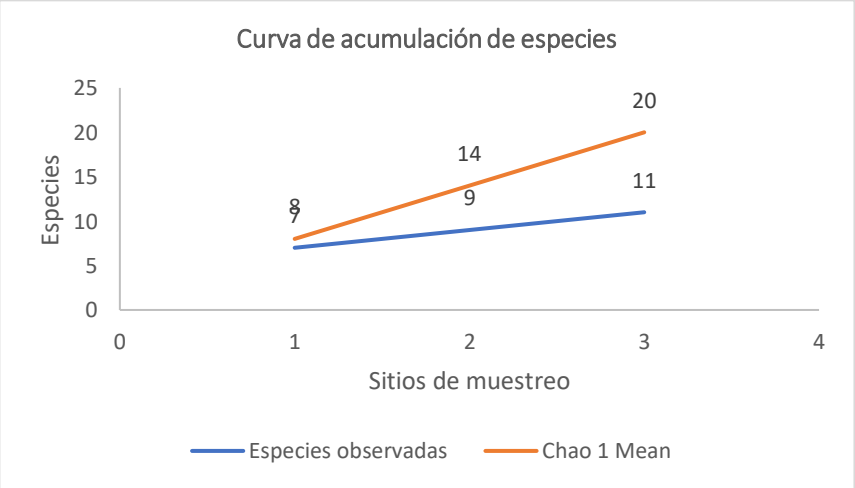
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Curva de Acumulación de Especies y estimador Chao_1

La curva de acumulación de especies muestra un incremento progresivo de la riqueza observada conforme aumentó el número de unidades de muestreo, alcanzando un total de 11 especies al finalizar el levantamiento de campo. De manera paralela, el estimador no paramétrico Chao-1 proyectó una riqueza estimada de 21 especies, superior a la riqueza observada, lo que sugiere la posible presencia de especies que no fueron detectadas durante el periodo de evaluación.

Con base en la relación entre la riqueza observada y la riqueza estimada, la efectividad del muestreo fue de aproximadamente 52,36 %, indicando que el esfuerzo aplicado permitió registrar poco más de la mitad de la riqueza estimada para el área de estudio. La separación entre ambas curvas evidencia que el inventario aún no alcanza una asíntota, por lo que un mayor esfuerzo de muestreo probablemente permitiría incrementar el número de especies registradas, especialmente aquellas de baja detectabilidad o con distribución restringida.

Figura 8-2-54. Curva de acumulación de especies incluyendo el estimador Chao_1

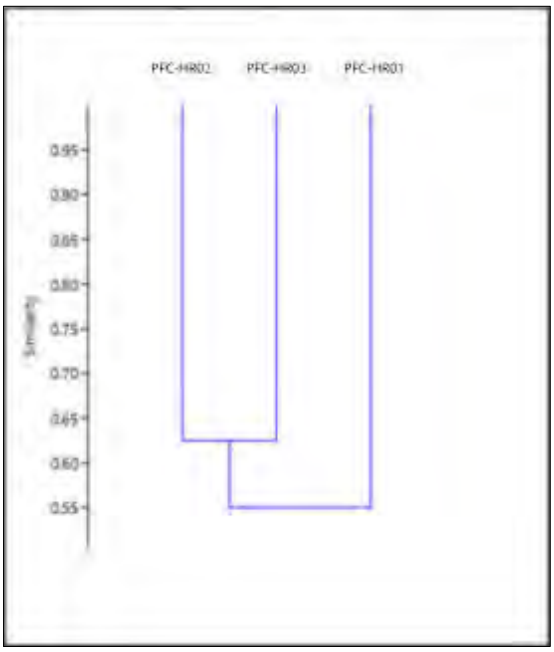


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Coeficientes de Similitud de Jaccard.

El análisis de similitud, (ver la siguiente figura), entre los sitios de muestreo, representado mediante un dendrograma de clúster (método UPGMA), evidenció que los sitios PFC-HR02 y PFC-HR03 presentan el mayor grado de similitud en su composición de especies (≈0.62). Posteriormente, este grupo se asocia con PFC-HR01, con un coeficiente de similitud aproximado de 0.50, indicando que este último presenta una composición ligeramente diferenciada respecto a los otros sectores evaluados.

Figura 8-2-55. Dendrograma de similitud entre los sitios del levantamiento de línea base biótica (THF_1SUR: PFC-HR01, THF_2MEDIO: PFC-HR02 y THF_3NORTE: PFC-HR03), basado en el índice de Jaccard y método de agrupamiento UPGMA



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-70. Índice de Jaccard

Jaccard	PFC-HR01	PFC-HR02	PFC-HR03
PFC-HR01	1	0.60	0.50
PFC-HR02	0.60	1	0.625
PFC-HR03	0.50	0.625	1

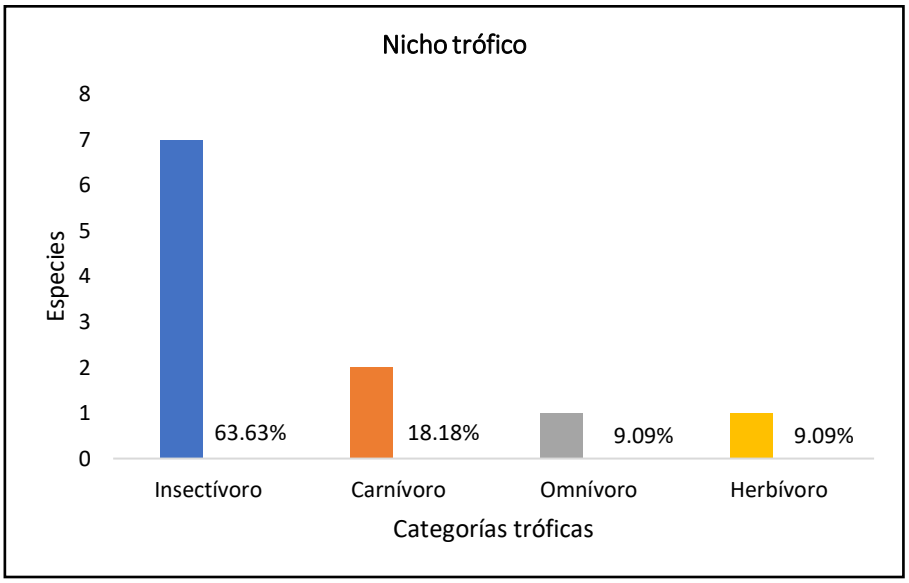
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Aspectos ecológicos

- *Nicho trófico*

La herpetofauna registrada en el área de estudio estuvo representada principalmente por especies insectívoras (63,63 %; 7 especies), categoría integrada por *Microlophus occipitalis*, *Epipedobates anthonyi*, *Phyllodactylus reissii*, *Rhinella bella*, *Leptodactylus labrosus*, *Engystomops randi* y *Stenocercus puyango*. La categoría carnívora representó el 18,18 % de las especies registradas (2 especies), correspondientes a *Oxyrhopus fitzingeri* y *Pseudalsophis elegans*. Por su parte, la categoría omnívora estuvo representada únicamente por *Callopistes flavipunctatus* (9,09 %), mientras que la categoría herbívora estuvo representada por *Iguana iguana* (9,09 %).

Figura 8-2-56. Nicho trófico de las especies de herpetofauna encontradas en el monitoreo

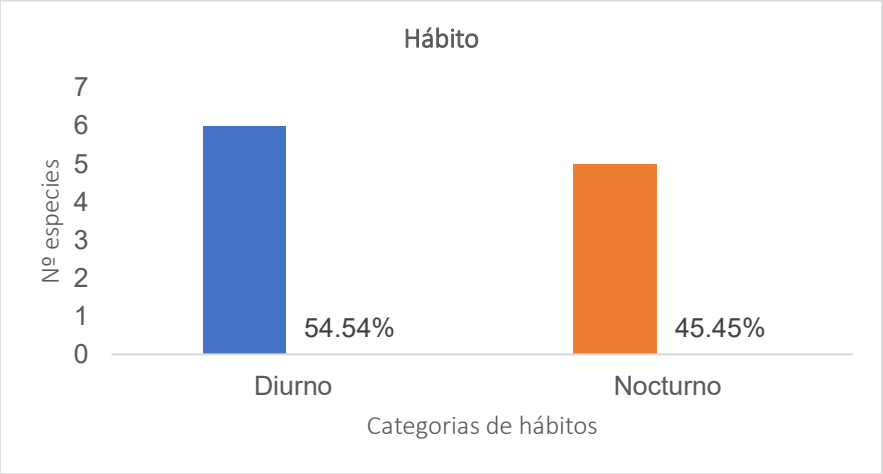


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Hábito.

En cuanto al hábito de actividad ver Figura 8-2-57, se registró un equilibrio relativo entre especies diurnas y nocturnas. Seis de las once especies observadas (54.54%) presentaron hábitos diurnos, mientras que las cinco restantes fueron clasificadas como nocturnas (45.45%). Las especies diurnas corresponden principalmente a reptiles (como *Microlophus occipitalis, Callopistes flavipunctatus e Iguana iguana*), mientras que la mayoría de los anfibios, junto con algunas serpientes (*Oxyrhopus fitzingeri*), fueron de hábito nocturno.

Figura 8-2-58. Tipos de hábitos en las especies de herpetofauna encontradas en el levantamiento de línea base bióticaherpetofauna



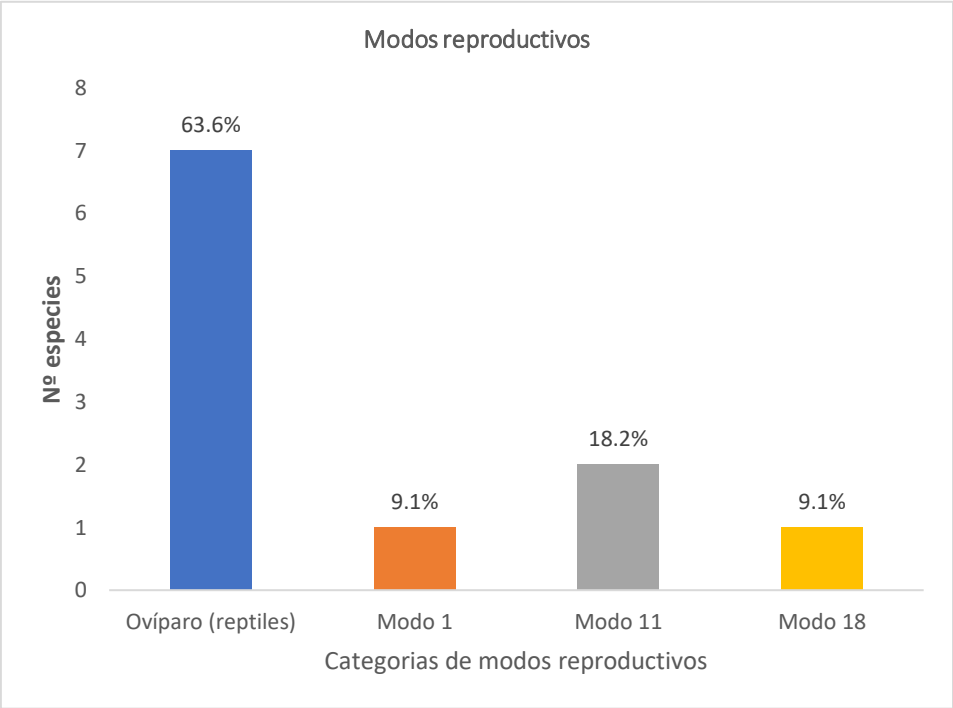
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Modos Reproductivos

Epipedobates anthonyi presenta el modo reproductivo 18 (Figura 8-2-59) según Duellman y Trueb (1994), caracterizado por la puesta de huevos en la hojarasca y el transporte de larvas por parte del adulto hacia cuerpos de agua donde culmina su desarrollo larval. Rhinella bella se reproduce mediante el modo 1 (Figura 8-2-60), donde los huevos son depositados en cuerpos de agua y las larvas acuáticas completan su desarrollo hasta la metamorfosis sin cuidado parental. Por último, *Leptodactylus labrosus y Engystomops randi* exhiben el modo reproductivo 11, caracterizado por la construcción de nidos espumosos donde se desarrollan los embriones, antes de que las larvas sean liberadas al agua para completar su metamorfosis.

Por otra parte, todos los reptiles registrados 63.6% en el área de estudio presentan reproducción ovípara, sin indicios de cuidado parental. Esta característica fue común entre las especies observadas, incluyendo lagartijas (por ejemplo, *Microlophus occipitalis*, *Stenocercus puyango*), gecos (*Phyllodactylus reissii*), iguanas (Iguana iguana), serpientes colúbridos (*Oxyrhopus fitzingeri, Pseudalsophis elegans*) y teidos (Callopistes flavipunctatus). A diferencia de los anuros, cuyos modos reproductivos varían significativamente, la reproducción en reptiles terrestres de ambientes secos o semiáridos como los del presente estudio tiende a ser más homogénea, con puesta de huevos en sitios protegidos y sin cuidado posterior por parte de los adultos.

Figura 8-2-61. Modos reproductivos de las especies de anfibios encontradas en el levantamiento de línea base biótica



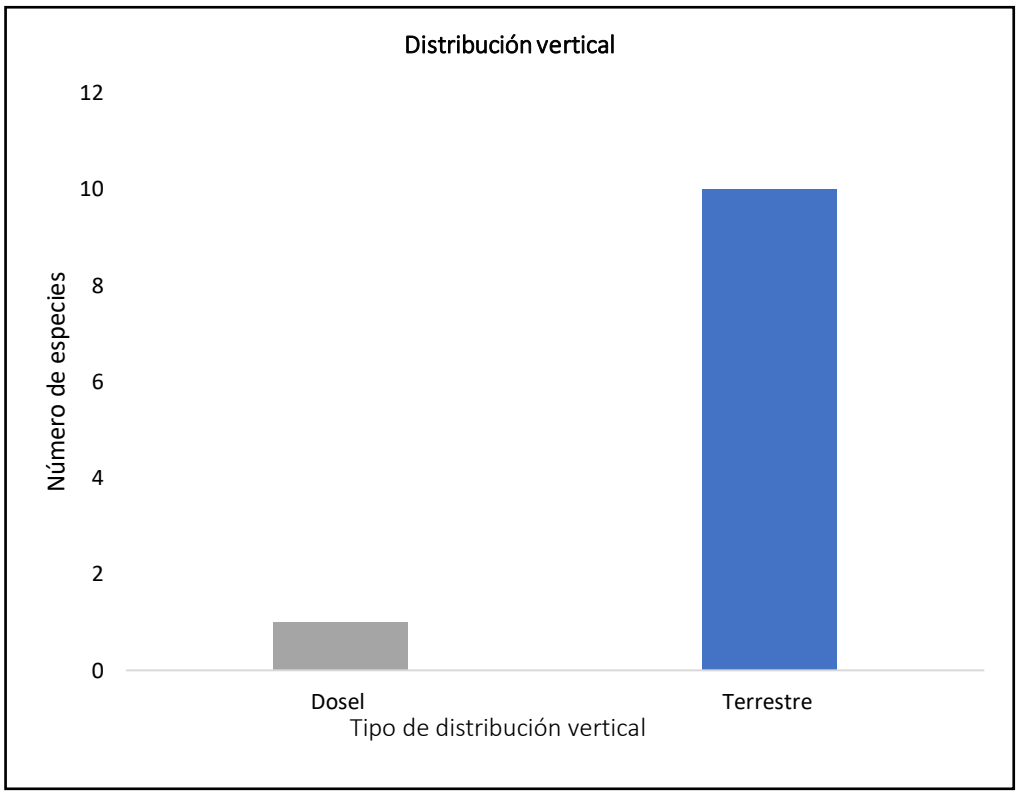
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Distribución Vertical

La distribución vertical de las especies registradas en La Ceiba mostró un claro predominio del estrato terrestre, representado por 10 de las 11 especies registradas (90,91 %). En esta categoría se incluyeron *Microlophus occipitalis*, *Epipedobates anthonyi*, *Phyllodactylus reissii*, *Rhinella bella*, *Leptodactylus labrosus*, *Callopistes flavipunctatus*, *Engystomops randi*, *Oxyrhopus fitzingeri*, *Stenocercus puyango* y *Pseudalsophis elegans*. Por su parte, únicamente *Iguana iguana* (9,09 %) fue registrada utilizando el dosel como principal estrato de actividad.

Esta composición indica un uso predominante del suelo como espacio de actividad, desplazamiento y forrajeo por parte de la herpetofauna registrada. La baja representación de especies asociadas al dosel podría estar relacionada tanto con las características estructurales del bosque seco como con la menor detectabilidad de especies arborícolas mediante el método de Registro por Encuentro Visual (REV).

Figura 8-2-62. Distribución vertical de las especies de herpetofauna encontradas en el levantamiento de línea base biótica herpetofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Sensibilidad de las Especies

La sensibilidad ecológica de las especies de herpetofauna registradas en el área de estudio fue evaluada considerando atributos ecológicos y biológicos como el estado de conservación nacional e internacional, el endemismo, la inclusión en los apéndices de CITES, la especificidad del hábitat, el nicho trófico, el patrón de actividad (diurno o nocturno), los requerimientos reproductivos y la tolerancia frente a la alteración del hábitat.

La categoría de sensibilidad alta estuvo representada por especies con características que incrementan su vulnerabilidad frente a las perturbaciones ambientales. En esta categoría se incluyó *Engystomops randi*, especie endémica del Ecuador con dependencia de cuerpos de agua temporales para su reproducción, y *Callopistes flavipunctatus*, categorizada como En Peligro (EN) en la Lista Roja nacional. Estas especies presentan requerimientos ecológicos particulares que justifican una mayor prioridad de conservación.

Las especies clasificadas con sensibilidad media corresponden a aquellas que presentan algún atributo de importancia para la conservación, aunque muestran una mayor capacidad de adaptación que las especies de sensibilidad alta. En este grupo se encuentra *Epipedobates anthonyi*, categorizada como Casi Amenazada (NT) tanto a nivel nacional como internacional e incluida en el Apéndice II de CITES, además de *Oxyrhopus fitzingeri* y *Pseudalsophis elegans*, registradas como Datos Insuficientes (DD) a nivel nacional, condición que refleja la necesidad de incrementar el conocimiento sobre su estado poblacional y ecología.

La sensibilidad baja estuvo representada principalmente por especies con amplia distribución geográfica, hábitos alimenticios generalistas y mayor tolerancia a ambientes intervenidos, como *Microlophus occipitalis*, *Phyllodactylus reissii*, *Leptodactylus labrosus*, *Rhinella bella*, *Stenocercus puyango* e *Iguana iguana*. En la comunidad predominaron las especies insectívoras (63,63 %), seguidas por las carnívoras (18,18 %), mientras que las especies omnívoras y herbívoras representaron el 9,09 % cada una. Asimismo, la comunidad estuvo conformada por seis especies diurnas (54,55 %) y cinco especies nocturnas (45,45 %), evidenciando una representación relativamente equilibrada de ambos patrones de actividad.

En conjunto, la comunidad de herpetofauna estuvo dominada por especies de sensibilidad baja; sin embargo, la presencia de especies endémicas, categorizadas bajo algún nivel de amenaza o con información insuficiente para evaluar adecuadamente su estado de conservación resalta la importancia de implementar medidas de manejo y seguimiento que permitan mantener las condiciones ecológicas necesarias para la conservación de estas poblaciones.

Tabla 8-2-71. Clasificación de sensibilidad ecológica de las especies registradas en el el levantamiento de línea base biótica herpetofauna.

Especie	Sensibilidad ecológica	Criterio aplicado
Engystomops randi	Alta	Dependencia de cuerpos de agua temporales
Epipedobates anthonyi	Media	Especialización de microhábitat
Leptodactylus labrosus	Media	Dependencia hídrica con tolerancia moderada
Microlophus occipitalis	Baja	Generalista, amplia distribución
Phyllodactylus reissii	Baja	Generalista
Iguana iguana	Baja	Alta tolerancia antrópica
Oxyrhopus fitzingeri	Baja	Amplia distribución
Pseudalsophis elegans	Baja	Generalista
Callopistes flavipunctatus	Alta	Especie en peligro
Stenocercus puyango	Baja	Adaptación a bosque seco
Rhinella bella	Baja	Generalista

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Estados de conservación

En cuanto al estado de conservación, de acuerdo con la Lista Roja Nacional de Anfibios del Ecuador, actualizada en la plataforma *Anfibios del Ecuador* (Ron et al., 2024), y la Lista Roja de la UICN (IUCN, 2025), la mayoría de las especies registradas se encuentran categorizadas como de Preocupación Menor (LC). *Callopistes flavipunctatus* se encuentra categorizada como En Peligro (EN) a nivel nacional, mientras que *Epipedobates anthonyi* presenta la categoría de Casi Amenazada (NT) y se encuentra incluida en el Apéndice II de CITES. Algunas especies de serpientes, como *Oxyrhopus fitzingeri* y *Pseudalsophis elegans*, presentan la categoría de Datos Deficientes (DD), lo que evidencia la necesidad de mayor información sobre su ecología y estado poblacional.

Tabla 8-2-72. Estados de conservación y endemismo actualizados según Anfibios del Ecuador

Nombre Científico	Endemismo	Lista roja nacional	UICN	CITES
Epipedobates anthonyi	No	NT	NT	Apéndice II
Rhinella bella	No	NE	-	Ningún Apéndice
Leptodactylus labrosus	No	LC	LC	Ningún Apéndice
Stenocercus puyango	No	NE	LC	Ningún Apéndice
Iguana iguana	No	LC	LC	Apéndice II
Microlophus occipitalis	No	LC	LC	Ningún Apéndice
Oxyrhopus fitzingeri	No	LC	LC	Ningún Apéndice
Phyllodactylus reissii	No	LC	LC	Ningún Apéndice
Callopistes flavipunctatus	No	EN	NT	Ningún Apéndice
Pseudalsophis elegans	No	LC	LC	Ningún Apéndice
Engystomops randi	Si	LC	LC	Ningún Apéndice

Nota. Fuente: (Ron et al., 2024), Reptiles del Ecuador (Torres-Carvajal et al., 2024), UICN Red List (2025) y CITES (2024).

Modos o Patrones Reproductivos de los Anfibios

Las cuatro especies de anuros registradas en el actual monitoreo presentaron estrategias reproductivas típicas de ambientes tropicales húmedos, estrechamente vinculadas a la disponibilidad de cuerpos de agua temporales o permanentes.

Engystomops randi y *Leptodactylus labrosus* utilizan cuerpos de agua temporales para su reproducción, depositando sus huevos en espumas flotantes, lo que representa una estrategia adaptativa para minimizar la desecación y el riesgo de depredación en charcas efímeras. Esta modalidad, combinada con un desarrollo larval acuático, los hace altamente dependientes de la presencia estacional de agua. Read et al., (2022); Ron et al., (2022).

Epipedobates anthonyi presenta ovoposición terrestre y desarrolla cuidado parental, una estrategia más especializada que permite cierto grado de independencia de cuerpos de agua abiertos, pero que también lo hace vulnerable a la pérdida de cobertura vegetal y microhábitats húmedos específicos. (Coloma et al., 2022).

Rhinella bella, por su parte, sigue un patrón reproductivo más generalista, con ovoposición acuática directa en cuerpos de agua y desarrollo larval externo, sin cuidado parental. (Páez-Rosales y Ron., 2024).

Especies de Interés

Con base en los resultados obtenidos durante el levantamiento de la línea base, se identificaron especies con potencial para ser utilizadas como bioindicadoras durante el seguimiento ambiental

del proyecto. La selección consideró la abundancia registrada, frecuencia de ocurrencia entre los puntos de muestreo, facilidad de detección y respuesta potencial frente a cambios en las condiciones del hábitat, además de atributos de conservación como el endemismo y la sensibilidad ecológica.

En este contexto, *Microlophus occipitalis*, *Epipedobates anthonyi* y *Phyllodactylus reissii* constituyen las principales especies bioindicadoras potenciales, debido a que fueron las especies más abundantes durante el levantamiento de línea base y estuvieron presentes en la mayoría de los puntos de muestreo. Las variaciones futuras en su abundancia relativa podrán utilizarse como indicadores de posibles cambios en la disponibilidad de recursos, estructura del hábitat o perturbaciones asociadas a las actividades del proyecto.

De manera complementaria, *Engystomops randi* mantiene especial interés desde el punto de vista de la conservación por tratarse de una especie endémica del Ecuador y clasificada con sensibilidad ecológica alta, mientras que *Epipedobates anthonyi* presenta importancia adicional al encontrarse categorizada como Casi Amenazada (NT) e incluida en el Apéndice II de CITES.

Tabla 8-2-73. Especies de interés

Especie	Abundancia	Frecuencia	Potencial bioindicador	Interés para conservación
Microlophus occipitalis	36	Alta	Sí	No
Epipedobates anthonyi	25	Alta	Sí	Sí
Phyllodactylus reissii	15	Alta	Sí	No
Engystomops randi	1	Baja	No	Sí

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Engystomops randi fue identificada como especie de interés por ser endémica del Ecuador y por su escasa representación en el muestreo. *Epipedobates anthonyi* fué considerada debido a su sensibilidad ecológica y su asociación con microhábitats particulares, así como por su distribución restringida o baja abundancia local.

Uso del Recurso

De acuerdo con la información obtenida mediante consultas a pobladores del área de influencia, la herpetofauna no constituye un recurso de aprovechamiento relevante. No se reportó consumo alimenticio, uso ritual, comercialización ni captura con fines de mascota.

La percepción local hacia anfibios y reptiles es mayormente neutral o de evitación, particularmente en el caso de serpientes, que suelen ser eliminadas cuando se perciben como potencialmente peligrosas.

- Discusión

La composición de herpetofauna registrada en el presente estudio corresponde a un patrón común en zonas de bosque seco tropical intervenido, donde comunidades faunísticas tienden a estar dominadas por especies generalistas con alta tolerancia ecológica. La dominancia de *Microlophus occipitalis* y *Epipedobates anthonyi* sobre otras especies de baja frecuencia se alinea con lo reportado por Belamendia (2010), quien señala que en hábitats degradados por actividades antrópicas predominan especies resilientes frente a la pérdida de cobertura vegetal y la modificación de microhábitats. Esta estructura también puede reflejar la fragmentación como las carreteras, canales de riego y presión ejercida por la ganadería extensiva observada en el área de estudio, situación descrita por Ron et al. (2022) como una de las principales amenazas para la diversidad de anfibios del suroccidente ecuatoriano.

La marcada predominancia de especies terrestres (91 %) y la escasa presencia de especies asociadas a estratos superiores del bosque pueden explicarse por una estructura vertical simplificada del ecosistema, producto de la alteración antropogénica del bosque seco. Duellman (1989) señala que una distribución vertical más diversa suele correlacionarse con una mayor heterogeneidad del hábitat, mientras que en áreas degradadas el uso del espacio tiende a concentrarse en el suelo, afectando especialmente a especies arborícolas.

En términos de riqueza y diversidad, los valores obtenidos para los índices de Shannon y Margalef fueron moderados, con variaciones entre sitios posiblemente relacionadas con el grado de intervención y disponibilidad de microhábitats. Sin embargo, tanto la curva de acumulación de especies como el estimador Chao-1 indican que el esfuerzo de muestreo no alcanzó un punto de saturación, lo que sugiere la existencia de especies no detectadas durante el estudio. Esto es consistente con la observación de Moreno (2001), quien advierte que los inventarios rápidos en ecosistemas diversos y fragmentados tienden a subestimar la verdadera riqueza de especies, especialmente aquellas con baja detectabilidad o hábitos estacionales.

En el plano ecológico, la predominancia de estrategias alimenticias insectívoras y reproductivas asociadas a cuerpos de agua temporales refleja una comunidad adaptada a condiciones de baja humedad y recursos variables. *Epipedobates anthonyi*, por ejemplo, muestra una reproducción altamente especializada con cuidado parental (Coloma et al., 2022), lo que lo hace particularmente vulnerable a la pérdida de cobertura vegetal y la disminución de humedad ambiental. De igual forma, la reproducción de *Engystomops randi* en cuerpos de agua efímeros lo convierte en un bioindicador potencialmente sensible al cambio climático, como han señalado Ron et al. (2024).

La dominancia de especies de sensibilidad baja y media sugiere que la comunidad herpetofaunística del área presenta una tolerancia general a la intervención antrópica, característica de ecosistemas de bosque seco. Sin embargo, la presencia de especies de alta sensibilidad, asociadas a microhábitats específicos, evidencia la importancia de conservar cuerpos de agua temporales y áreas con mayor cobertura vegetal, ya que estos ambientes resultan críticos para las especies más vulnerables.

- Conclusiones

El presente estudio de herpetofauna en el área de La Ceiba, Zapotillo, reveló una comunidad moderadamente diversa, compuesta por once especies pertenecientes a los órdenes Anura y Squamata, distribuidas en ocho familias. La riqueza registrada refleja una comunidad estructuralmente simple, dominada por unas pocas especies de amplia distribución como *Microlophus occipitalis* y *Epipedobates anthonyi*, acompañadas por otras de baja frecuencia y abundancia. Este patrón, evidenciado tanto en la curva de rango-abundancia como en los índices de Shannon y Simpson, sugiere una baja equitatividad y un posible efecto de perturbación ambiental sobre la composición de especies, especialmente en hábitats alterados como los observados en las zonas de ganadería.

La predominancia de especies terrestres, con una distribución vertical centrada en el estrato basal del bosque, pone de manifiesto la fuerte dependencia de la comunidad herpetofaunística por el suelo y microhábitats asociados, tales como hojarasca y sustratos húmedos. Este patrón puede estar influenciado tanto por las características propias del ecosistema de bosque seco intervenido como por las limitaciones metodológicas para detectar especies arborícolas. La distribución de hábitos también evidenció un equilibrio entre especies diurnas y nocturnas, con una clara segregación entre reptiles predominantemente diurnos y anfibios nocturnos, lo cual se corresponde con estrategias ecológicas particulares adaptados al ambiente seco de la región.

A nivel trófico, se observó una marcada predominancia de especies insectívoras generalistas, lo que subraya la importancia de los artrópodos en la cadena alimenticia local y sugiere una estructura trófica relativamente simple pero funcional. En cuanto a los modos reproductivos, las especies de anuros registradas muestran una variedad de estrategias adaptativas que van desde la ovoposición en cuerpos de agua hasta el cuidado parental, destacando su sensibilidad a cambios microambientales, como la disponibilidad de humedad y refugios adecuados. Esto resalta la vulnerabilidad de ciertos taxones frente a alteraciones en el régimen de lluvias o a la pérdida de cobertura vegetal.

El índice de Chao-1 y la curva de acumulación de especies evidenciaron que el esfuerzo de muestreo no logró capturar toda la diversidad potencial del área, estimando al menos una especie adicional no detectada. Por tanto, los valores observados podrían subestimar la verdadera riqueza de la zona, especialmente si se considera que muchos anfibios y reptiles presentan patrones estacionales de actividad.

Desde el punto de vista de la sensibilidad ecológica, el componente herpetofauna presenta una sensibilidad general baja a moderada, condicionada por la presencia puntual de especies dependientes de microhábitats específicos, lo que requiere la implementación de medidas de manejo ambiental focalizadas.

Desde una perspectiva de conservación, el registro de especies con categorías de amenaza a nivel nacional o incluidas en CITES, así como la presencia de especies dependientes de microhábitats específicos, reafirma la importancia del área de estudio para la biodiversidad regional. Asimismo, la percepción comunitaria recopilada mediante encuestas informales mostró una valoración

positiva hacia estos organismos, principalmente por su función ecológica, lo que representa una base favorable para iniciativas de educación y conservación participativa.

- Recomendaciones

Incremento del esfuerzo de muestreo y reducción de sesgo estadístico

Con base en los resultados obtenidos y el comportamiento de la curva de acumulación de especies, se recomienda incrementar el esfuerzo de muestreo en futuras campañas en al menos un 30–40 %, incorporando monitoreos adicionales que permitan reducir el sesgo asociado a la detectabilidad diferencial de especies, particularmente anfibios.

Para evitar sesgos estadísticos en los monitoreos posteriores, se recomienda:

- Mantener los mismos transectos georreferenciados.
- Estandarizar los horarios de muestreo (diurno y nocturno).
- Registrar variables ambientales (temperatura, humedad, precipitación).
- Aplicar metodologías consistentes entre campañas.

Monitoreo estacional

Se recomienda realizar monitoreos tanto en temporada lluviosa como en temporada seca, dado que la detectabilidad de anfibios aumenta en época lluviosa debido a su actividad reproductiva, mientras que varios reptiles presentan mayor actividad en condiciones secas y cálidas.

El monitoreo exclusivamente en temporada lluviosa generaría un sesgo en la representación de la comunidad herpetofaunística.

Conservación y restauración de microhábitats

Considerando la presencia de especies de sensibilidad alta asociadas a cuerpos de agua temporales y microhábitats húmedos, se recomienda:

- Proteger microdepresiones estacionales y cuerpos de agua temporales.
- Evitar drenajes, rellenos o compactación del suelo en zonas húmedas.
- Mantener la cobertura vegetal ribereña y de sotobosque.
- Implementar restauración con especies nativas en áreas intervenidas.
- Establecer zonas de exclusión temporal en áreas de reproducción de anfibios.

Estas medidas contribuirán a mantener la integridad de los microhábitats críticos para especies como Engystomops randi y Epipedobates anthonyi.

Sectores prioritarios para monitoreo

Con base en los análisis de riqueza, diversidad y sensibilidad ecológica, se recomienda priorizar el monitoreo en las siguientes coordenadas.

Tabla 8-2-74. Transectos de muestreo sugeridos, PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba

CÓDIGO	ORDEN	X	Y	METODOLOGÍA
PFC-HR01	Inicio	586515,00	9518939,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV
PFC-HR01	Final	586156,00	9519288,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV
PFC-HR02	Inicio	586886,00	9520668,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV
PFC-HR02	Final	587062,00	9520199,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV
PFC-HR03	Inicio	586670,00	9521686,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV
PFC-HR03	Final	587058,00	9521369,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Medidas específicas de mitigación

Para reducir los posibles impactos del proyecto sobre la herpetofauna se recomienda:

- Implementar protocolos de rescate y reubicación de fauna antes de actividades de remoción de cobertura vegetal.
- Capacitar al personal del proyecto en identificación básica de herpetofauna y manejo adecuado ante encuentros.
- Prohibir la persecución o eliminación de serpientes y otros reptiles.
- Limitar el tránsito de maquinaria pesada en zonas húmedas.
- Programar actividades de mayor impacto fuera de los picos reproductivos de anfibios.

Educación ambiental y participación comunitaria

Si bien no se identificó un uso significativo de la herpetofauna por parte de la comunidad local, se recomienda implementar programas de educación ambiental enfocados en:

- Importancia ecológica de anfibios y reptiles.
- Rol de las serpientes en el control de poblaciones de roedores.
- Diferenciación entre especies venenosas y no venenosas.
- Prevención de conflictos fauna–persona.
- Conservación de microhábitats locales.

La participación comunitaria podrá fortalecerse mediante talleres informativos y material educativo, promoviendo una percepción positiva hacia la herpetofauna.

Investigación complementaria en especies con datos limitados

Se recomienda profundizar en el estudio de especies poco conocidas o con información limitada, como *Pseudalsophis elegans* y *Oxyrhopus fitzingeri*, con el fin de mejorar el conocimiento sobre su distribución, uso de hábitat y estado poblacional.

El fortalecimiento de esta información permitirá:

- Identificar microhábitats críticos.
- Ajustar medidas de manejo dentro del proyecto.
- Reducir impactos potenciales sobre poblaciones poco documentadas.
- Mejorar la toma de decisiones en el PMA.

- Discusión

El componente herpetofauna no representa actualmente un recurso de uso significativo para la comunidad local; sin embargo, presenta sensibilidad ecológica diferencial asociada a microhábitats específicos. Las medidas propuestas permitirán reducir impactos derivados de la modificación del hábitat y fortalecer la conservación de las especies registradas en el área de estudio.

Considerando los hallazgos del presente estudio, se recomienda ampliar el esfuerzo de muestreo tanto en términos espaciales como temporales, extendiendo el monitoreo a la temporada lluviosa. Esto permitirá obtener una visión más completa de la riqueza y dinámica de la herpetofauna presente. Asimismo, es prioritario conservar y restaurar microhábitats clave como cuerpos de agua temporales, hojarasca y vegetación densa, que resultan esenciales para especies sensibles o con estrategias reproductivas especializadas.

La creación de un programa de monitoreo ecológico continuo contribuiría a evaluar cambios en la composición faunística a lo largo del tiempo, sirviendo como una herramienta para la gestión adaptativa del territorio. En paralelo, se sugiere fomentar procesos de educación ambiental y participación comunitaria enfocados en la importancia ecológica de los anfibios y reptiles,

fortaleciendo el vínculo entre conservación y percepción local. Por último, se recomienda profundizar en el estudio de especies con datos deficientes o escasamente conocidas, como *Pseudalsophis elegans* y *Oxyrhopus fitzingeri*, con el fin de mejorar la base de conocimiento sobre su ecología y estado poblacional, y así apoyar decisiones informadas para su conservación.

En el ANEXO 8-2-4 se presenta la base de datos del componente herpetofauna.

8.2.3.4. Entomofauna

- Introducción.

La distribución regional y local de los escarabajos copronecrófagos depende ampliamente de factores microclimáticos y ecológicos como la cobertura vegetal, temperatura ambiental, humedad relativa, tipo de suelo, relieve topográfico y diferencias locales de altitud, observándose marcadas diferencias entre áreas abiertas y bosques cerrados. Este grupo de coleópteras (copronecrófagos) están involucrados en el reciclaje de nutrientes y aireación del suelo puesto que relocalizan, consumen y reciclan heces de mamíferos y cadáveres en descomposición (Nichols, 2008). Para el Ecuador, hasta el año 2011 se han registrado 256 especies y 37 géneros (Carvajal, 2011). Sin embargo, actualmente y de manera más contundente, Chamorro, 2018 considera 220 especies pertenecientes a 33 géneros y finalmente, Chamorro et al, 2019, determina 223 especies de escarabajos copronecrófagos. En consecuencia, los escarabajos copronecrófagos son muy utilizados en estudios de biodiversidad debido a las siguientes características: fácil recolecta, captura con bajo costo, historia natural y taxonomía conocida, además de mostrar respuestas frente a cambios antrópicos.

Por otro lado, se estima que en el Ecuador existe cerca de 2726 especies de lepidópteros diurnos (Silva, 2011), mientras que, Garwood K., Jaramillo J.G, (2022) enlistan 3606 especies. Este grupo es utilizado como indicadores de calidad y tipo de ecosistemas al correlacionar la presencia de un taxón con una determinada variedad de plantas (Claro, 2005). Mientras que la riqueza de mariposas se puede relacionar estrechamente con la diversidad vegetal, sumado a esto las interacciones como polinizador. Algunas características destacables de este grupo son: fácilmente vistas e identificadas, aspectos biológicos y biogeográficos conocidos, son abundantes y ofrecen datos sólidos (Silva, 2011).

Sin embargo, la alta tasa de alteración es preocupante como consecuencia de actividades antrópicas y la deforestación. El presente describe una proyección del estado de la comunidad de escarabajos copronecrófagos y mariposas diurnas, lo cual permitirá definir lineamientos básicos que sirvan como estrategias de manejo enfocadas en la conservación y desarrollo sustentable del área de estudio.

- Área de estudio.

El área de estudio se encuentra al sur del Ecuador en la provincia de Loja, cantón Zapotillo, en las siguientes coordenadas referenciales: 586422, 9520607 (UTM, Zona 17 M) a una altitud aproximada de 230 msnm. En general, Zapotillo presenta una temperatura entre 22 y 25 ºC y una precipitación variable entre 239 y 713 mm (PDOT Zapotillo, 2023). Esta área se ubica en una zona mayoritariamente de Bosque deciduo de tierras bajas de Jama-Zapotillo y en menor medida, zonas de Intervención, según el mapa de ecosistemas del Ecuador continental (MAE, 2013). En el área circundante se puede observar una cobertura vegetal altamente fragmentada y diferentes actividades antrópicas como expansión urbana, apertura de vías, ganadería y zonas agrícolas.

- Sitios de muestreo.

En el área de estudio se definieron 03 sitios o zonas de muestreo (PFC-EN001, PFC-EN002, PFC-EN003) considerando como variable principal la cobertura vegetal y los ecosistemas presentes. En cada sitio se aplicaron los diferentes métodos (trampas Pitfall, trampas Van-Somerer-Rydon, Captura con red entomológica) para el registro de escarabajos copronecrófagos y mariposas diurnas. Cabe mencionar que, se realizó un ingreso de campo complementario (Primer ingreso en

junio de 2025, segundo ingreso en marzo de 2026) con el objetivo de complementar e implementar el muestreo de escarabajos coprófagos (especies que se alimentan con heces), puesto que, en el primer ingreso se utilizaron únicamente trampas Pitfall con cebo de pescado podrido para escarabajos necrófagos (especies carroñeras), en este contexto se hace el levantamiento de los escarabajos copronecrófagos. A continuación, se detalla las coordenadas por grupo biótico y metodología utilizada en la siguiente tabla.

Tabla 8-2-75. Ubicación de los puntos de muestreo para entomofauna

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método
		Ítemn	x	y			
PFC-EN001-TP	20-21/06/2025	Inicio	586193	9519261	218	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	Trampas pitfall
	09-10/03/2026	Final	586508	9519160	217	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	
PFC-EN001-VR	20-21/06/2025	Inicio	586216	9519316	219	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	Van Somerer-Rydon
	09-10/03/2026	Final	585968	9519483	224	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	
PFC-EN001-RE	20-21/06/2025	Inicio	585861	9519358	223	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	Red entomológica
	09-10/03/2026	Final	586055	9519125	218	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	
PFC-EN002-TP	21-22/06/2025	Inicio	587183	9520412	230	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	Trampas pitfall
	10-11/03/2026	Final	587285	9520122	228	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	
PFC-EN002-VR	21-22/06/2025	Inicio	587285	9520087	228	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	Van Somerer-Rydon

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método
		Ítemn	x	y			
	10-11/03/2026	Final	587143	9519829	225	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	
PFC-EN002-RE	21-22/06/2025	Inicio	587494	9520219	234	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	Red entomológica
	10-11/03/2026	Final	587590	9519925	234	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	
PFC-EN003-TP	22-23/06/2025	Inicio	586494	9521809	235	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Trampas pitfall
	11-12/03/2026	Final	586777	9521759	237	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	
PFC-EN003-VR	22-23/06/2025	Inicio	586816	9521734	236	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Van Somerer-Rydon
	11-12/03/2026	Final	587013	9521493	238	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	
PFC-EN003-RE	22-23/06/2025	Inicio	586970	9521473	235	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Red entomológica
	11-12/03/2026	Final	586761	9521659	232	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2025 Elaborado por: Equipo consultor, 2025; PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; EN: Entomofauna; TP: Trampas Pitfall; VR: Trampas Van Somerer-Rydon; RE: Red Entomológica.

En el MAPA NRO. 29 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo para entomofauna.

- Metodología de estudio

Escarabajos copronecrófagos

El método de captura comúnmente utilizado para especímenes de este grupo es mediante Trampas de caída con atrayente (Pitfall). Esta trampa está conformada por un vaso o recipiente de abertura circular que se entierra a ras de suelo; el principio de la misma consiste en atrapar los insectos que pasan sobre ella y caen en su interior. El atrayente que se le adiciona hace que los insectos lleguen con mayor rapidez (Grupo de exploración y monitoreo ambiental, GEMA, 2006).

Con fines de monitoreo y para evitar la mortalidad, las trampas fueron modificadas (Escobar et al, 2001). Por cada sitio de monitoreo (PFC-EN001, PFC-EN002, PFC-EN003) se distribuyeron 30 recipientes de 11 cm de diámetro y alrededor de 500 ml de capacidad a una distancia de 10 metros entre recipiente en un transecto de 300 metros cada uno. El atrayente utilizado fue pescado podrido (15 trampas) y heces humanas (15 trampas) por cada transecto de 300 metros. El cebo se colocó directamente en los recipientes mientras que, la tapa tenía una abertura modificada que permitía el ingreso de escarabajos, pero evitaba su salida. Al no utilizar la solución de alcohol, este permitía mantener vivos a los especímenes capturados. Las trampas permanecieron activas por 24 horas continuas por dos días hasta su revisión.

Mariposas diurnas

Para el grupo de mariposas diurnas se utilizó la técnica de captura mediante jama o red entomológica. Esta red es uno de los principales instrumentos para la captura de insectos voladores. Está formada por un aro metálico al que va adherido un tul de forma cónica, sostenido por una vara de madera o metal, que da soporte a todo el instrumento (Grupo de exploración y monitoreo ambiental, GEMA, 2006; Andrade, Henao & Triviño, 2013). Por cada sitio de muestreo, se realizó capturas directas con la red entomológica en 01 transectos de al menos 300 metros cada uno por 2 días en cada transecto, durante las horas de mayor actividad, entre las 09:30 y 12:30, y para especies de hábitos crepusculares entre las 17:00 y 18:00. Los individuos capturados fueron fotografiados con énfasis en las características que permitieran su posterior identificación taxonómica.

Adicionalmente, se utilizaron 05 trampas Van Somerer-Rydon (Rydon, 1964), la cual consiste en un tubo cilíndrico recubierto por un velo de color blanco; en el extremo inferior del mismo se coloca un plato con el atrayente para mariposas. Por cada sitio de muestreo, las 05 trampas fueron dispuestas en un transecto de 300 metros, a una distancia de 60 m entre si, a una altura de alrededor de los 3 metros y permanecieron activas durante 48 horas. El cebo o atrayente utilizado fue pescado en descomposición. De igual manera, los individuos capturados fueron fotografiados con énfasis en las características que permitieran su posterior identificación taxonómica.

Tabla 8-2-76. Métodos y esfuerzo de muestreo para entomofauna

Código	Metodología	Longitud (m)	Número de trampas / transectos	Días	Horas/Día	Total
PFC-EN001-TP	Trampas pitfall	300	30	2	24	1440
PFC-EN001-VR	Van Somerer-Rydon	300	5	2	24	240
PFC-EN001-RE	Red entomológica	300	1	2	4	8
PFC-EN002-PF	Trampas pitfall	300	30	2	24	1440
PFC-EN002-VR	Van Somerer-Rydon	300	5	2	24	240
PFC-EN002-RE	Red entomológica	300	1	2	4	8
PFC-EN003-TP	Trampas pitfall	300	30	2	24	1440
PFC-EN003-VR	Van Somerer-Rydon	300	5	2	24	240
PFC-EN003-RE	Red entomológica	300	1	2	4	8
TOTAL esfuerzo de muestreo (horas)						5064

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2025 Elaborado: Equipo consultor, 2025; PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; EN: Entomofauna; TP: Trampas Pitfall; VR: Trampas Van Somerer-Rydon; RE: Red Entomológica

Análisis de datos.

El procesamiento de la información se realizó a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación de los insectos de las diferentes zonas o puntos de muestreo dentro del proyecto. Para el análisis estadístico se emplearon programas especializados como Past versión 5.3 y Rstudio Versión 2024.09.1+394. Para el manejo de la información se empleó una base de datos en Excel. Se realizaron los siguientes análisis.

- *Riqueza (S)*

Es el número total de especies obtenido en un censo de una comunidad (Moreno & Halffter, 2001).

$$S = Especie\ a + Especie\ b + n$$

- *Abundancia Total*

Cantidad precisa, contada, de individuos de esa especie con respecto al total de la población censada en un área determinada.

- *Abundancia Relativa (N)*

Se analizó la abundancia relativa, misma que permite caracterizar la muestra a través de la curva de abundancia relativa- diversidad. El empleo de esta curva es considerado como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y semi naturales (Magurran A., 1988). Se basa en el cálculo de la abundancia relativa dividiendo el número de individuos de la especie i para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

$$Pi = ni/N$$

Dónde: ni = n es el número de individuos de la especie i, dividido para el número total de individuos de la muestra (N) (Moreno et al., 2011).

- *Dominancia*

Las curvas de Dominancia/Diversidad son un modelo de distribución mediante el cual se puede desarrollar una interpretación ecológica del estado de los ecosistemas evaluados. En las abscisas (eje x) se representan las especies, dispuestas desde la más abundante hasta la menos abundante, mientras que en el eje de las ordenadas (eje y) se presenta el número total de individuos por especie.

Dependiendo del modelo de distribución (para cada indicador) se pueden inferir los siguientes resultados (Magurran, 2004): Modelo de serie geométrica, logarítmica, normal logarítmica o log-normal, de la vara quebrada o broken stick.

Se realizará el ajuste de las curvas mediante el programa PAST (Hammer 2014), definiendo mediante análisis estadístico el tipo de modelo al que pertenece.

Para determinar, a partir del ajuste, a un determinado modelo de distribución de abundancia, se puede establecer el grado de estrés ambiental existente.

- *Índice de Diversidad de Shannon Wiener*

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran A., 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Al combinar riqueza y abundancia el índice permite evaluar la equidad de la comunidad estudiada. La función logarīstica utilizada para el análsis de este índice fue loragitmo natural (ln).

$$H' = -\Sigma\, pi \ln pi$$

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- *Índice de Diversidad de Simpson*

Es un índice estimador de la abundancia relativa, su cálculo gira en torno al valor de abundancia proporcional de todas las especies, es más sensible a los datos de las especies más abundantes, su expresión más común es el valor de 1 – D, siendo:

$$D = -\Sigma\, pi^2$$

Dónde:

pi= la proporción de individuos de la especie con respecto al total de individuos del sistema

Al emplear 1 – D el resultado se desplaza de forma ascendente conforme se incrementa la diversidad, vinculando la magnitud del número con la riqueza y equidad del sistema (Magurran, 1988).

- *Índice de Chao1*

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao & Lee, 1992).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

- *Curva de Acumulación de Especies*

La curva de acumulación es un cálculo estadístico que sirve para analizar y visualizar de mejor manera la variación en el número de especies (aumento-disminución o viceversa) que se puede dar en diferentes sitios, relacionando este tipo de procesos con el esfuerzo de captura (número de personas al muestrear) o el tiempo de muestreo que se emplee para el estudio o proyecto (Jiménez-Valverde, 2003).

- *Índice de similitud de Jaccard*

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde a = número de especies presentes en el sitio A, b = número de especies presentes en el sitio B, c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

- *Análisis Clúster*

Es un método que permite descubrir asociaciones y estructuras en los datos que no son evidentes a priori pero que pueden ser útiles una vez que se han encontrado. Los resultados de un Análisis de Clúster pueden contribuir a la definición formal de un esquema de clasificación, tal como una taxonomía para un conjunto de objetos, a sugerir modelos estadísticos para describir poblaciones, a asignar nuevos individuos a las clases para diagnóstico e identificación (Moreno et al., 2011).

- Resultados

Escarabajos copronecrófagos

- *Composición*

Se identificaron 08 especies pertenecientes a la familia Scarabaeidae y el orden de los Coleópteras. El 25% de las especies de escarabajos copronecrófagos registrados en este estudio fueron registrados en los 03 sitios de muestreo.

Tabla 8-2-77. Orden, familia y especies de escarabajos registrados en el área de estudio

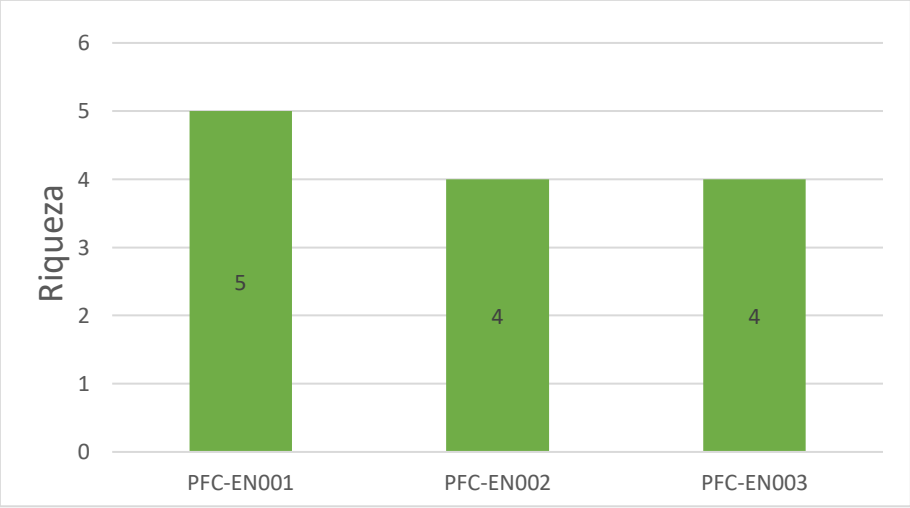
Orden	Familia	Especie	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003
Coleoptera	Scarabeidae	*Canthidium* sp1.	x	x	x
		Canthon aff. *lituratus*	x		
		Canthon aff. *mutabilis*			x
		Eurysternus sp1.		x	
		Malagoniella sp1.	x	x	x
		Malagoniella sp2.			x
		Onthophagus sp1.	x	x	
		Phanaeus aff. *lunaris*	x		

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- *Riqueza general*

En toda el área del proyecto se registraron 08 especies de escarabajos copronecrófagos pertenecientes a la familia Scarabaeidae. En el sitio PFC-EN001 se registraron 05 especies, seguido de PFC-EN002 y PFC-EN003 con 04 especies respectivamente.

Figura 8-2-63. Riqueza de escarabajos por sitio de muestreo

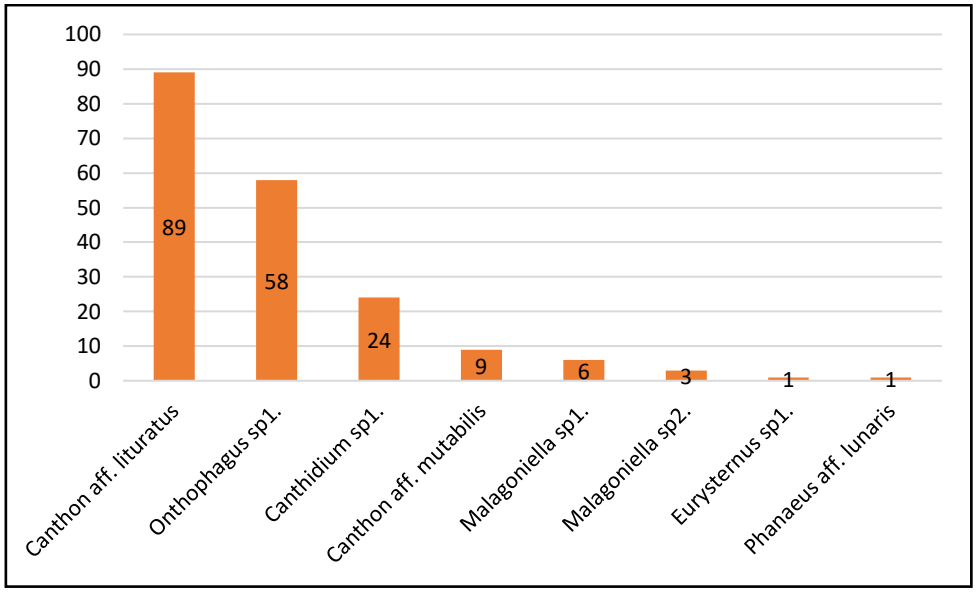


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- *Abundancia y abundancia relativa*

Se registró una abundancia total de 191 individuos del orden de los escarabajos copronecrófagos. Las especies más abundantes fueron *Canthon* aff. *lituratus* y *Onthophagus* sp1. con 89 y 58 individuos registrados, respectivamente. Dos especies cuentan con un solo registro, *Eurysternus* sp1. y *Phanaeus* aff. *lunaris*, y se consideran raras.

Figura 8-2-64. Abundancia de escarabajos registrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-78. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos

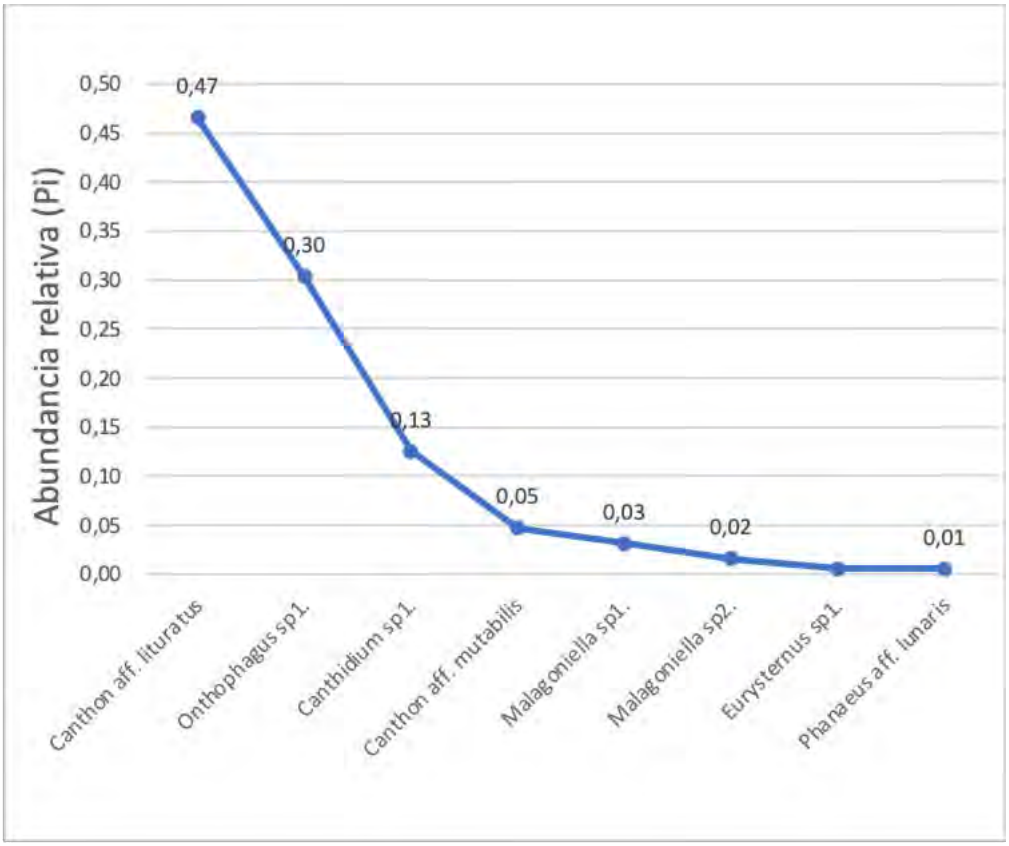
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Canthon aff. *lituratus*	89	0,47
Onthophagus sp1.	58	0,30
Canthidium sp1.	24	0,13
Canthon aff. *mutabilis*	9	0,05
Malagoniella sp1.	6	0,03
Malagoniella sp2.	3	0,02
Eurysternus sp1.	1	0,01
Phanaeus aff. *lunaris*	1	0,01
TOTAL	**191**	**1,0**

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

De acuerdo con la curva de abundancia, con el fin de mejor entendimiento se multiplica pi x 100 para determinar en porcentajes la cual se detalla a continuación: La especie *Canthon* aff. *lituratus* fue claramente dominante, representando aproximadamente el 47 % de la abundancia relativa total. En segundo lugar, se ubicó *Onthophagus* sp1., con un 30 %, mientras que *Canthidium* sp1. aportó alrededor del 13 %. En conjunto, estas tres especies concentran cerca del 90 % de todos los individuos registrados, evidenciando una fuerte dominancia de pocas especies.

La curva de abundancia evidencia que la comunidad de escarabajos copronecrófagos del bosque seco de Zapotillo presenta una estructura con alta dominancia y baja equidad el mismo que se corrobora con el índice de diversidad de Simpson 1-D, ya que pocas especies concentran la mayor parte de los individuos registrados. *Canthon aff. lituratus* y *Onthophagus* sp1. representan aproximadamente el 77 % de la abundancia relativa, mientras que las demás especies muestran abundancias considerablemente menores. Aunque se registró una riqueza de ocho especies, la pronunciada pendiente de la curva indica una distribución desigual de los individuos dentro de la comunidad. Este patrón es característico de ecosistemas de bosque seco con características de intervención, donde las condiciones ambientales y la disponibilidad estacional de recursos favorecen a especies mejor adaptadas, mientras que otras permanecen con poblaciones reducidas.

Figura 8-2-65. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

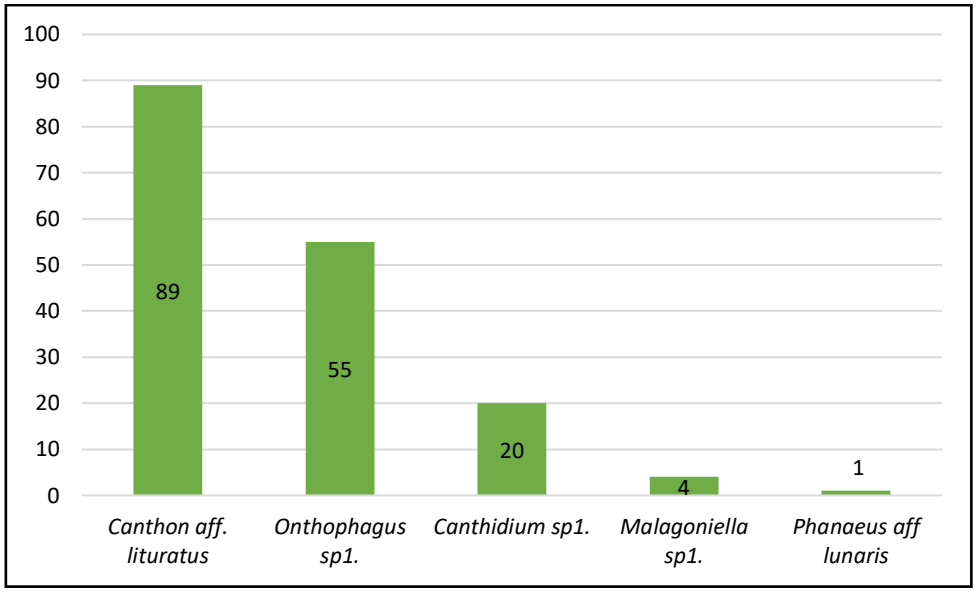
- Resultados por sitio de muestro

Sitio PFC-EN001

Riqueza y abundancia

Se registró un total de 169 individuos pertenecientes a 5 especies de escarabajos copronecrófagos, la familia Scarabaeidae y el órden Coleoptera. Las especies más abundantes fueron *Canthon* aff. *lituratus* con 89 y *Onthophagus* sp1., con 55 individuos registrados, respectivamente. *Phanaeus* aff. *lunaris* se considera rara puesto que registra un solo individuo.

Figura 8-2-66. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

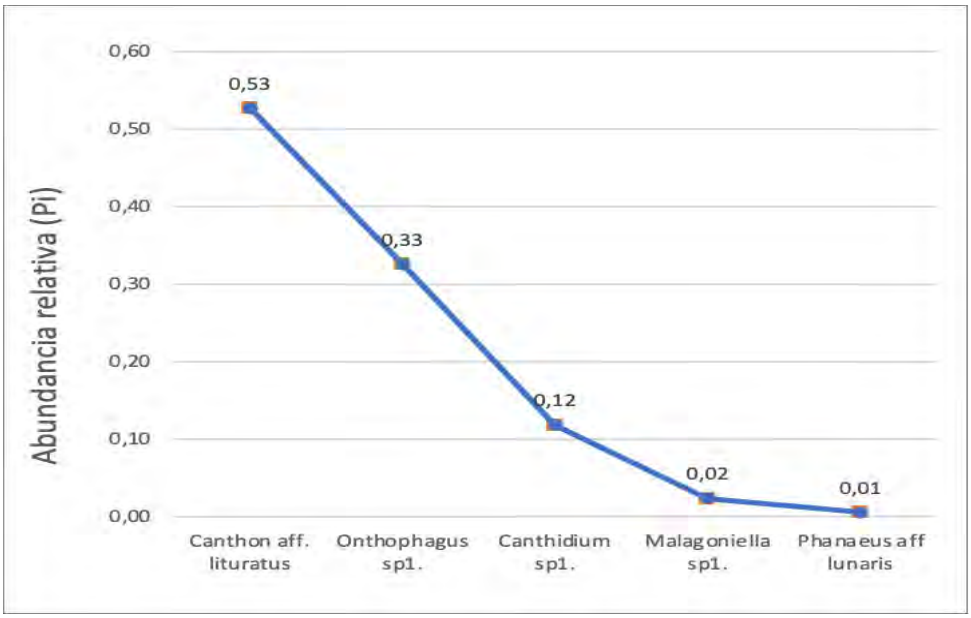
Tabla 8-2-79. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Canthon aff. *lituratus*	89	0,53
Onthophagus sp1.	55	0,33
Canthidium sp1.	20	0,12
Malagoniella sp1.	4	0,02
Phanaeus aff *lunaris*	1	0,01
TOTAL	**169**	**1,00**

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

La curva abundancia presenta una pendiente muy pronunciada, lo que indica una baja equidad y una marcada dominancia de pocas especies dentro de la comunidad. La especie *Canthon* aff. *lituratus* fue la más abundante, con una abundancia relativa de 0,53 (53 %), seguida por *Onthophagus* sp1., con 0,33 (33 %). Estas dos especies concentran aproximadamente el 86 % de todos los individuos registrados, evidenciando que la comunidad está fuertemente dominada por taxones con mayor capacidad de adaptación y aprovechamiento de los recursos disponibles.

Figura 8-2-67. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001



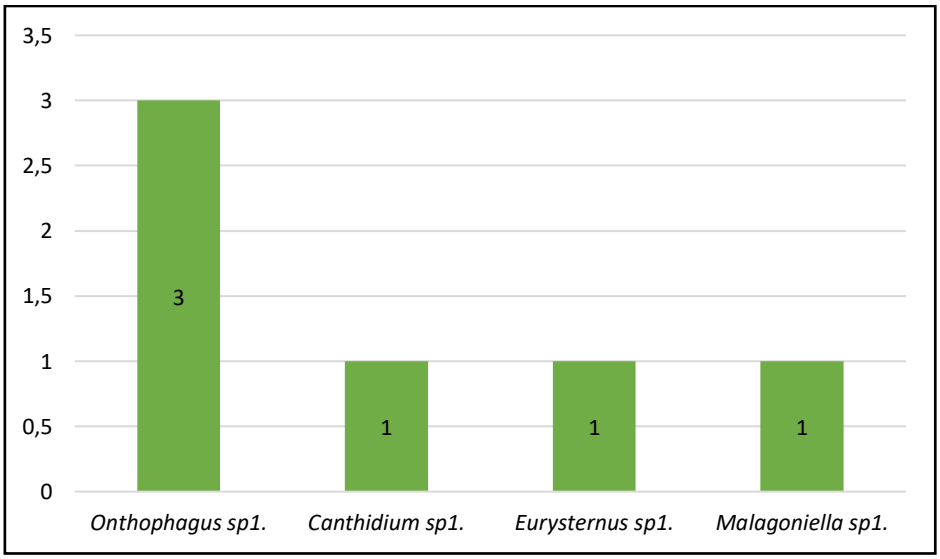
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Sitio PFC-EN002

Riqueza y abundancia

Se registró un total de 06 individuos pertenecientes a 04 especies de escarabajos copronecrófagos, la familia Scarabaeidae y el órden Coleoptera. La especie más abundante fue *Onthophagus* sp1. con 03 individuos registrados. Las demás especies cuentan con un solo individuo.

Figura 8-2-68. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Tabla 8-2-80. Abundancia absoluta y relativa de escarabjos copronecrófagos en PFC-EN002

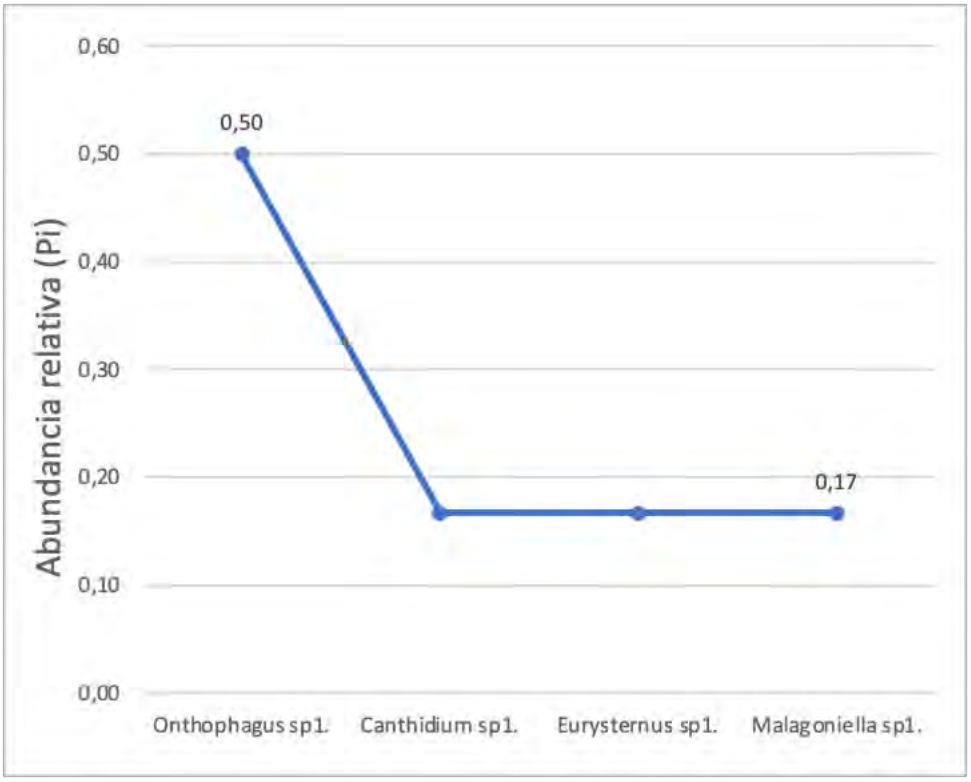
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Onthophagus sp1.	3	0,50
Canthidium sp1.	1	0,17
Eurysternus sp1.	1	0,17
Malagoniella sp1.	1	0,17
TOTAL	**6**	**100**

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

En base a la curva abundancia del sitio PFC-EN002, se puede observar que, la especie *Onthophagus* sp.1 es claramente la especie dominante, con una abundancia relativa de 0,50 (50 %), representando la mitad de los individuos registrados. Las otras tres especies (*Canthidium* sp.1, *Eurysternus* sp.1 y *Malagoniella* sp.1) presentan una abundancia relativa idéntica de 0,17 (17 %), lo que indica que son especies codominantes de baja representación y contribuyen de manera similar a la estructura de la comunidad.

Este patrón sugiere una equitatividad moderadamente baja, ya que una sola especie concentra una proporción importante de los individuos, mientras que las demás mantienen abundancias considerablemente menores.

Figura 8-2-69. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-002



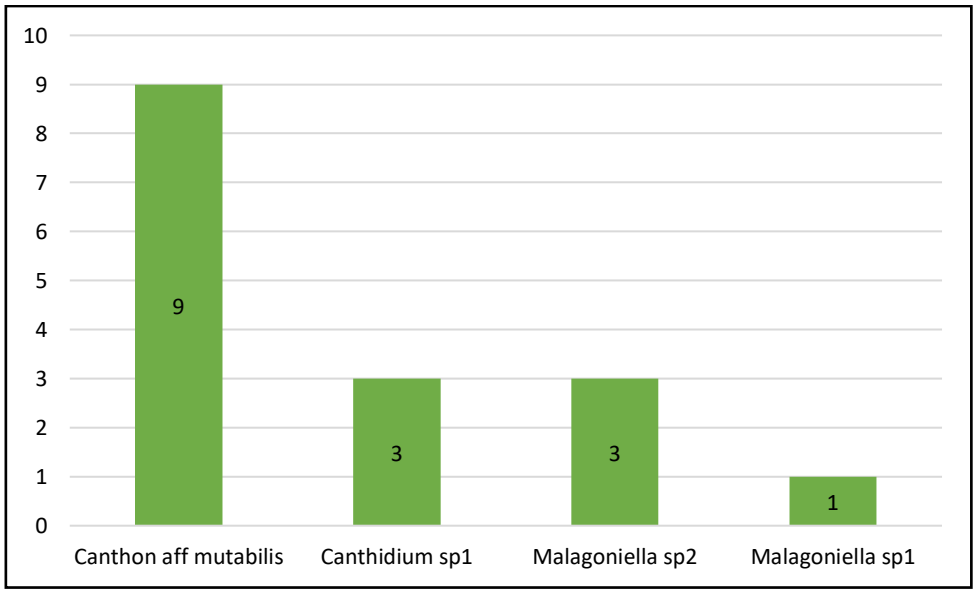
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Sitio PFC-EN003

Riqueza y abundancia

Se registró un total de 16 individuos pertenecientes a 04 especies de escarabajos copronecrófagos, la familia Scarabaeidae y el órden Coleoptera. La especie más abundante fue *Canthon* aff. *mutabilis* con 09 individuos registrados. Mientras que, *Malagoniella* sp1 se considera rara puesto que registra un solo individuo.

Figura 8-2-70. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

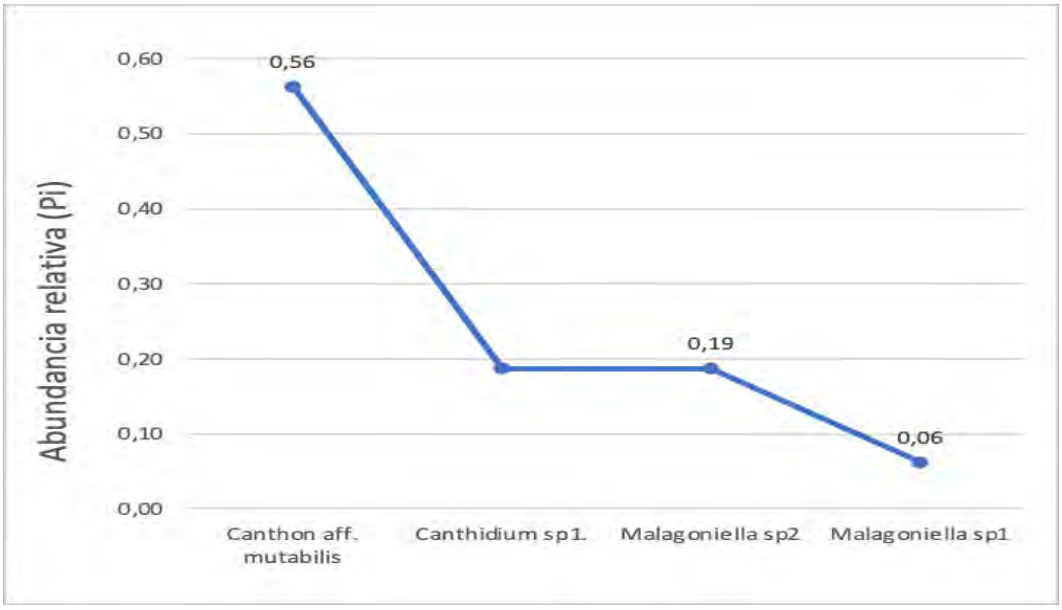
Tabla 8-2-81. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN003

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Canthon aff. *mutabilis*	9	0,56
Canthidium sp1.	3	0,19
Malagoniella sp2	3	0,19
Malagoniella sp1	1	0,06
TOTAL	**16**	**1,00**

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

La curva abundancia evidencia que en el sitio PFC-EN003, la especie *Canthon* aff. *mutabilis* fue la más abundante, con una abundancia relativa de 0,56 (56 %), representando más de la mitad de los individuos capturados. Esto evidencia una clara dominancia de esta especie dentro de la comunidad. La pendiente pronunciada entre la primera y la segunda especie refleja una alta dominancia de *Canthon* aff. *mutabilis* y una baja equitatividad en la comunidad, ya que la abundancia no se distribuye de manera uniforme entre las especies.

Figura 8-2-71. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-OR003



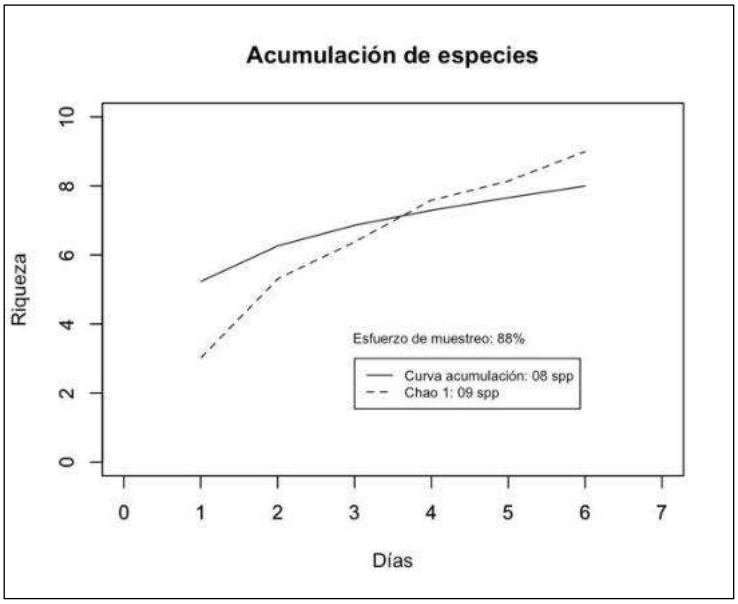
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- Acumulación de especies e índice Chao

La aplicación del estimador no paramétrico de riqueza Chao1 indicó una riqueza potencial de 9 especies, en comparación con las 8 especies registradas durante el muestreo. Este resultado corresponde a una completitud del inventario de aproximadamente el 88 %, lo que evidencia que el esfuerzo de muestreo permitió registrar la mayor parte de las especies presentes en el área de estudio.

Es importante considerar que los inventarios biológicos constituyen una aproximación a la composición real de las comunidades, ya que la presencia y detectabilidad de las especies pueden variar en función de factores temporales, espaciales, climáticos y ecológicos. En consecuencia, es poco probable documentar la totalidad de las especies existentes mediante una única campaña de campo. Sin embargo, la implementación de metodologías de muestreo estandarizadas y el empleo de estimadores no paramétricos de riqueza, como Chao1, permiten evaluar la representatividad del inventario y determinar con un adecuado nivel de confianza que la caracterización de la biodiversidad obtenida es suficientemente representativa para el área evaluada.

Figura 8-2-72. Curva de acumulación y Chao-1 para escarabajos



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- Diversidad

Para este análsis se utilizó el índice de Shannon en su logaritmo natural y el indice de Simpson en su forma 1-D mediante el software Past versión 3.5.

El índice de Shannon-Wiener mostró que el punto PFC-EN002 presentó la mayor diversidad de Entomofauna, con un valor de 1,49 nats/individuo. Le siguió el punto PFC-EN003, con un valor de 1,21 nats/individuo. En contraste, el punto PFC-EN001 registró el menor valor (1,08 nats/individuo), por lo que constituye el sitio menos diverso de los tres evaluados.

Por otro lado, el índice de Simpson (1-D) alcanzó su valor más alto en el punto PFC-EN002 (0,80), lo que refleja una comunidad con baja dominancia y una mayor tendencia a la equidad en la distribución de los individuos entre las especies registradas. No obstante, la abundancia relativa evidencia que *Onthophagus* sp. 1 fue la especie más representativa, concentrando el 50 % de los individuos, mientras que las tres especies restantes aportaron aproximadamente 17 % cada una. Estos resultados sugieren que, aunque existe una especie con tendencia a dominar la comunidad, la distribución del resto de las especies mantiene un nivel de equidad relativamente con tendencia a 1, lo que indicaría que el área presenta un grado de perturbación que aún permite conservar una estructura de comunidad relativamente equilibrada.

En el punto PFC-EN003, el índice de Simpson registró un valor de (0,65), lo que evidencia una comunidad con menor equidad y una mayor tendencia a la dominancia en comparación con PFC-EN002. La abundancia relativa mostró que *Canthon* aff. *mutabilis* fue la especie predominante, concentrando el 56 % de los individuos registrados, mientras que el porcentaje restante se distribuyó entre las demás especies. Estos resultados sugieren que existe una especie con marcada tendencia a dominar la comunidad, lo que reduce la equidad en la distribución de los individuos entre las especies presentes.

El punto PFC-OR001 presentó el menor valor del índice de Simpson (0,60), indicando una comunidad con la menor equidad y la mayor tendencia a la dominancia entre los sitios evaluados. En este punto, *Canthon* aff. *lituratus* concentraron el 53 % y *Onthophagus* sp. 1., el 33 % de la

abundancia relativa, respectivamente, representando en conjunto el 86 % de los individuos registrados. Esta distribución evidencia una comunidad fuertemente influenciada por pocas especies dominantes, mientras que las especies restantes estuvieron representadas por una proporción considerablemente menor de individuos.

Tabla 8-2-82. Diversidad de escarabajos

ÍNDICES	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003	General
Riqueza	5	4	4	8
Abundancia	169	6	16	191
Simpson	0,60	0,80	0,65	0,67
Shannon	1,08 nats/individuo	1,49 nats/individuo	1,21 nats/individuo	1,37 nats/individuo

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- Similaridad de Jaccard

Se realizó un análisis de la similitud basado en el Índice de Jaccard y la construcción de un clúster para comprender la composición de escarabajos en los diferentes sitios estudiados. Con el fin de mejor entendimiento se multiplica el valor de Jaccard x 100 para determinar en porcentajes la cual se detalla a continuación: Se registró un conglomerado entre los sitios PFC-EN001 y PFC-EN002, con al menos el 50% de especies compartidas y en base a la similitud de especies en el área de estudio. Esta similitud moderada sugiere que ambos sitios poseen condiciones ambientales y microhábitats relativamente semejantes, favoreciendo la presencia de un conjunto común de especies de escarabajos copronecrófagos.

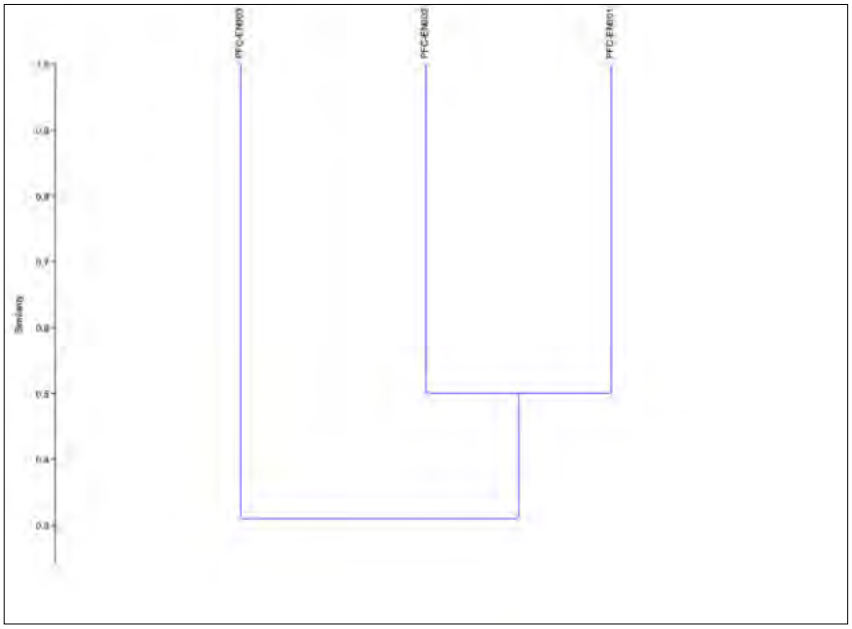
La similitud (especies compartidas) de PFC-EN003 disminuye frente a los sitios PFC-EN002 y PFC-EN001 del 33% al 29%, respectivamente. Lo que sugiere diferencias en la estructura del hábitat como la cobertura vegetal, disponibilidad de recursos o diferentes grados de intervención antrópica.

Tabla 8-2-83. Indice de similitud de Jaccard para escarabajos

SITIOS	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003
PFC-EN001	1	0,5	0,29
PFC-EN002	0,5	1	0,33
PFC-EN003	0,29	0,33	1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Figura 8-2-73. Similitud de escarabajos – Índice Jaccard



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Mariposas Diurnas

- **Composición**

Se registraron un total de 68 individuos pertenecientes al orden de los lepidópteros, los cuales están agrupados en 5 familias y 10 especies. Nymphalidae es la familia más diversa, con 5 especies y 30 individuos registrados.

Tabla 8-2-84. Familias y especies de mariposas diurnas registradas

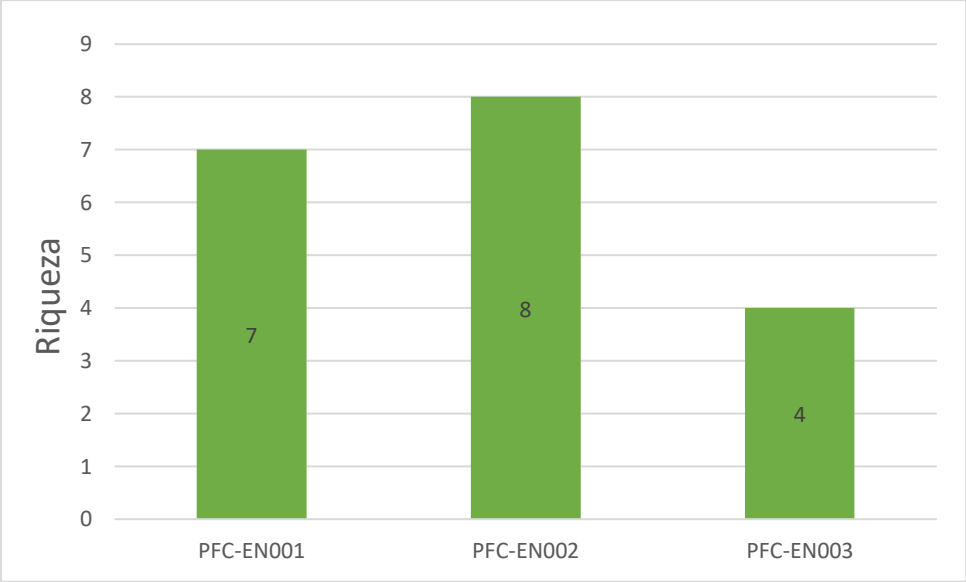
Órden	Familia	Especie	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003
Coleoptera	Hesperidae	*Cecropterus dorantes*	X	X	X
	Lycaenidae	*Hemiargus ramon*		X	X
	Nymphalidae	*Anthanassa hermas*	X		
		Dynamine haenschi	X	X	
		Elzunia pavonii	X	X	
		Euptoieta hegesia		X	
		Hamadryas amphicloe	X	X	
	Papilionidae	*Battus polydamas*		X	
	Pieridae	*Phoebis argante*	X		X
		Pyrisitia nise	X	X	X

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- **Riqueza**

En toda el área de muestreo se regisraron 10 especies de mariposas. El punto PFC-EN002 registró 8 especies, seguido de PFC-EN001 con 7 y, por último, PFC-EN003 con 4 especies.

Figura 8-2-74. Riqueza de mariposas registradas en cada sitio de muestreo

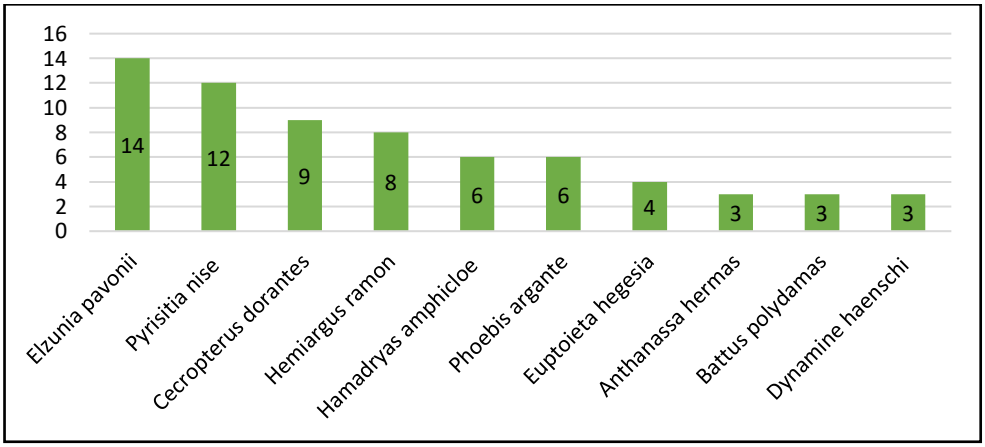


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- Abundancia

Se registraron un total de 68 individuos pertenecientes al orden de los lepidópteros. Con un total de 14 y 12 individuos respectivamente, *Elzunia pavonii* (Nymphalidae) y *Pyrisitia nise* (Pieridae) son las especies más abundantes.

Figura 8-2-75. Riqueza y abundancia de mariposas



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Tabla 8-2-85. Abundancia absoluta y relativa de mariposas

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Elzunia pavonii	14	0,21
Pyrisitia nise	12	0,18
Cecropterus dorantes	9	0,13
Hemiargus ramon	8	0,12

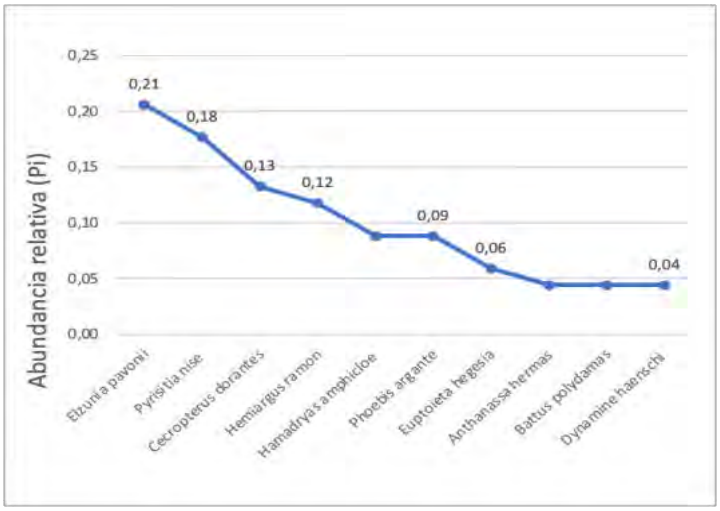
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Hamadryas amphicloe	6	0,09
Phoebis argante	6	0,09
Euptoieta hegesia	4	0,06
Anthanassa hermas	3	0,04
Battus polydamas	3	0,04
Dynamine haenschi	3	0,04
TOTAL	68	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

En base a la curva rango-abundancia, la especie más abundante fue *Elzunia pavonii*, con una abundancia relativa de 0,21 (21%), seguida por *Pyristia nise* con 0,18 (18%). Estas dos especies concentran una proporción importante de los individuos muestreados, lo que indica que tienen una mayor capacidad de adaptación o aprovechamiento de los recursos disponibles en el área de estudio.

Posteriormente, la abundancia disminuye de forma progresiva hacia *Cecropterus dorantes* (0,13) y *Hemiargus ramon* (0,12), para luego estabilizarse en *Hamadryas amphinome* y *Phoebis argante*, ambas con 0,09. Las especies menos abundantes fueron *Euptoieta hegesia* (0,06), *Anthanassa hermas* (0,04), *Battus polydamas* (0,04) y *Dynamine haenschi* (0,04), las cuales pueden considerarse especies raras dentro del ensamblaje registrado.

Figura 8-2-76. Curva abundancia de mariposas



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- Resultado por sitio muestreado

Sitio PFC-EN001

Riqueza

Se registró un total de 33 individuos pertenecientes a 07 especies de mariposas y 03 familias del orden lepidóptera. La familia con mayor riqueza fue Nymphalidae con 04 especies registradas.

Tabla 8-2-86. Órden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN001

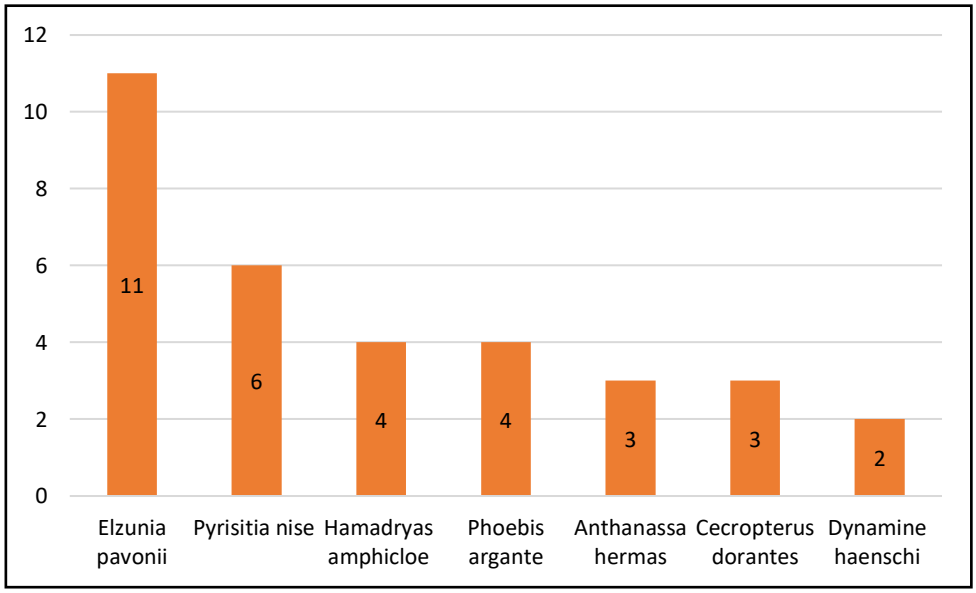
Orden	Familia	Especie
Lepidoptera	Hesperidae	*Cecropterus dorantes*
	Nymphalidae	*Anthanassa hermas*
		Dynamine haenschi
		Elzunia pavonii
		Hamadryas amphicloe
	Pieridae	*Phoebis argante*
		Pyrisitia nise

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Abundancia

De un total de 33 individuos y 07 especies registradas en el sitio PFC-EN001, *Elzunia pavonii* se considera la especie más abundante con 11 individuos, seguido de *Pyrisitia nise* con 06 individuos.

Figura 8-2-77. Riqueza de mariposas en PFC-EN001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

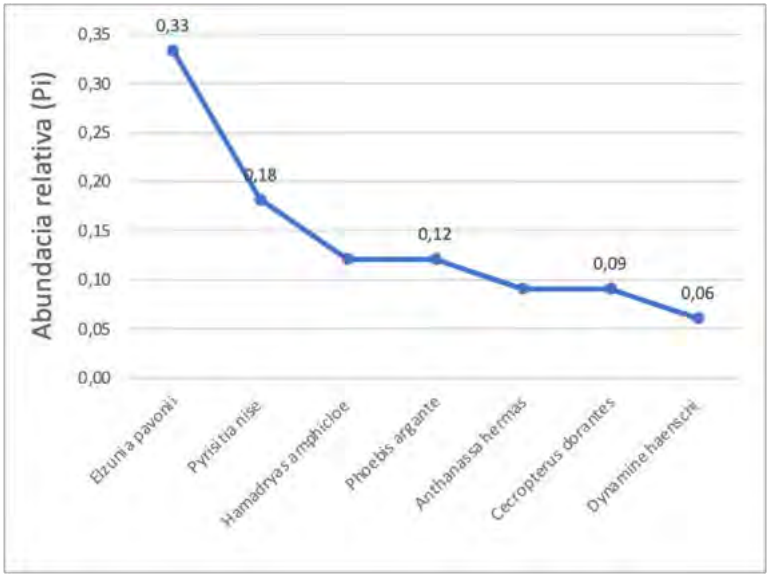
Tabla 8-2-87. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN001

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Elzunia pavonii	11	0,33
Pyrisitia nise	6	0,18
Hamadryas amphicloe	4	0,12
Phoebis argante	4	0,12
Anthanassa hermas	3	0,09
Cecropterus dorantes	3	0,09
Dynamine haenschi	2	0,06
TOTAL	**33**	**1,00**

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Con el fin de facilitar la interpretación de los resultados, los valores de abundancia relativa (Pi) se expresan en porcentaje mediante la multiplicación de Pi × 100. En este contexto, *Elzunia pavonii* presentó la mayor abundancia relativa (Pi = 0,33), equivalente al 33 % de los individuos registrados. No obstante, este valor no evidencia una dominancia marcada dentro de la comunidad, ya que se encuentra por debajo del 34 % y la diferencia con respecto a las demás especies es reducida. Esto indica que E. pavonii constituye la especie más abundante del ensamblaje, pero con una dominancia débil o incipiente, reflejando una tendencia hacia la dominancia sin que esta sea claramente definida. Asimismo, la porción final de la curva de abundancia muestra una pendiente relativamente estable, lo que sugiere que las especies restantes presentan abundancias similares entre sí, evidenciando una distribución relativamente homogénea entre las especies menos abundantes.

Figura 8-2-78. Curva abundancia de mariposas en PFC-OR001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Sitio PFC-EN002

Riqueza

Se registró un total de 24 individuos pertenecientes a 8 especies de mariposas y 5 familias del orden lepidóptera. La familia con mayor riqueza fue Nymphalidae con 4 especies registradas.

Tabla 8-2-88. Órden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN002

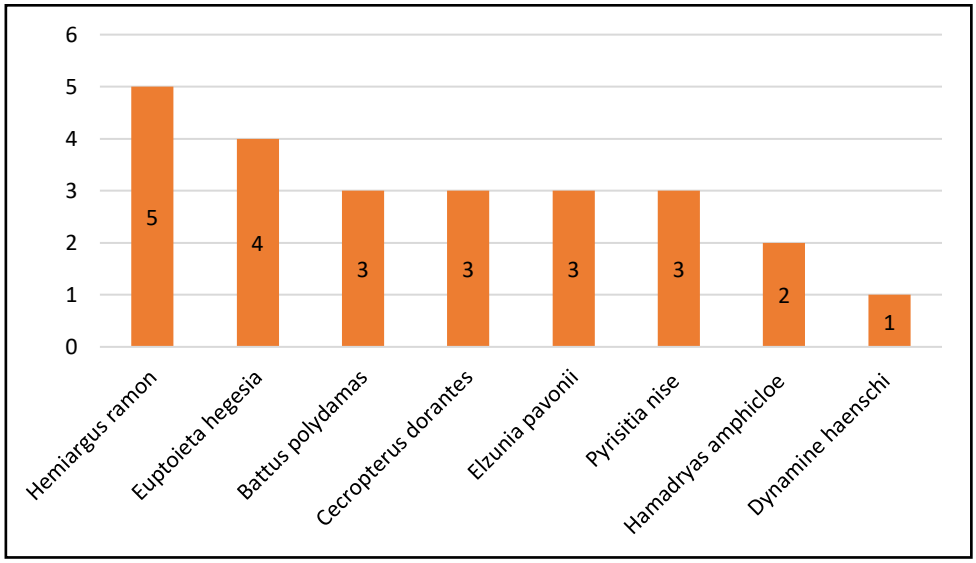
Orden	Familia	Especie
Lepidoptera	Hesperidae	*Cecropterus dorantes*
	Lycaenidae	*Hemiargus ramon*
	Nymphalidae	*Dynamine haenschi*
		Elzunia pavonii
		Euptoieta hegesia
		Hamadryas amphicloe
	Papilionidae	*Battus polydamas*
	Pieridae	*Pyrisitia nise*

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Abundancia

De un total de 24 individuos y 08 especies registradas en el sitio PFC-EN002, *Hemiargus ramon* se considera la especie más abundante con 05 individuos, seguido de *Euptoieta hegesia* con 04 individuos.

Figura 8-2-79. Riqueza de mariposas en PFC-EN002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

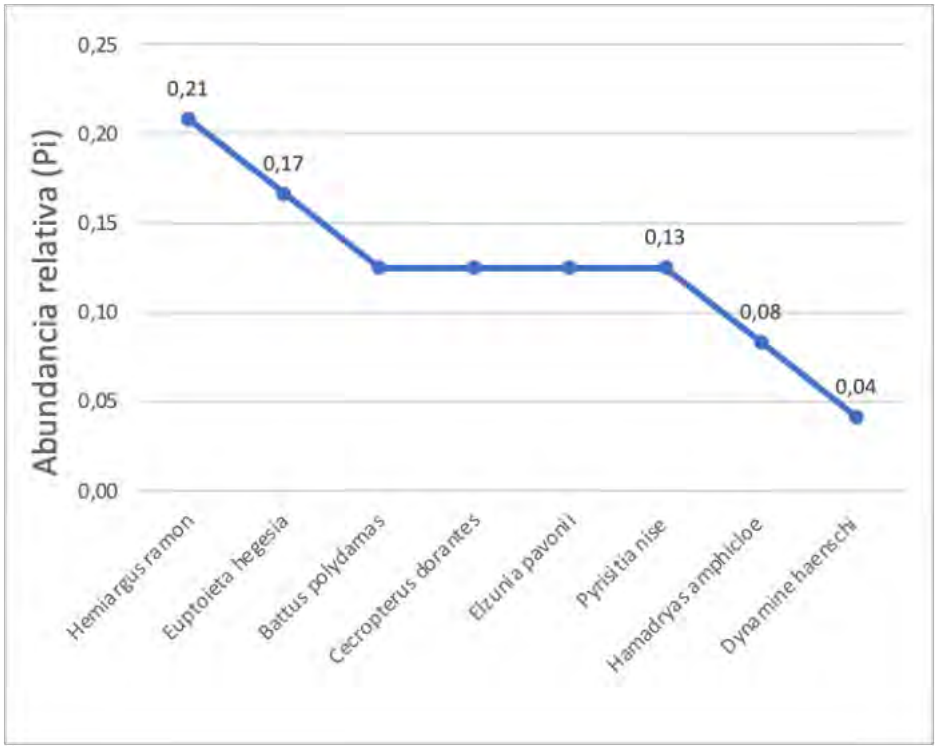
Tabla 8-2-89. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN002

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Hemiargus ramon	5	0,21
Euptoieta hegesia	4	0,17
Battus polydamas	3	0,13
Cecropterus dorantes	3	0,13
Elzunia pavonii	3	0,13
Pyrisitia nise	3	0,13
Hamadryas amphicloe	2	0,08
Dynamine haenschi	1	0,04
TOTAL	24	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

En este caso, la curva dominancia presenta una pendiente moderadamente pronunciada, indicando que existe una ligera dominancia de algunas especies, aunque la abundancia se distribuye de forma relativamente homogénea entre la mayoría de las especies registradas. La especie *Hemiargus ramon* fue la más abundante, con una abundancia relativa de 0,21 (21 %), seguida por *Euptoieta hegesia*, con 0,17 (17 %). Estas dos especies constituyen las más representativas de la comunidad.

Figura 8-2-80. Curva rango-abundancia de mariposas en PFC-OR002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Sitio PFC-EN003

Riqueza

Se registró un total de 11 individuos pertenecientes a 4 especies de mariposas y 3 familias del orden lepidóptera. La familia con mayor riqueza fue Pieridae con 2 especies registradas.

Tabla 8-2-90. Órden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN003

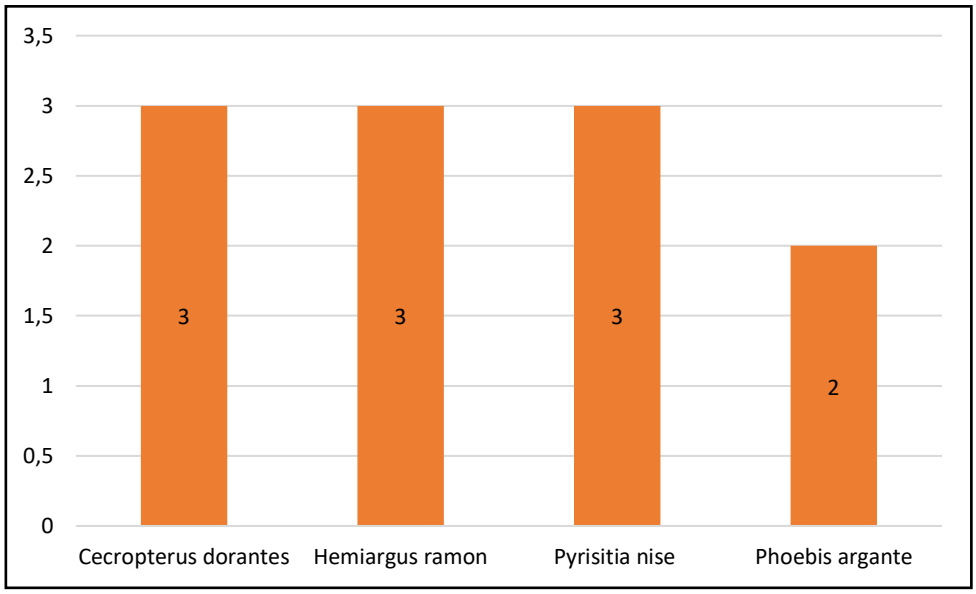
Orden	Familia	Especie
Lepidoptera	Hesperidae	*Cecropterus dorantes*
	Lycaenidae	*Hemiargus ramon*
	Pieridae	*Phoebis argante*
		Pyrisitia nise

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Abundancia

De un total de 11 individuos y 4 especies registradas en el sitio PFC-EN003, no se identifican especies con una abundancia mayoritaria o significativamente diferente.

Figura 8-2-81. Riqueza de mariposas en PFC-EN003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Tabla 8-2-91. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN003

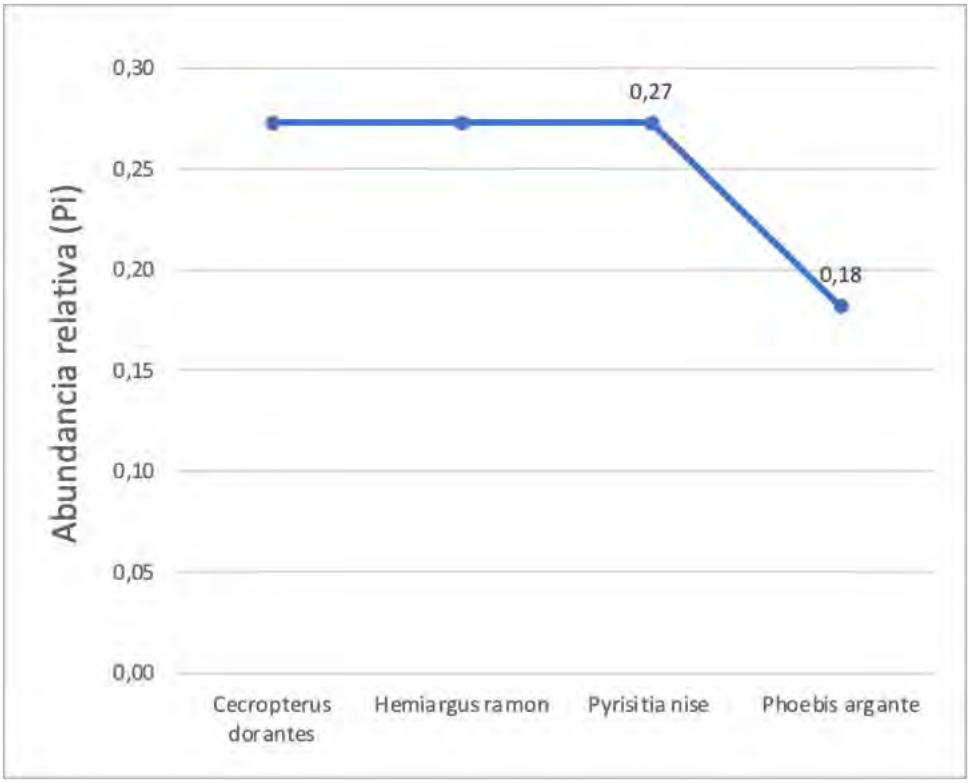
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Cecropterus dorantes	3	0,27
Hemiargus ramon	3	0,27
Pyrisitia nise	3	0,27

Phoebis argante	2	0,18
TOTAL	11	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

En este caso, la comunidad de mariposas en el sitio PFC-EN003 está conformada por cuatro especies, de las cuales *Cercopterus dorantes*, *Hemiargus ramon* y *Pyrisitia nise* presentan la misma abundancia relativa (0,27; 27 %), mientras que *Phoebis argante* registra una abundancia menor (0,18; 18 %). La forma de la curva es prácticamente horizontal en los tres primeros rangos, indicando una alta equitatividad, ya que las especies dominantes poseen abundancias muy similares y ninguna sobresale claramente sobre las demás. Este patrón refleja una comunidad con baja dominancia.

Figura 8-2-82. Curva abundancia de mariposas en PFC-OR003



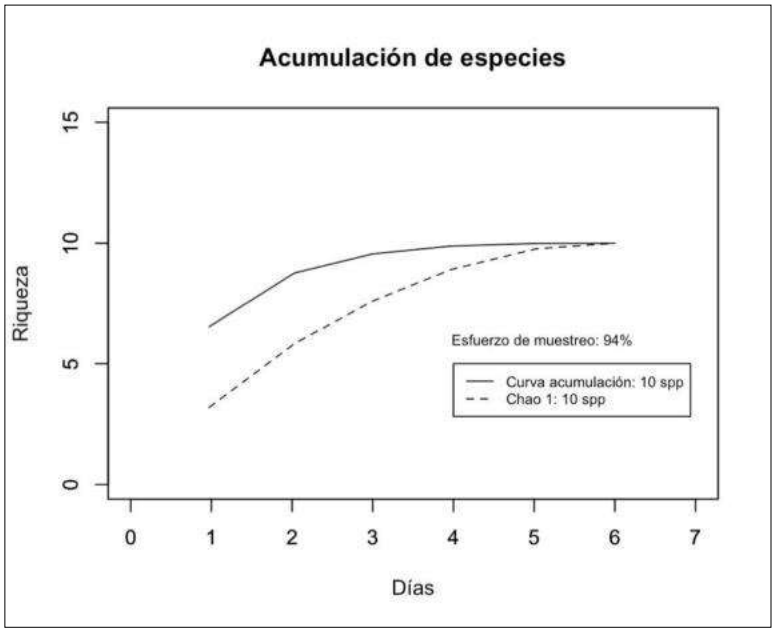
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Acumulación de especies e índice Chao

La aplicación del estimador de riqueza Chao1 arrojó un valor de 10 especies, coincidente con la riqueza observada durante el muestreo. Esta correspondencia indica u alcance del muestreo cercano al 100 % para las condiciones y el período de evaluación, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la riqueza de mariposas presente en el área de estudio. Asimismo, la coincidencia entre la riqueza observada y la estimada evidencia una adecuada representatividad de los métodos de muestreo empleados y una baja probabilidad de que existan especies adicionales no detectadas durante la campaña de muestreo. No obstante, es importante considerar que la composición de las comunidades de mariposas puede variar en función de la estacionalidad, las condiciones climáticas y la disponibilidad de recursos, por lo que

evaluaciones realizadas en diferentes épocas del año podrían registrar variaciones en la riqueza y composición de especies.

Figura 8-2-83. Curva de acumulación y Chao-1 para mariposas



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Diversidad

Para este análsis se utilizó el índice de Shannon en su logaritmo natural y el indice de Simpson en su forma 1-D. El análisis se realizó con el sofware Past versión 5.3.

El índice de Shannon-Wiener mostró que el punto PFC-EN002 presentó la mayor diversidad de mariposas, con un valor de 2,15 nats/individuo, lo que evidencia una comunidad con alta riqueza de especies y una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas. Le siguió el punto PFC-EN001, con un valor de 1,89 nats/individuo, indicando una comunidad poco diversa y con una distribución de especies poco equitativa. El punto PFC-EN003 registró el menor valor (1,51 nats/individuo), por lo que constituye el sitio menos diverso en cuanto a mariposas, de los tres sitios evaluados.

El índice de Simpson (1-D) alcanzó su valor más alto en el punto PFC-EN002 (0,89), lo que indica una comunidad con baja dominancia y una distribución con tendencia a la equitativa de los individuos entre las especies. Aunque algunas especies presentaron mayores abundancias relativas, como *Hemiargus ramon* con una abundancia relativa de 0,21 (21 %), seguida por *Euptoieta hegesia*, con 0,17 (17 %), ninguna ejerció una dominancia marcada sobre el resto de la comunidad.

Por su parte, el punto PFC-EN001 presentó un valor del índice de Simpson de 0,83, lo que indica una comunidad con una baja dominancia y una distribución con tendencia a la equidad presenta una ligeramente dominancia respecto al sitio PFC-EN002. En este sitio, *Elzunia pavonii* presentó la mayor abundancia relativa (pi=0,33; 33 %), evidenciando una pendiente con tendencia a dominar, pero no es representativa en el esamblaje de escarbajos. Sin embargo, la parte final de la curva es relativamente más estable, lo que sugiere que las especies restantes presentan abundancias relativamente semejantes entre sí.

En el punto PFC-EN003, el índice de Simpson registró un valor de 0,82, reflejando igualmente una comunidad con tendencia a la equidad y baja dominancia. Las especies más abundantes fueron *Cercopterus dorantes*, *Hemiargus ramon* y *Pyrisitia nise*, todas con una abundancia relativa de 0,27 (27 %), seguidas por *Phoebis argante*, con 0,18 (18 %). La curva abundancia mostró una distribución uniforme, sin evidenciar una especie dominante, no obstante, estos resultados deben interpretarse con cautela, ya que en este punto únicamente se registraron 4 especies y 11 individuos, un tamaño de muestra reducido que puede influir en la estimación de los índices de diversidad y equidad, así como en la forma de la curva de abundancia, limitando la capacidad para detectar patrones de dominancia dentro de la comunidad.

Tabla 8-2-92. Diversidad de mariposas diurnas

Índices	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003	General
Riqueza	7	8	4	10
Abundancia	33	24	11	68
Simpson	0,83	0,89	0,82	**0,88**
Shannon	1,89 nats/individuo	2,15 nats/individuo	1,51 nats/individuo	**2,23** nats/individuo

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Similaridad de Jaccard

Se realizó un análisis de la similitud basado en el Índice de Jaccard y la construcción de un clúster para comprender la composición de los diferentes sitios estudiados, con el fin de mejor entendimiento se multiplica el valor de Jaccard x 100 para determinar en porcentajes la cual se detalla a continuación: Se puede observar que el clúster genera un solo grupo con alrededor del 50% de especies de mariposas compartidas entre los sitios PFC-EN002 y PFC-EN001. Este nivel de similitud indica que ambos sitios comparten cerca de la mitad de las especies registradas, lo que sugiere la existencia de condiciones ambientales, estructura de la vegetación y disponibilidad de recursos relativamente similares dentro de estos dos sitios muestreados

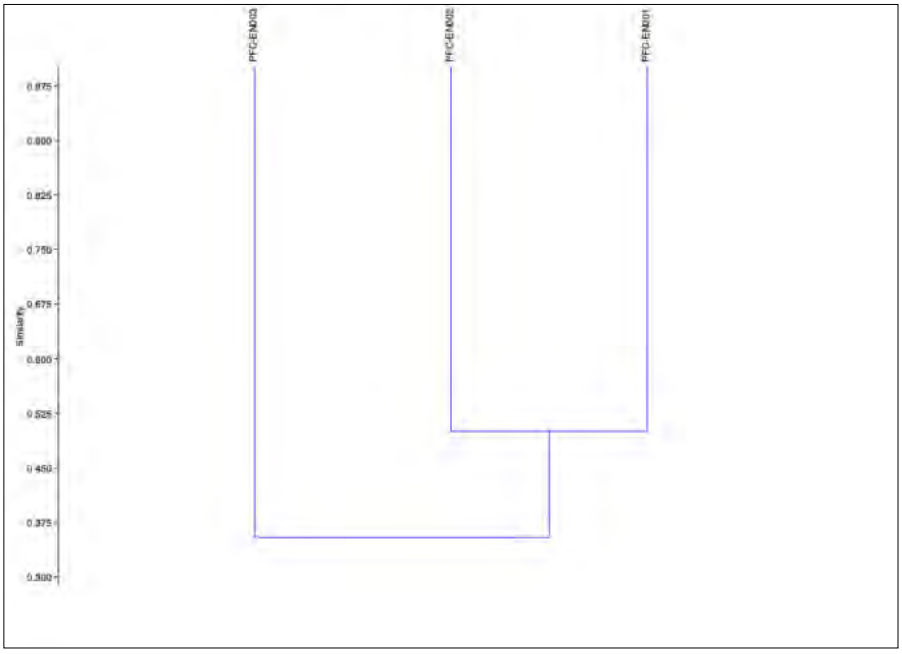
La similitud en la composición de especies del sitio PFC-EN003 disminuye con respecto a los sitios PFC-EN002 y PFC-EN001, registrando valores de similitud de 38 % y 33 %, respectivamente. Estas diferencias podrían estar asociadas a factores como la estructura y composición de la vegetación, la disponibilidad de recursos tróficos, las características microambientales y el grado de intervención antrópica presentes en cada sitio, los cuales influyen en la distribución y ensamblaje de las comunidades de escarabajos copronecrófagos.

Tabla 8-2-93. Índice de similitud de Jaccard para mariposas diurnas

SITIOS	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003
PFC-EN001	1	**0,5**	0,38
PFC-EN002	**0,5**	1	0,33
PFC-EN003	0,38	0,33	1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Figura 8-2-84. Similitud de mariposas – Índice Jaccard



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- Discusión

En el caso de los escarabajos copronecrófagos, se registraron ocho especies pertenecientes a la familia Scarabaeidae, con una marcada dominancia de *Canthon* aff. *lituratus* y *Onthophagus* sp.1, especies que concentraron aproximadamente el 77 % de todos los individuos registrados. Esta estructura coincide con el patrón esperado para ecosistemas estacionalmente secos, donde las condiciones climáticas limitan la disponibilidad de alimento y favorecen a especies generalistas con mayor capacidad de adaptación (Nichols et al., 2008; Halffter & Arellano, 2002).

La forma de la curva de rango-abundancia, refuerza esta interpretación, indicando una baja equidad en la distribución de individuos entre especies. Este comportamiento ha sido reportado comúnmente en ambientes fragmentados o intervenidos, como los observados en el área de estudio, donde actividades como ganadería, agricultura y apertura de vías generan modificaciones en la estructura del hábitat. En este contexto, la baja riqueza de especies y alta dominancia (Shannon = 1,37; Simpson = 0,67) sugiere condiciones de estrés ambiental moderado a alto.

A nivel de sitios, PFC-EN001 presentó la mayor abundancia, pero con una fuerte dominancia, mientras que PFC-EN002 mostró una comunidad empobrecida tanto en riqueza como en abundancia, lo que podría estar relacionado con un mayor grado de intervención o menor disponibilidad de recursos tróficos. Por otro lado, PFC-EN003, aunque con baja abundancia, presentó una composición distinta, evidenciando cierto recambio de especies. Esto se confirma con el análisis de similitud de Jaccard, donde se observa una mayor afinidad entre PFC-EN001 y PFC-EN002, probablemente debido a características de hábitat similares.

En contraste, el sitio PFC-EN003, ubicado en una zona intervenida, presentó menor riqueza y una fuerte dominancia de *Canthon* aff. *mutabilis*, situación que puede relacionarse con procesos de simplificación del hábitat ocasionados por actividades agropecuarias y la fragmentación del

bosque. Este comportamiento ha sido ampliamente documentado en ecosistemas tropicales, donde la pérdida de cobertura vegetal reduce la disponibilidad de refugios y altera la dinámica ecológica de los escarabajos copronecrófagos (Larsen et al., 2005).

En cuanto al esfuerzo de muestreo, el estimador Chao1 sugiere que se alcanzó aproximadamente el 88% de la riqueza esperada, lo cual indica que, si bien el inventario es representativo, aún podrían registrarse especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo o en diferentes épocas del año.

Por otro lado, las mariposas diurnas presentaron una mayor riqueza (10 especies) y una distribución más equitativa de especies y sus abundancias (Shannon = 2,23; Simpson = 0,88). A diferencia de los escarabajos, la curva de rango-abundancia se ajusta a un modelo de una comunidad más estructurada y estable. Este resultado puede estar relacionado con la estrecha relación de las mariposas con la vegetación, ya que incluso en paisajes fragmentados pueden persistir si existe disponibilidad de plantas hospederas y recursos florales.

A nivel de sitios, PFC-EN002 destacó por presentar la mayor riqueza de mariposas, lo que podría indicar una mayor heterogeneidad del hábitat o una mejor conservación relativa de la vegetación. En contraste, PFC-EN003 presentó la menor riqueza, lo que podría asociarse a un mayor grado de intervención o menor complejidad estructural del ecosistema. Sin embargo, en este último sitio la distribución de abundancias fue más equitativa, lo que sugiere una comunidad sin dominancia marcada.

Los análisis de similitud mediante el índice de Jaccard muestran que los sitios PFC-EN001 y PFC-EN002 comparten aproximadamente el 50 % de las especies tanto para escarabajos como para mariposas. Esta similitud probablemente responde a que ambos sitios conservan remanentes relativamente continuos de bosque seco y vegetación ribereña, mientras que el sitio PFC-EN003 presenta una composición distinta debido a un mayor grado de intervención y fragmentación del paisaje.

En términos generales, los resultados evidencian que los escarabajos copronecrófagos son más sensibles a las perturbaciones del hábitat, mostrando patrones claros de dominancia y baja diversidad en ambientes intervenidos. En contraste, las mariposas diurnas presentan una mayor resiliencia, probablemente debido a su capacidad de dispersión y a la disponibilidad de recursos vegetales en el paisaje. Las actividades antrópicas, como en este caso los cultivos, pastizales y el libre pastoreo de chivos (*Capra hircus*), sobre los ecosistemas naturales han provocado una pérdida importante de biodiversidad.

Estos hallazgos resaltan la importancia de conservar remanentes de vegetación nativa y promover estrategias de manejo que reduzcan la fragmentación del hábitat, ya que la estructura y composición de las comunidades de insectos están estrechamente ligadas a la calidad del ecosistema.

- Conclusiones.

El área de estudio, a pesar de ser una zona con signos claros de intervención antrópica (apertura de vías, actividades agropecuarias, presión debido a la expansión poblacional, etc.), presenta una considerable riqueza de escarabajos copronecrófagos y mariposas diurnas. El inventario de entomofauna realizado en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico permitió registrar 8

especies de escarabajos copronecrófagos (191 individuos) y 10 especies de mariposas diurnas (68 individuos).

El sitio PFC-EN002 presentó los mayores valores de diversidad tanto para escarabajos como para mariposas, lo que evidencia la importancia de los remanentes de bosque secundario y vegetación nativa en el mantenimiento de la biodiversidad local. En contraste, el sitio PFC-EN003, correspondiente a un sector con mayor intervención, registró menor riqueza y una comunidad más simplificada, confirmando la influencia de la alteración del hábitat sobre la composición de la entomofauna.

Los escarabajos copronecrófagos registrados en este estudio representan el 3,58% del total de las especies del Ecuador. La comunidad de escarabajos copronecrófagos presentó una marcada dominancia de Canthon aff. lituratus y Onthophagus sp.1, las cuales concentraron la mayor parte de los individuos registrados. Esta estructura, reflejada en las curvas de rango-abundancia y en los valores de diversidad, es característica de ecosistemas de bosque seco sujetos a una fuerte estacionalidad y con distintos niveles de intervención antrópica, donde pocas especies mejor adaptadas predominan sobre el resto de la comunidad.

Los resultados de riqueza y diversidad en el área de estudio se traducen en un ecosistema con evidentes signos de alteración y presión antrópica puesto que la conversión forestal cambia las condiciones microclimáticas y reduce la disponibilidad de recursos fecales de mamíferos silvestres. Aunque los resultados podrían justificarse con el poco tiempo de estudio, el área cubierta/muestreada y las condiciones ecológicas de un bosque seco. Aun así, es necesario considerar la importancia de este grupo en la retención de nitrógeno, drenaje y aireación del suelo, facilitadores en el ciclo de nutrientes, controladores de parásitos gastrointestinales de mamíferos y dispersión secundaria de semillas. Cabe mencionar que en áreas intervenidas y cerca de centros poblados la fauna urbana como los perros, gatos o incluso gallinas, pueden interferir en la metodología de muestreo, pues el cebo que se utiliza es pescado podrido y heces humanas.

Las mariposas diurnas registradas en este estudio representan el 0.28% del total de las especies del Ecuador. Los resultados infieren que las actividades antrópicas locales están relacionadas con la diversidad de mariposas registrada en el área de estudio como consecuencia de la homogenización de los ambientes, alta sensibilidad y respuesta rápida a cambios de temperatura, microclima, humedad y nivel de luminosidad y consecuentemente, la pérdida de las especies. En otras palabras, la riqueza de mariposas está estrechamente relacionada con la diversidad vegetal debido a la especificidad que estas tienen con las plantas hospederas en su estado larval.

- Recomendaciones.

En este estudio, se ha registrado un bajo número de capturas para algunas especies, esto no significa la inexistencia de una mayor diversidad de especies en el área de estudio, sino puede ser consecuencia de la estación temporal (invierno, verano) y/o condiciones climáticas específicas de bosque seco; para lo cual se recomienda tomar en cuenta las estaciones anuales al momento de llevar a cabo los monitoréos bióticos.

Priorizar la conservación del sector equivalente al sitio PFC-EN002 y de todos los remanentes de bosque secundario y vegetación nativa presentes en el área de influencia, por constituir las zonas

con mayor diversidad de escarabajos copronecrófagos y mariposas registradas durante la línea base.

Reducir al mínimo la fragmentación del bosque seco mediante el mantenimiento de corredores ecológicos entre los relictos de vegetación existentes, favoreciendo el desplazamiento de especies y el intercambio genético entre poblaciones.

Restringir el ingreso de animales domésticos (perros y gatos) y controlar la presencia de ganado dentro del área operativa, ya que modifican la dinámica ecológica del hábitat e incluso pueden interferir con futuros programas de monitoreo mediante el consumo o alteración de los cebos utilizados en las trampas Pitfall.

Minimizar la compactación del suelo mediante la circulación controlada de maquinaria pesada y la delimitación de rutas internas, considerando que los escarabajos desempeñan funciones fundamentales en la aireación del suelo, incorporación de materia orgánica, reciclaje de nutrientes y dispersión secundaria de semillas.

En este muestreo, la identificación taxonómica de los escarabajos corponecrófagos se vio limitada, por lo que se recomienda la adecuada gestión del permiso de recolección y movilización de especímenes de este grupo, con la finalidad de que su identificación se lo realice a mayor detalle en un laboratorio y con ayuda de especialistas.

Conservar la mayor cantidad posible de vegetación nativa y evitar la eliminación de arbustos y plantas herbáceas que actúan como hospederas y fuentes de néctar para las mariposas registradas en el área de estudio.

Evitar la aplicación innecesaria de insecticidas, herbicidas u otros productos químicos fuera de las áreas estrictamente requeridas para el mantenimiento del proyecto, reduciendo el riesgo de afectación directa sobre adultos, larvas y plantas hospederas.

Reducir la generación de polvo durante la construcción mediante el humedecimiento periódico de vías internas y el control de velocidades de circulación, evitando la deposición de partículas sobre la vegetación utilizada por las mariposas.

Limitar la iluminación artificial nocturna a las zonas estrictamente necesarias y utilizar luminarias direccionadas y de baja dispersión, disminuyendo alteraciones sobre otros grupos de insectos y manteniendo condiciones naturales del ecosistema.

Es fundamental preservar la zona de bosque, relictos de vegetación nativa y bosque secundario en regeneración o en su defecto implementar un eficiente plan de manejo para brindar protección a las especies encontradas, quienes depende directamente del buen estado y conservación de la cobertura vegetal, ya que cualquier tipo de actividad antrópica sin un adecuado manejo puede deteriorar la estructura de la zona y afectar tanto a los escarabajos estercoleros y mariposas diurnas.

En el ANEXO 8-2-5 se presenta la base de datos del componente hentomofauna. Además, se adjunta la tabla de coordenadas para monitoreos posteriores del componente Entomofauna.

Tabla 8-2-94. Coordenadas sujeridas para monitoreos posteriores – componente Entomofauna

COMPONENTE	CODIGO	X	Y	TRANSECTO	METODOLOGÍA
Entomofauna	PFC-EN001-TP	586193,00	9519261,00	Inicio	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN001-TP	586415,00	9519058,00	Fin	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN001-VR	585968,00	9519483,00	Inicio	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN001-VR	586217,00	9519316,00	Fin	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN001-RE	585606,00	9519546,00	Inicio	Red entomológica
Entomofauna	PFC-EN001-RE	585776,00	9519298,00	Fin	Red entomológica
Entomofauna	PFC-EN002-TP	586906,00	9520609,00	Inicio	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN002-TP	587005,00	9520326,00	Fin	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN002-VR	587109,00	9520099,00	Inicio	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN002-VR	586970,00	9519833,00	Fin	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN002-RE	587399,00	9520103,00	Inicio	Red entomológica
Entomofauna	PFC-EN002-RE	587259,00	9519837,00	Fin	Red entomológica
Entomofauna	PFC-EN003-TP	586444,00	9521851,00	Inicio	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN003-TP	586670,00	9521654,00	Fin	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN003-VR	587023,00	9521755,00	Inicio	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN003-VR	587281,00	9521600,00	Fin	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN003-RE	586829,00	9521578,00	Inicio	Red entomológica
Entomofauna	PFC-EN003-RE	587049,00	9521374	Fin	Red entomológica

8.2.3.5. Macroinvertebrados acuáticos.

- Introducción.

Los macroinvertebrados acuáticos cumplen un rol primordial en la cadena trófica, especialmente para la ictiofauna, además, un gran número de invertebrados se alimentan de algas y bacterias, base de la cadena alimenticia, permitiendo el flujo natural de energía y nutrientes en los ecosistemas (Álvarez y Pérez, 2007).

Loa macroinvertebrados han sido apliamente utilizados como bioindicadores. En los últimos 14 años, casi el 50% de especies animales fueron utilizados para este fin, mientras que el 70 % de estos pertenecen al grupo de invertebrados (Siddig et al., 2016).

Su importancia como indicadores de la calidad del agua, se basa en su susceptibilidad a cambios en las cararterísticas físico – químicas que se dan en los distintos niveles tróficos, además, de su amplia distribución y diversidad (Mandaville, 2002).

La evaluación de la calidad del agua a través del uso de macroinvertebrados acuáticos presenta ventajas frente a otras técnicas como: la simplicidad metódica, rapidez en la obtención de resultados y una alta confiabilidad, por lo que su uso, lo convierte en una herramienta idónea en cuanto a la vigilancia de cuerpos de agua (Reice, S.R. &, M. Wohlenberg., 1992).

- Área de estudio

La siguiente tabla indica los sitios de levantamiento de línea base para el componente de macroinvertebrados acuáticos en el área del proyecto.

Tabla 8-2-95. Sitios de levantamiento biótico para macroinvertebrados

Área de estudio	Código	Fecha	Coordenadas utm wgs84 17s		Altura m.s.n.m	Cuerpo de agua	Metodología	Unidad muestral	Tipo de muestra	Descripción del área
			x	y						
Inicial	PFC-MC-001	22/06/2025	586547,98	9518372,66	200 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	Cuerpo de agua, río de 8 metros de ancho, aproximadamene 1 metro de profundidad, riberas intervenidas con presencia de cultivos de gramíneas.
Medio	PFC-MC-002	22/06/2025	589151,21	9519091,87	200 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	
Final	PFC-MC-003	23/06/2025	588769,77	9520704,11	194 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	
Quebrada 1	PFC-MC-004	10/03/2026	586622	9521714	235m.	S/N	Red Surber	100m	Cuantitativo	Hábitat acuático lótico, sustrato limoso con hojarasca, presencia de vegetación de ribera de estrato herbáceo.
Quebrada 2	PFC-MC-005	10/03/2026	586541	9520753	191 m.	S/N	Red Surber	100m	Cuantitativo	

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2025-2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2025-2026 Acrónimos PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; MC: Macroinvertebrados; 001-005: puntos de levantamiento biótico de macroinvertebrados.

El punto PF4-MC-004 y PFC-MC-005 corresponden a cuerpos de agua lóticos, cuyo flujo superficial está condicionado a la estacionalidad climática local (Zapotillo). El levantamiento biótico en estos puntos se realizó durante el período de flujo activo, garantizando la presencia de sustrato húmedo y comunidades bentónicas activas.

En el MAPA NRO. 31 se presenta los puntos de ubicación del muestreo de macroinvertebrado.

- Esfuerzo de muestreo

Para el levantamiento de macroinvertebrados acuáticos se aplicó un muestreo estandarizado con red tipo Surber, instrumento diseñado para la recolección de organismos bentónicos en cuerpos de agua lóticos de poca profundidad y sustrato somero. En cada estación se delimitó un tramo de 100 m de cauce y se realizaron tres réplicas independientes, cada una asociada a un marco Surber de 0,09 m² de área efectiva de muestras (30 cm. de alto x 30 cm. de ancho y 30 cm. de largo).

La colecta consistió en el disturbio manual del sustrato dentro del marco durante un tiempo operativo aproximado de cinco minutos por réplica, con el fin de desprender y arrastrar los organismos hacia la red. Este tiempo corresponde al procedimiento de captura y no al criterio de cuantificación del esfuerzo, que se expresa en área muestreada. En consecuencia, el esfuerzo total por punto fue de 0,27 m², garantizando una cobertura replicable y comparable entre estaciones.

La aplicación de tres réplicas independientes por punto de levantamiento responde a una decisión metodológica orientada a cubrir la variabilidad local del sustrato y de la comunidad de macroinvertebrados, así como a mantener un esfuerzo homogéneo entre los puntos evaluados (Bonada et al., 2006).

Clarke et al. 2008, recomiendan el empleo de cuatro réplicas para aumentar la precisión estadística de las estimaciones. No obstante, en el presente levantamiento de macroinvertebrados las tres réplicas ejecutadas constituyeron el esfuerzo efectivamente aplicado durante la campaña y permiten disponer de unidades independientes para describir la variabilidad entre muestras dentro de cada estación. Por tanto, los resultados se interpretaron en función de este diseño y no como una estimación basada en el número de réplicas.

La aplicación uniforme de la red Surber, el área de 0,09 m² por réplica, el tiempo operativo aproximado de cinco minutos y las tres unidades independientes por estación permitieron estandarizar el procedimiento de campo, reducir diferencias atribuibles a la técnica de recogida y facilitar la comparación de los resultados entre los puntos de monitoreo. Este enfoque es consistente con las consideraciones metodológicas para la evaluación de la integridad biológica mediante macroinvertebrados bentónicos descritas por la US EPA (1990), particularmente respecto a la necesidad de documentar y mantener constante el esfuerzo de muestreo.

La siguiente tabla presenta el esfuerzo aplicado en cada punto de levantamiento de macroinvertebrados. Para los cinco sitios evaluados se efectuaron 15 réplicas en total, con un área acumulada de muestreo de 1,35 m² y un tiempo operativo total de 75 minutos (1.25 horas).

Tabla 8-2-96. Esfuerzo de muestreo para macroinvertebrados

Código de Punto	Tipo de Cuerpo de Agua	Técnica de Colecta	Número de Réplicas por punto	Tiempo por Réplica (min)	Esfuerzo Total (min/punto)	Área por réplica (m²)	Área total por punto (m²)	Horas método/día (por punto)
PFC-MC-001	Río	Red Surber	3	5	15	0.09	0.27	0.25
PFC-MC-002	Río	Red Surber	3	5	15	0.09	0.27	0.25
PFC-MC-003	Río	Red Surber	3	5	15	0.09	027	0.25
PFC-MC-004	Quebrada	Red Surber	3	5	15	0.09	0.27	0.25
PFC-MC-005	Quebrada	Red Surber	3	5	15	0.09	0.27	0.25
TOTAL	--	--	**15**	--	**75**	--	**1.35**	**1.25**

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- Metodología de Estudio

Fase de campo

- ***Red Surber.*** Se utilizaron redes Surber de 0,09 m2 de área y una malla de luz de 250 µm, con la técnica de captura directa (Zúñiga & Cardona, 2009), removiendo rocas del fondo y capturando los macroinvertebrados con pinzas entomológicas, logrando hacer un barrido en las orillas, medio y desvíos de caudal (Paaby et al. 1998). Lo colectado en todos los puntos se tamizó en una torre de tamices de 2 cm y 500 µm de luz, se colocó en una bandeja blanca para el separado de individuos.

  El área de levantamiento de línea base para macroinvertebrados fue de 100 m, el trabajo de campo se lo llevó a cabo el 22, 23 junio de 2025 (época seca) y el 10 de marzo de 2026 (época lluviosa), cada muestra abarcó un área de un metro de longitud por 30 centímetros de ancho del lecho, realizándose tres repeticiones. En cada sitio, se agitó tanto la vegetación acuática como el sustrato durante cinco minutos para facilitar la captura de macroinvertebrados. De esta manera, se logró cubrir la mayor diversidad de microhábitats presentes, como zonas arenosas, rocosas, con algas, entre otros (Roldán, 1992).

Fase de gabinete.

Las muestras recolectadas fueron procesadas en gabinete utilizando cajas Petri, bandejas blancas y pinzas entomológicas, realizando el conteo y separación de organismos por rasgos morfológicos. La identificación taxonómica se realizó hasta el nivel de familia, requerido para la determinación de índices biológicos y explícitos en los análisis de calidad de agua (Acosta et al., 2011; Ríos-Touma et al., 2011; MAATE/MAAE, Protocolo de Monitoreo de Recursos Hídricos). Se aplicaron claves taxonímicas para macroinvertebrados neotropicales, priorizando el uso de referencias en Ecuador y locales (Domínguez & Fernández, 2009) además fueron complementadas con guías para insectos acuáticos (Merritt & Cummins, 1996/2008) y literatura latinoamericana (Roldán-Pérez, 1988; 2003; Carrera & Fierro, 2001).

Las condiciones climáticas extremas impidieron monitorear los cuerpos de agua internos del emplazamiento en el mes de junio, sin embargo, en el mes de marzo se monitorearon las quebradas internas disponibles. En concordancia con los enfoques de monitoreo biótico para sistemas tributarios, se establece como medida técnica la reprogramación del levantamiento biótico para el período de flujo activo (temporada lluviosa) con el fin de asegurar comparabilidad y representatividad de la comunidad bentónica (MAATE/MAAE, Protocolo de Monitoreo de Recursos Hídricos).

Para la determinación de la calidad de agua se utilizó el método EPT, el cual suma la abundancia de las familias de los órdenes (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) que son sensibles a los contaminantes (Carrera, C. y Fierro, K., 2001) y el índice BMWP (Biological monitoring working party) que también suma los valores de las familias según el nivel de sensibilidad propuesto del 1 al 10, se utilizó el índice BMWP/Col de acuerdo a los valores ajustados por Roldán (2003) para países Latinoamericanos.

- *Riqueza (S).*

La riqueza se expresó como el número de taxones registrados por punto y por campaña. Dado que el nivel taxonómico utilizado para los análisis fue principalmente familia, la riqueza se reporta como riqueza de familias (S), lo cual permite comparabilidad entre puntos y campañas bajo un mismo esfuerzo de muestreo (Magurran, 1988).

- *Abundancia Absoluta (N).*

La abundancia absoluta corresponde al número total de individuos contabilizados por familia en cada punto de monitoreo, obtenida mediante la suma de las tres réplicas de levantamiento biótico con red Surber (3 réplicas de 5 minutos cada una).

Esta métrica permite describir la estructura cuantitativa de la comunidad y constituye la base para el cálculo posterior de abundancias relativas e índices de diversidad (Feinsinger, 2004).

- *Abundancia Relativa (pi).*

La abundancia relativa se calculó como:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde ni es el número de individuos del taxón *i* y *N* el total de individuos del punto. Esta medida se utilizó para describir la estructura de la comunidad y como base para los índices de diversidad y curvas rango –abundancia (Magurran, 1988).

- *Curvas de Dominancia Diversidad.*

La estructura de dominancia del ensamblaje de macroinvertebrados se analizó mediante la curva de rango-abundancia (Whittaker), representando el logaritmo de la abundancia relativa frente al rango de cada familia.

Con estos datos se elaboró la curva de dominancia-diversidad que permitió comparar gráficamente la riqueza de especies (número de puntos), sus abundancias relativas, la forma de las curvas y la secuencia de cada una de las especies que componen la comunidad sin perder su identidad.

- *Diversidad Alfa.*

Para evaluar la estructura de los ensamblajes de macroinvertebrados en cada punto de monitoreo, se utilizaron índices de diversidad basados en la abundancia relativa (pi). La interpretación se realizó de forma comparativa entre los puntos de estudio bajo un mismo estándar metodológico. Los cálculos de estas métricas se realizaron en el software Past 5.3

Índice de Shannon-Wiener (H'): Mide el contenido de información por individuo en un ensamblaje. Se calculó utilizando el logaritmo natural (ln), por lo que los resultados se expresan como números reales adimensionales (nats) (Magurran, 1988).

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln(p_i)$$

Índice de Dominancia de Simpson: El índice de Simpson (D) mide la probabilidad de que dos individuos retirados al azar de una muestra pertenezcan a la misma familia (dominancia), para este caso se empleó la forma de dominancia:

$$> D = \sum pag_i^2 >$$

En el presente estudio se reportó el Índice de Simpson (D) y su complemento (1-D)

Donde los valores cercanos a 1 indican alta equitatividad (baja dominancia de pocos taxones),

Es fundamental señalar que este índice es adimensional y no posee unidades de información (como "bits"), por lo que su interpretación es estrictamente comparativa entre los puntos de monitoreo bajo un mismo esfuerzo de muestreo

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^{S} p_i^2$$

Donde *Pi* es la abundancia relativa de la familia *i* y *S* la riqueza total de familias en el punto.

- *Curva de Acumulación de Especies*

Para evaluar la representatividad del levantamiento de línea base y la eficiencia en la captura de la diversidad taxonómica de macroinvertebrados, se empleó la técnica de Curva de Acumulación de

Especies (en este caso, Familias). Esta herramienta permite analizar la relación entre el esfuerzo de muestreo (unidades de muestreo o puntos de monitoreo) y el número de taxones nuevos registrados (Jiménez-Valverde, 2003).

El análisis se basó en la acumulación sucesiva de familias únicas a medida que se incrementó el esfuerzo de muestreo (días de levantamiento biótico). El objetivo es observar la tendencia de la curva: una pendiente pronunciada indica que aún quedan muchos taxones por descubrir, mientras que una tendencia hacia la asíntota (estabilización de la curva) sugiere que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la comunidad de macroinvertebrados del área total (Villarreal et al., 2004). La acumulación de especies se calculó mediante la siguiente función:

$$S(n)=i=1\Sigma S[1-(1-pi)\ n]$$

Donde:
S(n): número esperado de especies acumuladas
S: es el número total de especies
p_i: es la probabilidad de detección de la especie i, y n representa el número de unidades de muestreo.

- *Índice de Chao1*

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao & Lee, 1992). Su estimación se calculó en el software estadístico Estimates versión 9.1.0

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

- *Análisis de similitud (Índice de Jaccard)*

La similitud de composiciones entre las familias de macroinvertebrados en los diferentes puntos se calculó con el índice de similitud de Jaccard (J), basado en datos de presencia – audencia:

$$> Yo\ J = \frac{ao}{a + b - do} >$$

De acuerdo a esta expresión **do** es el número de familias similares entre dos puntos, **a** es el número de familias presentes en **i**, y **b** es el número de familias en el punto **j** (Jaccard, 1901; Magurran, 1988). El índice varía entre 0 = ninguna familia compartida) y 1= composición idéntica. Para la presentación de resultados se realizó un dendrograma de agrupamiento jerárquico (método UPGMA) y una matriz de similitud, los cuales se construyeron a partir de la distancia de Jaccard. Para el análisis respectivo se empleó el software estadístico RStudio (Versión 4.5.3) paquetes vegan y stats.

- *Índices Ecológicos.*

– Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera).

Para el cálculo del índice EPT se toma en cuenta la abundancia de órdenes: Ephemeróptera (mayor tolerancia a la comunicación), Thrichoptera (tolerancia media) y Plecóptera (no muestra tolerancia a la contaminación).

Tabla 8-2-97. Clases de Calidad de Agua – Valores EPT

Clase	Índice EPT (%)	Calidad de agua
1	75 - 100	Muy buena
2	50 - 75	Buena
3	25 - 50	Regular
4	0 - 25	Mala

Nota. Fuente: Carrera & Fierro, 2001. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

– Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party /Colombia)

El índice BMWP permite evualuar de forma rápida la calidad del agua a través del uso de macroinvertebrados, los datos se registran en tablas de presencia – ausencia. En este método se asigna puntuaciones a cada familia de acuerdo a su sensibilidad o tolerancia a la contaminación, donde 1 hace referencia a aquellos organismos más tolerantes a la contaminación y 10 los más sensibles.

Tabla 8-2-98. Puntajes de las familias de macroinvertebrados de acuerdo al índice BMWP/Col.

Familias	Puntaje
Anamalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Ghomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymessiidae, Odontoceridae, Oliigoneuridae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydroboscidae, Leptophlebiidae, Phylopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simulidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossomatidae, Hyalellidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, PLanariidae, Psychodidae, Scirtida	7

Familias	Puntaje
Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiarida	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Notoceridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphonidae, Cyclobdellidae, Hydrophylidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Nota. Fuente: Roldán,2003 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Según el valor total obtenido de la suma de los valores de familias presentes en los sitios de estudio, se tienen las siguientes clases:

Tabla 8-2-99. Criterios de calidad biológica del agua para el índice BMWP/Col.

Calidad	BMWP/Col	Referencia	Color del Agua
Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Nota. Fuente: Roldán,2003 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- *Aspectos ecológicos.*

– Nicho Trófico

Los macroinvertebrados identificados en el área de estudio se agruparon de acuerdo al tipo de alimento en: H: herbívoros, He: hematófagos, C: carnívoros; F: frugívoros; G: granívoros; I: insectívoros; N: nectarívoros; O: omnívoros; F-G: frugívoro-granívoro; I-F: insectívoro-frugívoro; F-Fo: frugívoro-folívoro; CA: carroñero.

- Distribución en la columna de agua

En los sistemas ecosistemas, la estratificación depende de la luz y del agua. Gran parte de estas especies se encuentran en las superficies de los fondos de los ríos, es decir adheridos al sustrato del fondo, u otros lugares estables, por lo que se suelen denominar como macroinvertebrados bentónicos. Esta comunidad de macroinvertebrados asume una gran importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que estos transforman la materia orgánica del medio y por su representación como fuente de alimentación de organismos superiores (Oscoz, 2010).

- Sensibilidad de las especies

La sensibilidad de especies se refiere a la susceptibilidad de un taxón a la perturbación, el grado de sensibilidad es dinámico y varía de acuerdo a las condiciones ambientales y al estado de conservación y resiliencia del hábitat (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009; Allan & Castillo, 2007).

Para ello, se asignaron categorías en base al índice BMWP/Col (Roldán, 2003), adaptándolas a criterios de susceptibilidad y tolerancia de las familias registradas en el área a la contaminación y degradación del hábitat (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

Sensibilidad Alta asignada a familias con puntaje 8-10: En este grupo se encuentran los taxones altamente susceptibles a cambios en la calidad del agua, especialmente, disminución del oxígeno disuelto e incremento de carga orgánica. Esta categoría agrupa familias como: Perlidae (Plecoptera), Anomalopsychidae (Trichoptera) y grupos asociados a ambientes lóticos bien oxigeneados y sustratos estables (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

Sensibilidad Media asignada a familias con puntajes 4–7: Los organismos de tolerancia intermedia pertenecen a este grupo, es decir, taxones capaces de resistir a perturbaciones moderadas en la calidad biológica y física del agua como: Elmidae (Coleoptera) y Lymnaeidae (Gastropoda), mostrando relativa resistencia a cambios temporales siempre que no se pierda la conectividad del hábitat (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

Sensibilidad Baja asignada a familias con puntajes 1–3: Los taxones euritópicos y generalistas con alta tolerancia al enriquecimiento orgánico, variaciones de oxígeno y cambios físicos y químicos del algua, pertenecen a este grupo entre ellos están: Chironomidae (Diptera), que ha sido ampliamente documentado por su tolerancia y capacidad para colonizar una gran variedad de ambientes (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

- Resultados

Composición

Durante el levantamiento de línea base en la zona de emplazamiento del Proyecto Fotovoltaica La Ceiba se registraron 3 Phylum, 3 Clases, 8 órdenes y 22 familias de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-100. Composición de macroinvertebrados

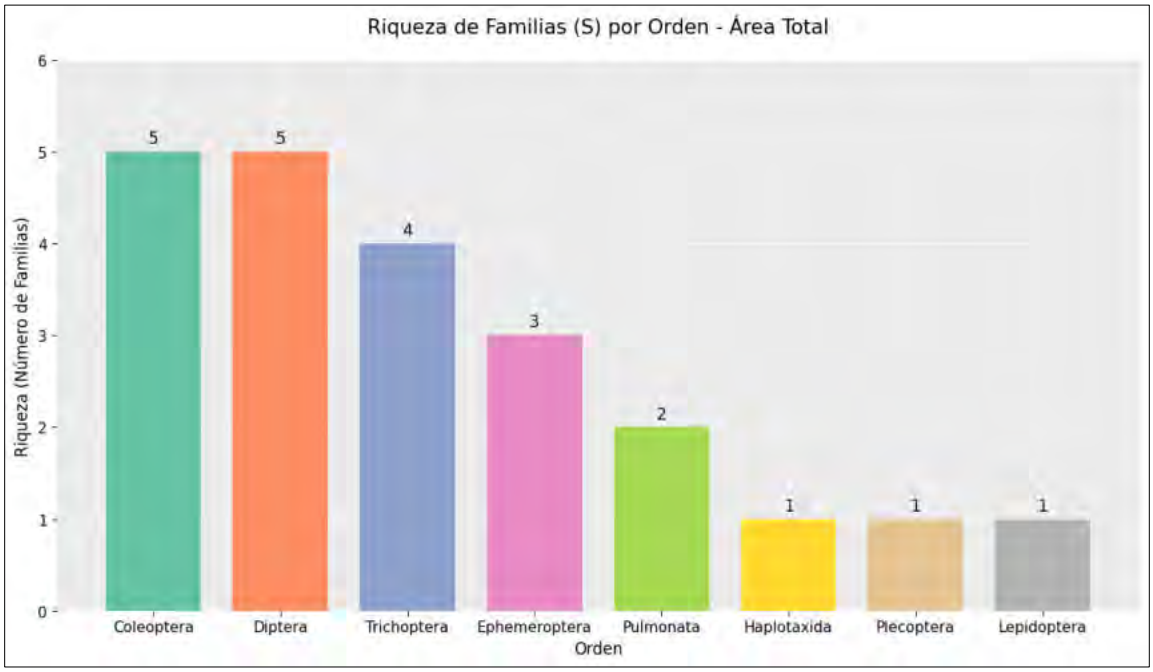
Levantamiento de macroinvertebrados EsIA Proyecto Fotovoltaico La Ceiba				Sitios de Levantamiento de Línea Base Macroinvertebrados				
Philum	Clase	Orden	Familia	PFC-MC-001	PFC-MC-002	PFC-MC-003	PFC-MC-004	PFC-MC-005
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	X		X	X	X
Artropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	X	X	X		
			Leptohyphidae	X	X	X		X
			Caenidae	X	X	X		
		Plecoptera	Perlidae	X	X	X		X
		Coleoptera	Elmidae	X	X		X	
			Ptilodactylidae	X				X
			Hydrophilidae	X	X	X	X	
			Staphylinidae	X	X	X		
			Scirtidae	X	X			X
		Diptera	Ceratopogonidae		X		X	
			Chironomidae		X	X		
			Empididae	X	X			X
			Psychodidae	X		X		
			Tipulidae				X	X
		Trichoptera	Anomalopsychidae	X				X
			Hydrobiosidae	X		X		
			Leptoceridae		X		X	X
			Calamoceratidae	X	X	X		
		Lepidoptera	Crambidae			X	X	
Mollusca	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae				X	X
			Physidae			X		X

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Riqueza

La riqueza en el área general de estudio fue de 22 familias. Los órdenes Coleóptera y Díptera registran el mayor número de familias (5) agrupados bajo este rango taxonómico, la distribución de familias en los diferentes órdenes se esquematiza en la siguiente gráfica:

Figura 8-2-85. Riqueza de macroinvetebrados

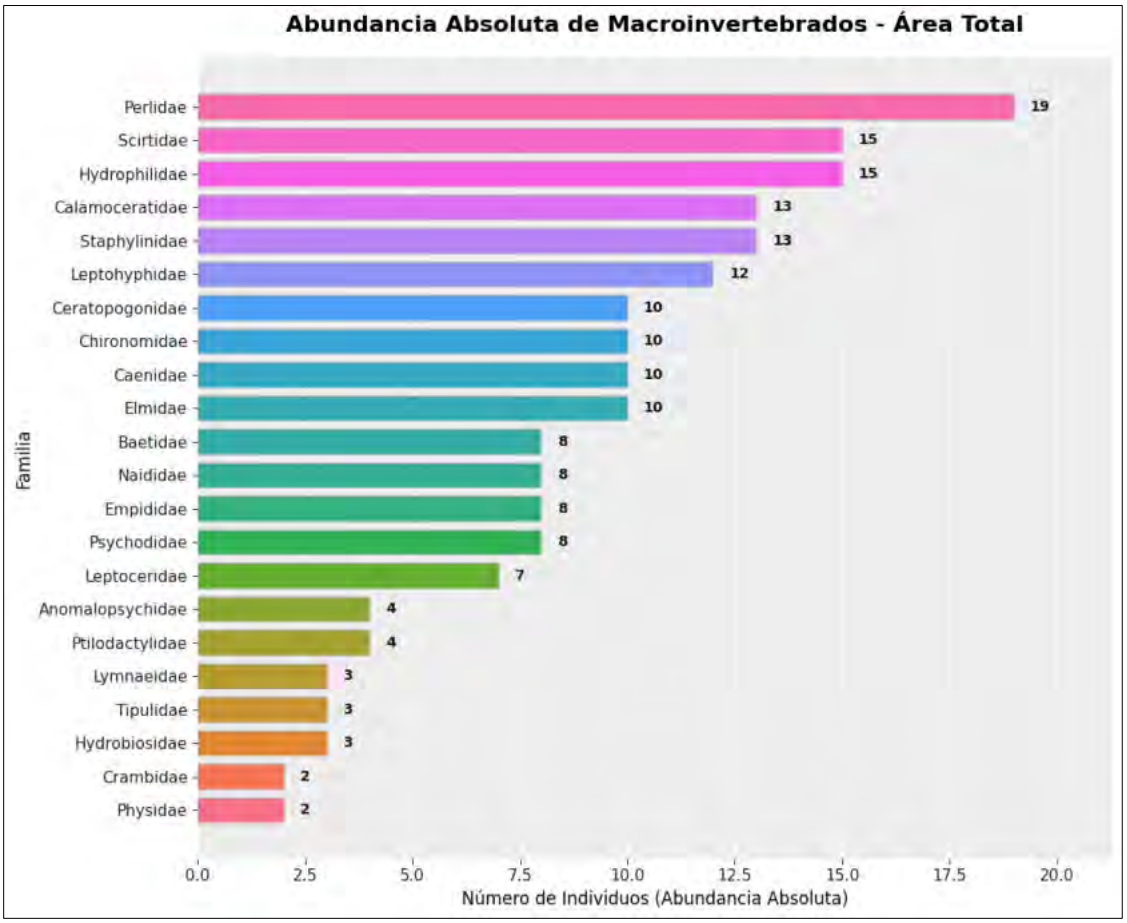


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Abundancia Absoluta

En el área total de estudio se registraron 187 individuos de macroinvertebrados, distribuidas en los Phyla Arthropoda, Annelida y Mollusca. La abundancia absoluta consolidada mostró variaciones significativas entre las familias.

Figura 8-2-86. Abundancia Absoluta de macroinvetebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

La familia Perlidae (Orden Plecoptera) presentó la mayor abundancia absoluta con 19 individuos. Le siguen en abundancia las familias Hydrophilidae y Scirtidae, con 15 individuos cada una, y Staphylinidae y Calamoceratidae (13 individuos).

Otras familias con abundancias relevantes incluyen Leptohyphidae (12 individuos), Baetidae (8 individuos), Caenidae (10 individuos) y Elmidae (10 individuos). Las familias con menor abundancia, con valores entre 2 y 4 individuos, fueron Crambidae, Physidae, Lymnaeidae, Tipulidae, Hydrobiosidae, Anomalopsychidae y Ptilodactylidae.

Abundancia Relativa

El análisis de la composición relativa de la comunidad de macroinvertebrados en el área total de estudio, sobre un total de 187 individuos recolectados, permitió identificar la representatividad relativa de las 22 familias registradas. Perlidae presenta la proporción de abundancia relativa 0,102, mientras que las familias de menor abuancia relativa fueron Crambidae (0,11) y Physidae (0,11).

Tabla 8-2-101. Abundancia relativa de macroinvertebrados

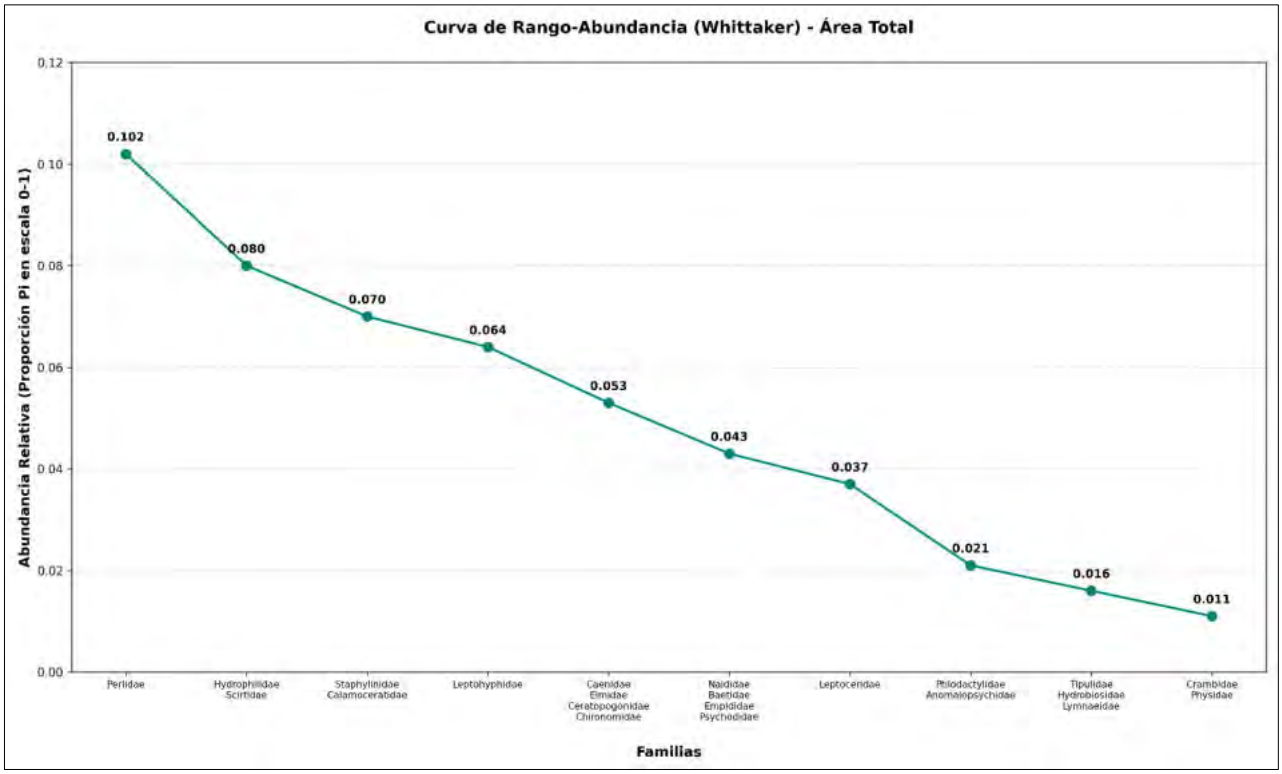
Philum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	19	0,102
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	15	0,080
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	15	0,080
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	13	0,070
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	13	0,070
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	12	0,064
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	10	0,053
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Elmidae	10	0,053
Artrópodos	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	10	0,053
Artrópodos	Insecta	Diptera	Chironomidae	10	0,053
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	8	0,043
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	8	0,043
Artrópodos	Insecta	Diptera	Empididae	8	0,043
Artrópodos	Insecta	Diptera	Psychodidae	8	0,043
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	7	0,037
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	4	0,021
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Anomalopsychidae	4	0,021
Artrópodos	Insecta	Diptera	Tipulidae	3	0,016
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	3	0,016
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	3	0,016
Artrópodos	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	2	0,011
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Physidae	2	0,011
TOTAL				187	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Curvas de Dominancia - Diversidad.

La estructura de la comunidad de macroinvertebrados en el área total, analizada mediante la curva de rango-abundancia, muestra una distribución compuesta por 22 rangos taxonómicos. La curva de rango-abundancia para el Área Total muestra una distribución de la abundancia relativamente uniforme entre las familias registradas, sin evidenciar una familia dominante en términos absolutos (no se registró Pi = 1.0). La familia con mayor representación es Perlidae (Pi = 0.102), seguida por Hydrophilidae y Scirtidae (Pi = 0.080 cada una).

Figura 8-2-87. Curva de dominancia – diversidad de macroinvetebrados



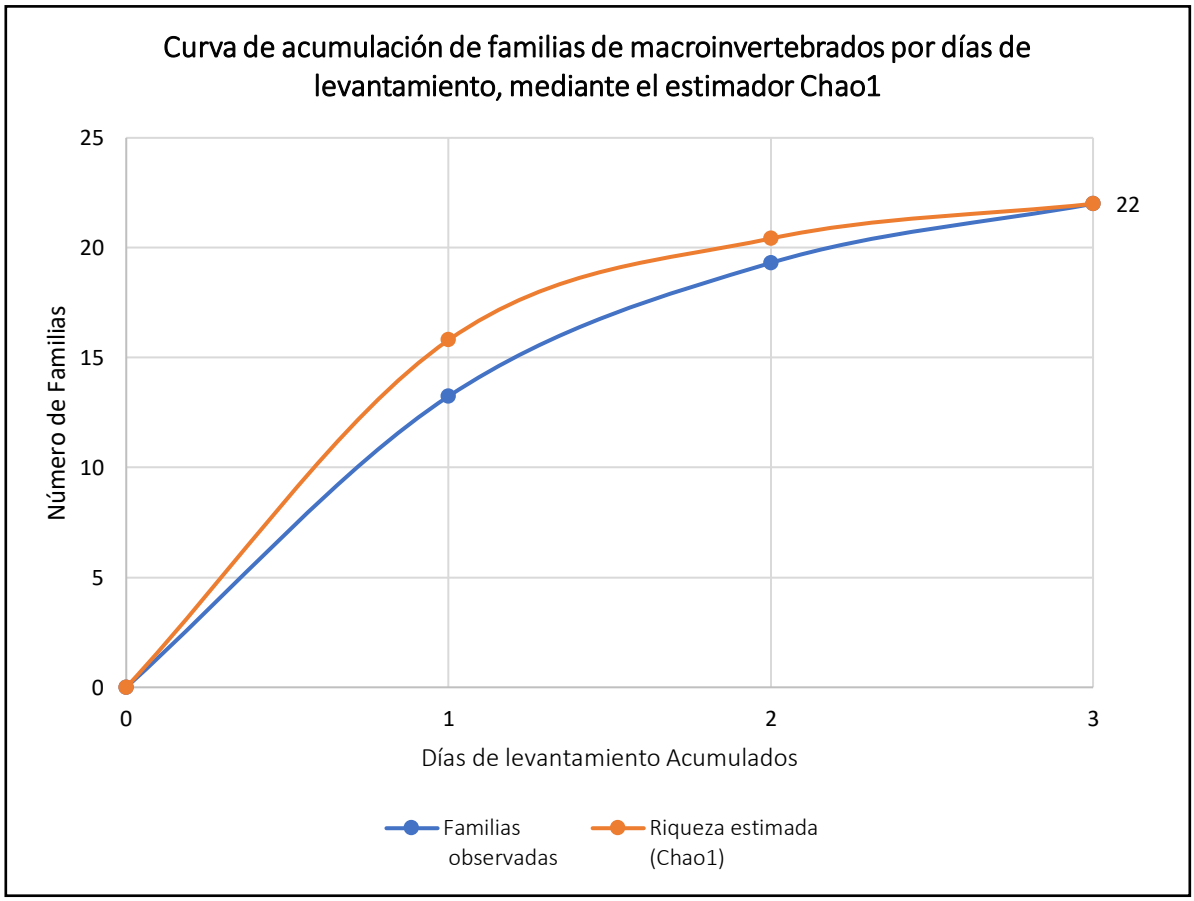
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026

La pendiente de la curva es moderadamente suave en la parte superior y desciende gradualmente hacia las familias de menor representación, lo que indica la coexistencia de varios taxones con aportes relativamente equilibrados a la comunidad.

Curva de Acumulación – Índice Chao 1

La curva de acumulación mostró una tendencia ascendente clara durante los dos primeros días, logrando una estabilización hacia el tercer día de levantamiento. El estimador Chao1 convergió con la riqueza observada en el valor de 22 familias, lo cual indica que la probabilidad de encontrar nuevas familias bajo el mismo esfuerzo y metodología es baja.

Figura 8-2-88. Curva de Acumulación de macroinvetebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), evaluando mediante la función del logaritmo natural (ln) y expresado en unidades nats, reportó un valor de 2,989 nats/ind. Este resultado integra la riqueza de familias registradas y la distribución de las abundancias de los individuos entre dichas categorías taxonómicas.

Tabla 8-2-102. Diversidad de macroinvertebrados

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
Área general	22	2,98	0,946	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Para toda el área de estudio, el índice de Simpson (1- D) fue de 0.946, lo que indica que la comunidad de macroinvertebrados esta cercana a la equida. La dominancia de familias de macroinvetebrados de

acuerdo a la abundancia realativa, registradas en el área de levantamiento estuvo liderado por Perlidae (10,16%), Hydrophilidae, Scirtidae (8,02%) y Staphylinidae, Calamoceratidae (6,95%) registrando que no existe una dominancia entre especies vinculándose con el índice de 1-D de Simpson.

- Resultados por sitio de levantamiento de línea base de macroinvertebrados

PUNTO PFC-MC-001 (Río Chira – Aguas Arriba)

Composición

En el punto de levantamiento de información PFC-MC-001 se registraron 2 Phyla, 2 Clases, 6 órdenes y 15 familias de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-103. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-001

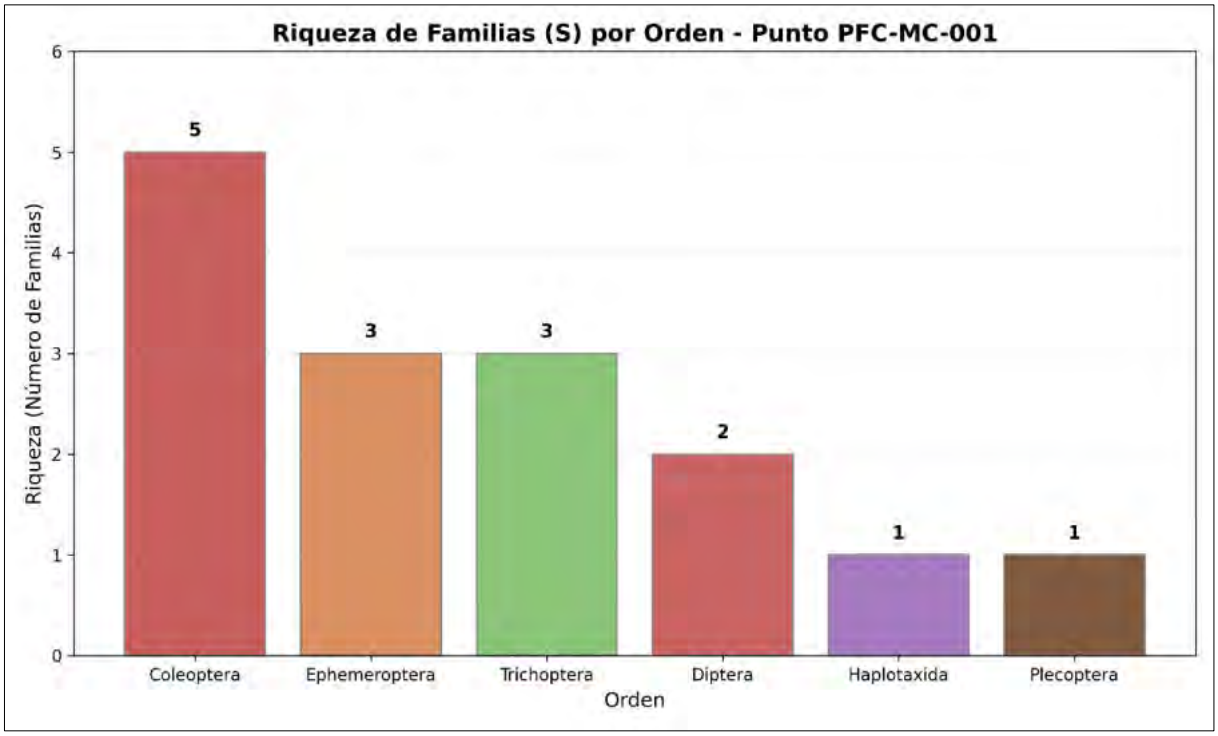
Philum	Clase	Orden	Familia	ni
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	9
		Ephemeroptera	Leptohyphidae	7
		Coleoptera	Elmidae	6
		Trichoptera	Calamoceratidae	5
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	3
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	3
		Plecoptera	Perlidae	3
		Coleoptera	Staphylinidae	3
		Diptera	Psychodidae	3
		Coleoptera	Ptilodactylidae	2
		Diptera	Empididae	2
		Trichoptera	Hydrobiosidae	2
		Ephemeroptera	Baetidae	1
		Coleoptera	Hydrophilidae	1
		Trichoptera	Anomalopsychidae	1
			TOTAL	51

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Riqueza

El levantamiento de información en PFC-MC-001, respecto a los macroinvertebrados fue de 15 familias, lo que lo convierte en el sitio de levantamiento con mayor riqueza.

Figura 8-2-89. Riqueza de macroinvetebrados en PFC-MC-001

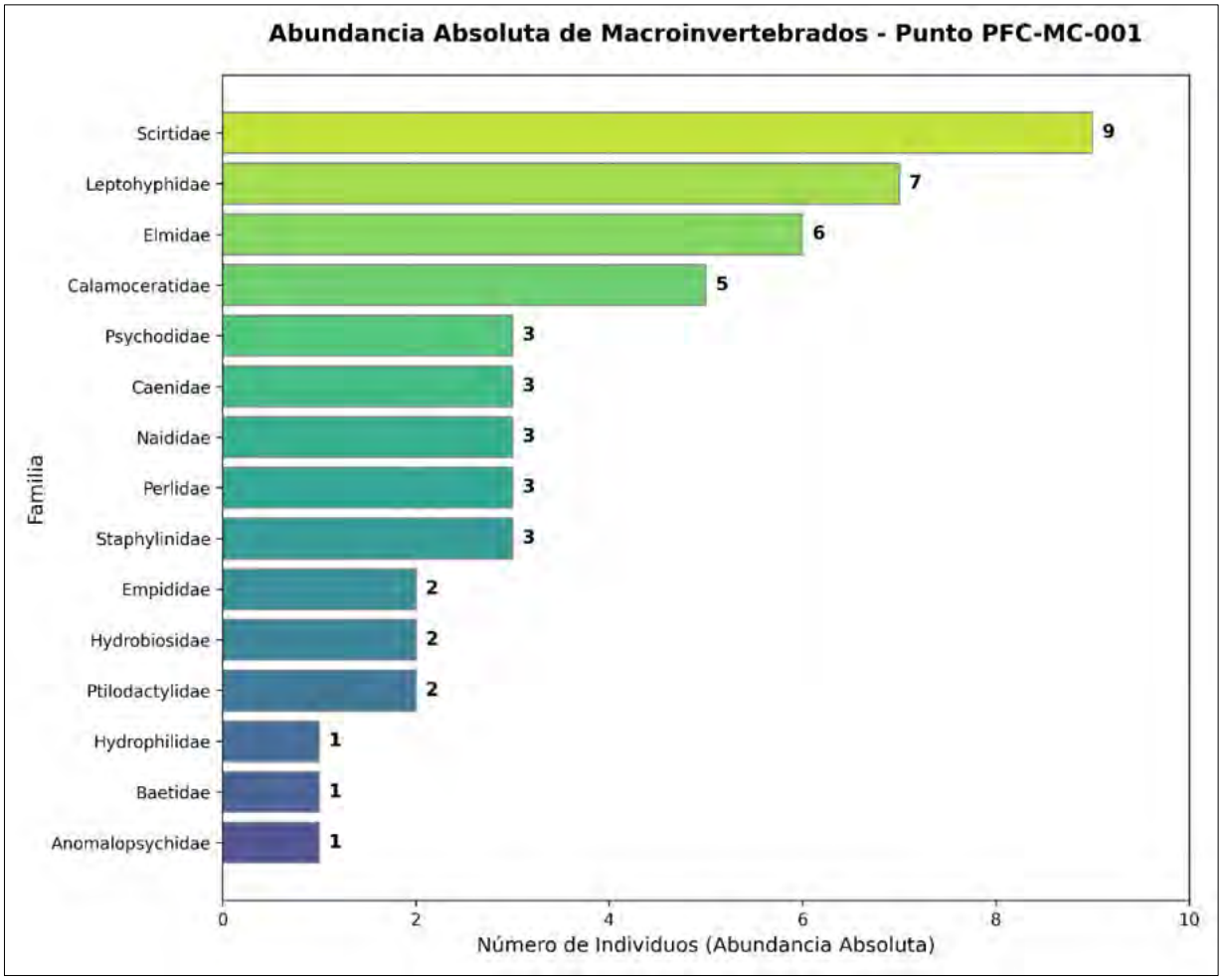


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Abundancia Absoluta

En el sitio PFC-MC-001 se registraron 51 individuos, la estructura numérica del ensamblaje muestra una distribución desigual entre los taxones registrados, con rangos de abundancia que oscilan entre 1 y 9 individuos por familia.

Figura 8-2-90. Abundancia Absoluta de macroinvetebrados en PFC-MC-001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

La mayor representatividad numérica correspondió a la familia Scirtidae con 9 individuos, seguida por Leptohyphidae (Orden Ephemeroptera) con 7 individuos y Elmidae (Orden Coleóptera) con 6 individuos. La familia Calamoceratidae (Orden Trichoptera) registró una presencia de 5 individuos.

Un grupo intermedio de familias, compuesto por Naididae, Caenidae, Perlidae, Staphylinidae y Psychodidae, presentó una abundancia uniforme de 3 individuos cada una. Por su parte, las familias Ptilodactylidae, Empididae e Hydrobiosidae registraron 2 individuos por taxón. Finalmente, las familias con la menor abundancia absoluta en este punto, con 1 individuo cada una, fueron Baetidae, Hydrophilidae y Anomalopsychidae.

Abundancia Relativa.

En la siguiente tabla se detalla la abundancia relativa calculada entre los 51 individuos registrados durante el levantamiento de línea base en el punto PFC-MC-001.

Tabla 8-2-104. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-001

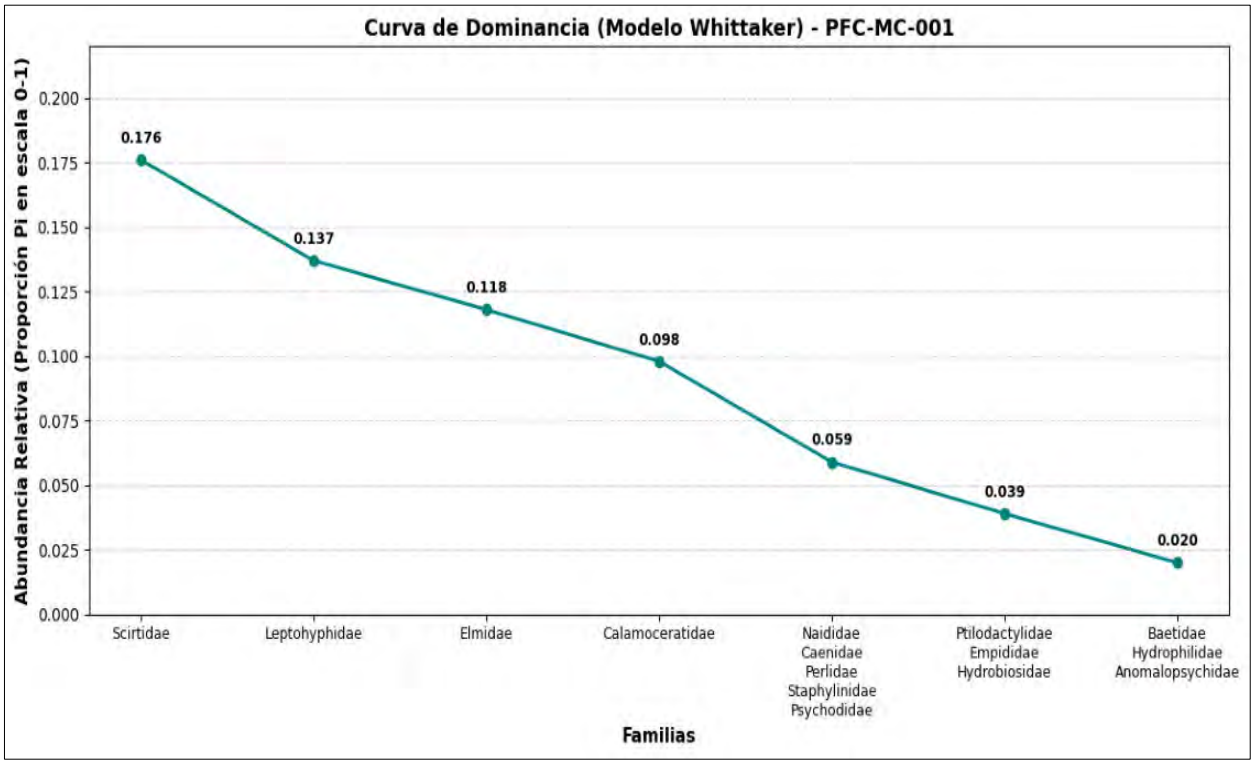
Philum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	9	0,176
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	7	0,137
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6	0,118
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	5	0,098
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	3	0,059
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	3	0,059
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	3	0,059
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	3	0,059
Artrópodos	Insecta	Diptera	Psychodidae	3	0,059
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	2	0,039
Artrópodos	Insecta	Diptera	Empididae	2	0,039
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	2	0,039
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	1	0,020
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	1	0,020
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Anomalopsychidae	1	0,020
			TOTAL	51	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Curva de dominancia-Abundancia relativa

La gráfica muestra la relación entre el rango de las 15 familias identificadas en PFC-MC-001 y el logaritmo de su abundancia relativa. Se observa una pendiente que refleja la estructura de la comunidad en este sitio específico, con Scirtidae ocupando el primer rango.

Figura 8-2-91. Curva de dominancia – Diversidad de macroinvetebrados en PFC-MC-001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H'), calculado mediante la función del logaritmo natural (ln) fue de 2,64 nats/individuo, lo que lo ubica como el punto de levantamiento de macroinvertebrados mas diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 0,921, es decir denota una comunidad próxima a la equidad y sin dominancia aparente de familias. Las familias de macroinvertebrados con mayor abundancia relativa fueron Scirtidae (17.65%), Leptohyphidae (13.73%) y Elmidae (11.76%), el ensamblaje no presenta dominancia en el sitio de muestreo.

Tabla 8-2-105. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-001

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-MAC-001	15	2,641	0,921	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

PUNTO PFC-MC-002 (Río Chira – Zona Media)

Composición

En el levantamiento de línea base en la para el punto PFC-MC-002, registró 1 Phylum, 1 Clases, 5 órdenes y 13 familias de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-106. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-002

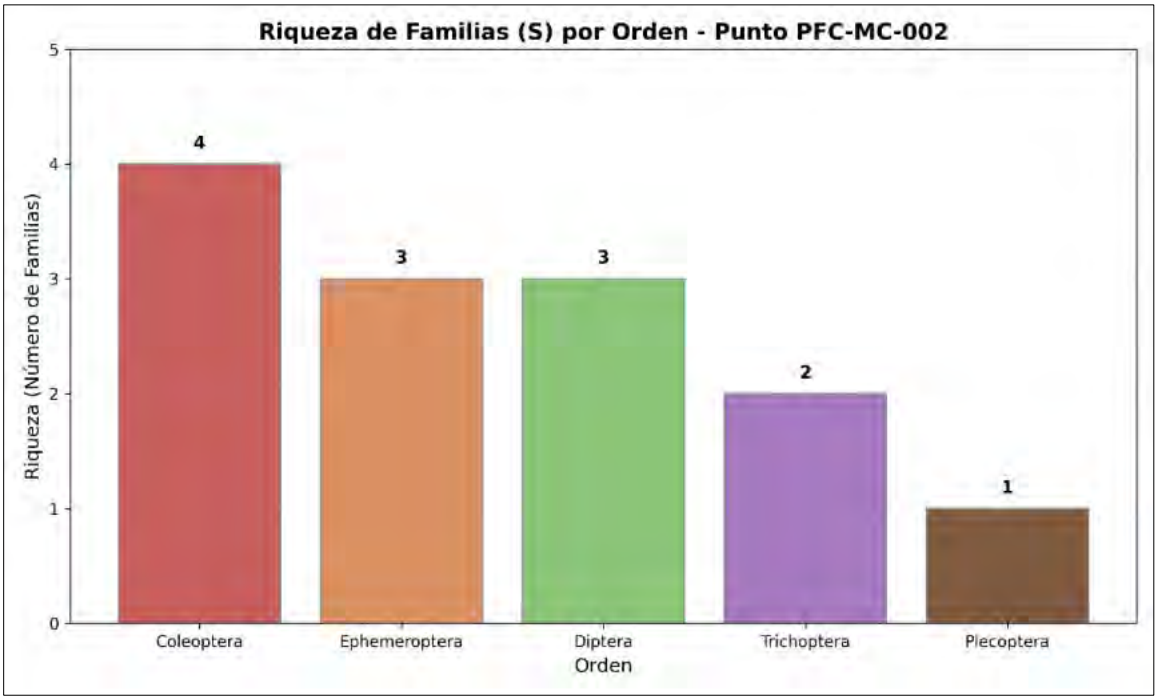
Philum	Clase	Orden	Familia	ni
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	10
			Leptohyphidae	7
			Caenidae	6
		Plecoptera	Perlidae	6
		Coleoptera	Elmidae	6
			Hydrophilidae	5
			Staphylinidae	5
			Scirtidae	4
		Diptera	Ceratopogonidae	3
			Chironomidae	3
			Empididae	2
		Trichoptera	Leptoceridae	2
			Calamoceratidae	1
			TOTAL	60

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Riqueza.

La riqueza para PFC-MC-002 fue de 13 familias, su distribución taxonómica ubica a los coleópteros como el orden de mayor cantidad de familias identificadas, seguido por Ephemeróptera y Díptera con 3 familias cada orden, la distribución taxonómica de familias por orden, se detalla a continuación.

Figura 8-2-92. Riqueza de macroinvetebrados en PFC-MC-002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

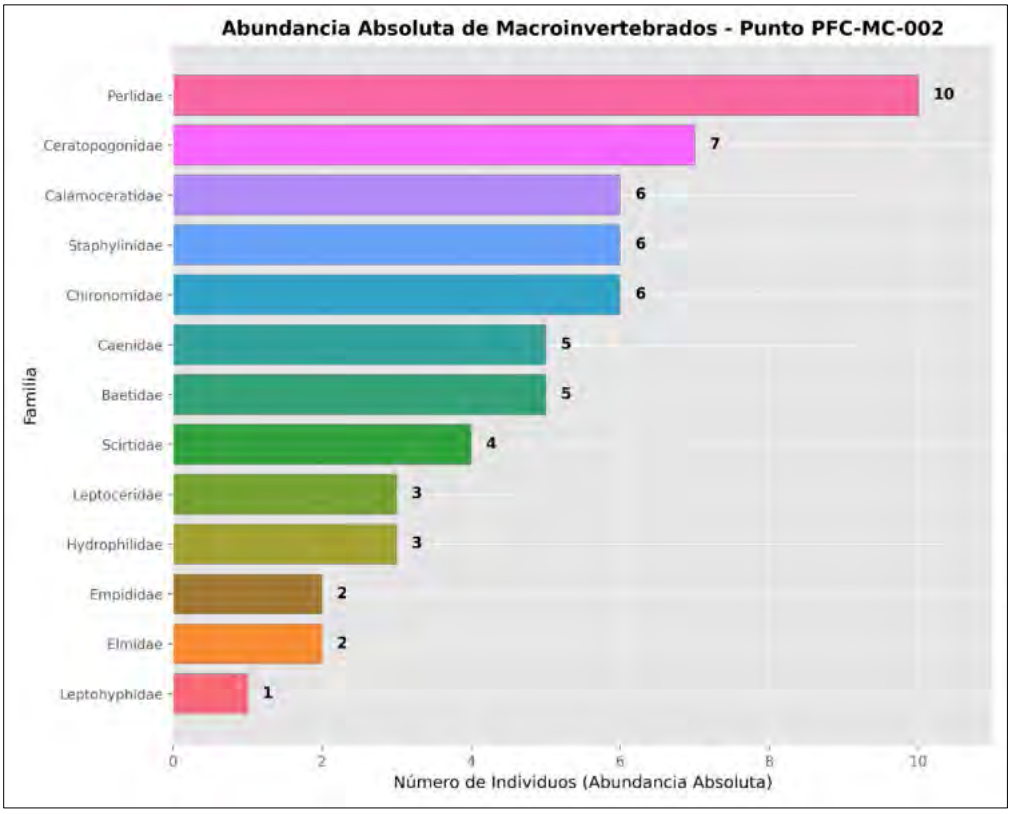
Abundancia Absoluta.

En el punto de monitoreo PFC-MC-002 se registró una abundancia total de 60 individuos, distribuidos en 13 familias de macroinvertebrados acuáticos. El ensamblaje en este sitio presenta un rango de abundancia que oscila entre 1 y 10 individuos por taxón.

La familia con mayor representatividad numérica fue Perlidae (Orden Plecoptera) con 10 individuos, seguida por Ceratopogonidae (Orden Diptera) con 7 individuos. Un grupo de tres familias, compuesto por Staphylinidae (Orden Coleoptera), Chironomidae (Orden Diptera) y Calamoceratidae (Orden Trichoptera), registró una abundancia uniforme de 6 individuos cada una.

Por su parte, las familias Baetidae y Caenidae (ambas del Orden Ephemeroptera) presentaron 5 individuos por taxón, seguidas por Scirtidae (Orden Coleoptera) con 4 individuos. Las familias Hydrophilidae, Leptoceridae, registraron una abundancia de 3 individuos respectivamente. Finalmente, las familias con menor presencia absoluta en este punto fueron Empididae, Elmidae con 2 individuos y Leptohyphidae con 1 individuo.

Figura 8-2-93. Abundancia Absoluta de macroinvetebrados en PFC-MC-002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

En la siguiente tabla se detalla la abundancia relativa calculada entre los 51 individuos registrados durante el levantamiento de línea base en el punto PFC-MC-002.

Tabla 8-2-107. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-002

Philum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundacia Relativa
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	10	0,17
Artrópodos	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	7	0,12
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	6	0,10
Artrópodos	Insecta	Diptera	Chironomidae	6	0,10
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	6	0,10
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	5	0,08
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	5	0,08
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	4	0,07

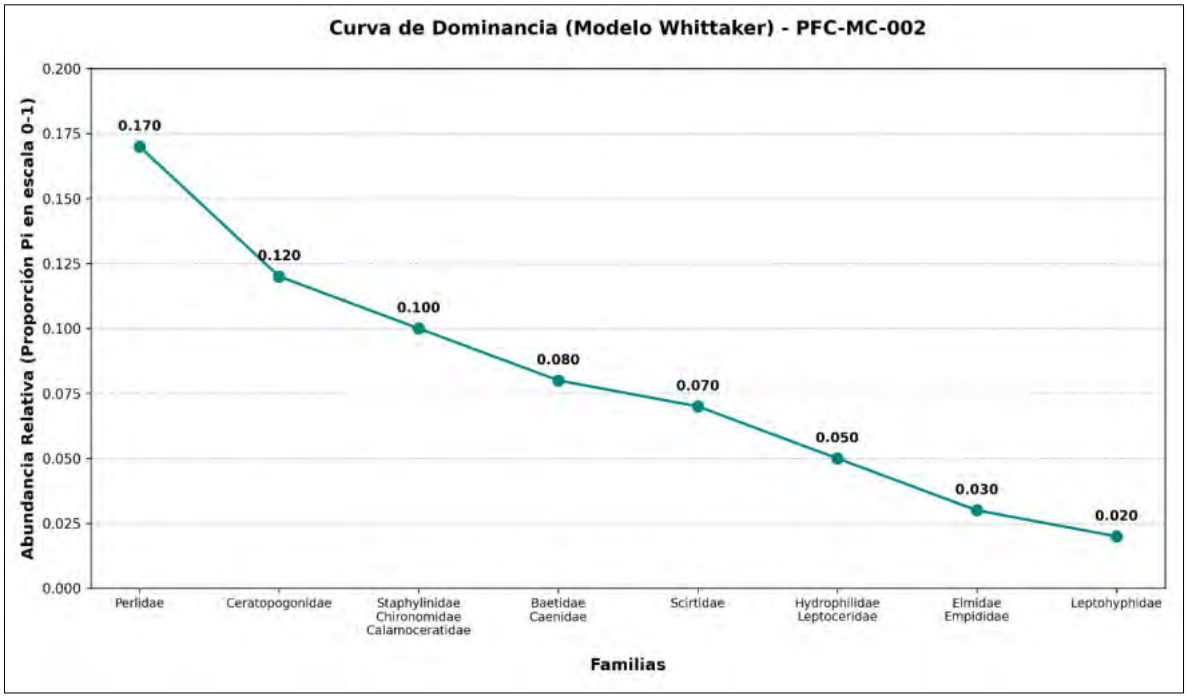
Philum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundacia Relativa
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	3	0,05
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	3	0,05
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Elmidae	2	0,03
Artrópodos	Insecta	Diptera	Empididae	2	0,03
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	1	0,02
TOTAL				60	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Curva de dominancia-Diversidad

La curva de dominancia-diversidad para el punto PFC-MC-002 muestra una estructura dominada por la familia Perlidae (Pi=0,170), seguida de un grupo de familias con abundancia media como Ceratopogonidae, Staphylinidae y Chironomidae. La pendiente de la curva es gradual hacia los rangos inferiores, lo que refleja una diversidad faunística estable.

Figura 8-2-94. Curva de dominancia – diversidad de macroinvetebrados en PFC-MC-002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H'), fue de 2,529 nats/individuo, lo que lo ubica como el segundo punto de levantamiento de macroinvertebrados mas diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 0,918, es decir una comunidad próxima a la equidad y sin dominancia marcada de las familias de macroinvertebrados. Las familias de macroinvertebrados con mayor abundancia relativa fueron Perlidae (16.67%), Ceratopogonidae (11,67%) y, Staphylinidae, Chironomidae, Calamoceratidae (10%), la misma que se relaciona con el índice de Simpson 1-D.

Tabla 8-2-108. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-002

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-MC-002	13	2,529	0,918	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

PUNTO PFC-MC-003 (Río Chira – Aguas Abajo)

Composición

Para el punto PFC-MC-003 ubicado aguas abajo del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, se identificaron 3 Philum, 3 Clases, 7 órdenes y 13 familias.

Tabla 8-2-109. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-003

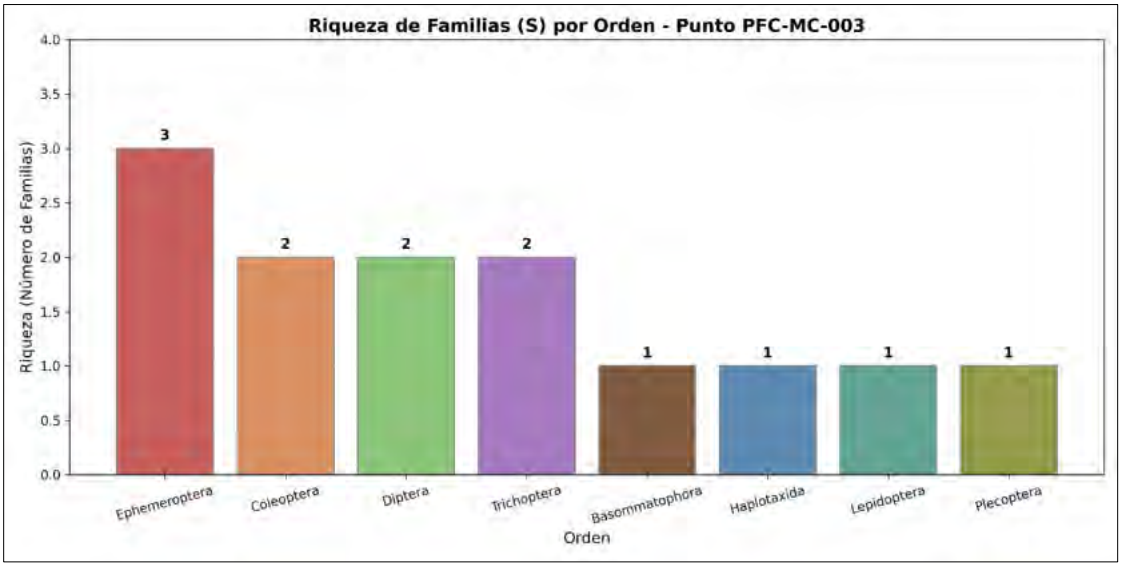
Philum	Clase	Orden	Familia	ni
Artrópodos	Insecta	Coleptera	Hydrophilidae	7
	Insecta	Plecoptera	Perlidae	5
	Insecta	Diptera	Psychodidae	5
	Insecta	Coleptera	Staphylinidae	4
	Insecta	Diptera	Chironomidae	4
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	2
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	2
	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	2
	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	2
	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	1
	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	1
	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	1
Moluscos	Insecta	Pulmonata	Physidae	1
TOTAL				37

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Riqueza.

La riqueza fue de 13 familias identificadas durante el levantamiento biótico, su distribución taxonómica se detalla a continuación.

Figura 8-2-95. Riqueza de macroinvetebrados en PFC-MC-003

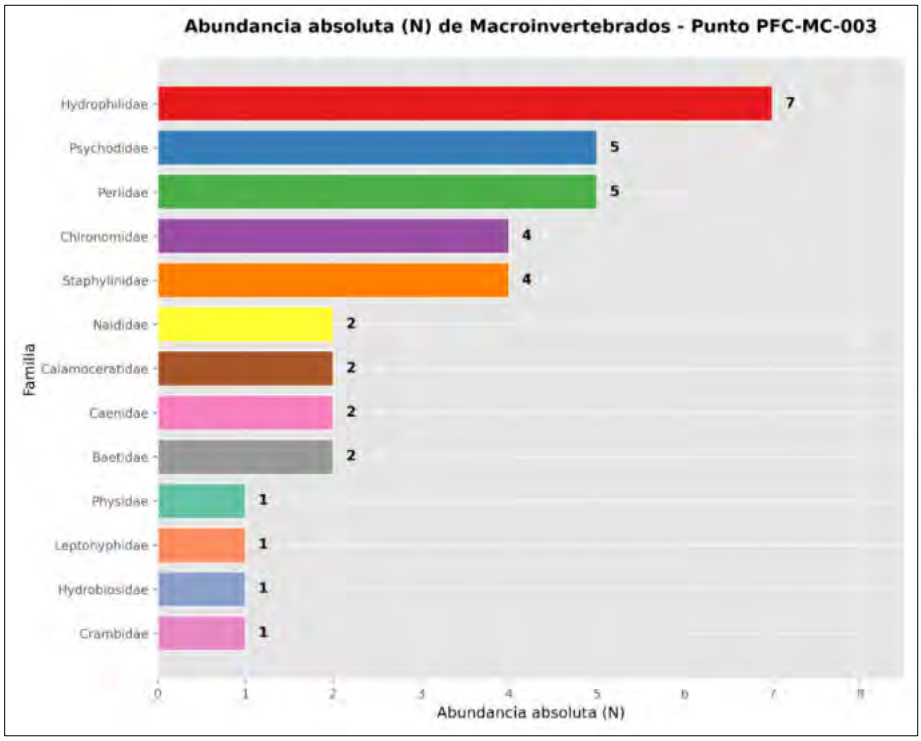


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta.

En el punto PFC-MC-003 se registró una abundancia total de 37 individuos, distribuidos en 13 familias de macroinvertebrados. La abundancia por familia varía entre 1 y 7 individuos.

Figura 8-2-96. Abundandia absoluta de macroinvetebrados en PFC-MC-003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

La familia con mayor abundancia fue Hydrophilidae (Orden Coleoptera) con 7 individuos, seguida por las familias Psychodidae (Orden Diptera) y Perlidae (Orden Plecoptera), ambas con 5 individuos.

Las familias Staphylinidae (Orden Coleoptera) y Chironomidae (Orden Diptera) presentaron una abundancia de 4 individuos cada una. Las familias Calamoceratidae (Orden Trichoptera) y Caenidae (Orden Ephemeroptera) registraron 2 individuos cada una.

Finalmente, las familias con menor abundancia, con un individuo cada una, fueron Leptohyphidae (Orden Ephemeroptera), Hydrobiosidae (Orden Trichoptera), Crambidae (Orden Lepidoptera), Physidae (Orden Basommatophora) y Naididae (Orden Haplotaxida).

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados identificadas en PFC-MC-003 se detalla en la tabla 8-2-39, las familias *Crambidae* y *Physidae* son taxones únicos para este punto de levantamiento biótico.

Tabla 8-2-110. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-003

Philum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Coleptera	Hydrophilidae	7	0,19
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	5	0,14
Artrópodos	Insecta	Diptera	Psychodidae	5	0,14
Artrópodos	Insecta	Coleptera	Staphylinidae	4	0,11
Artrópodos	Insecta	Diptera	Chironomidae	4	0,11
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	2	0,05
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	2	0,05
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	2	0,05
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	2	0,05
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	1	0,03
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	1	0,03
Artrópodos	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	1	0,03
Moluscos	Insecta	Pulmonata	Physidae	1	0,03
TOTAL				37	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

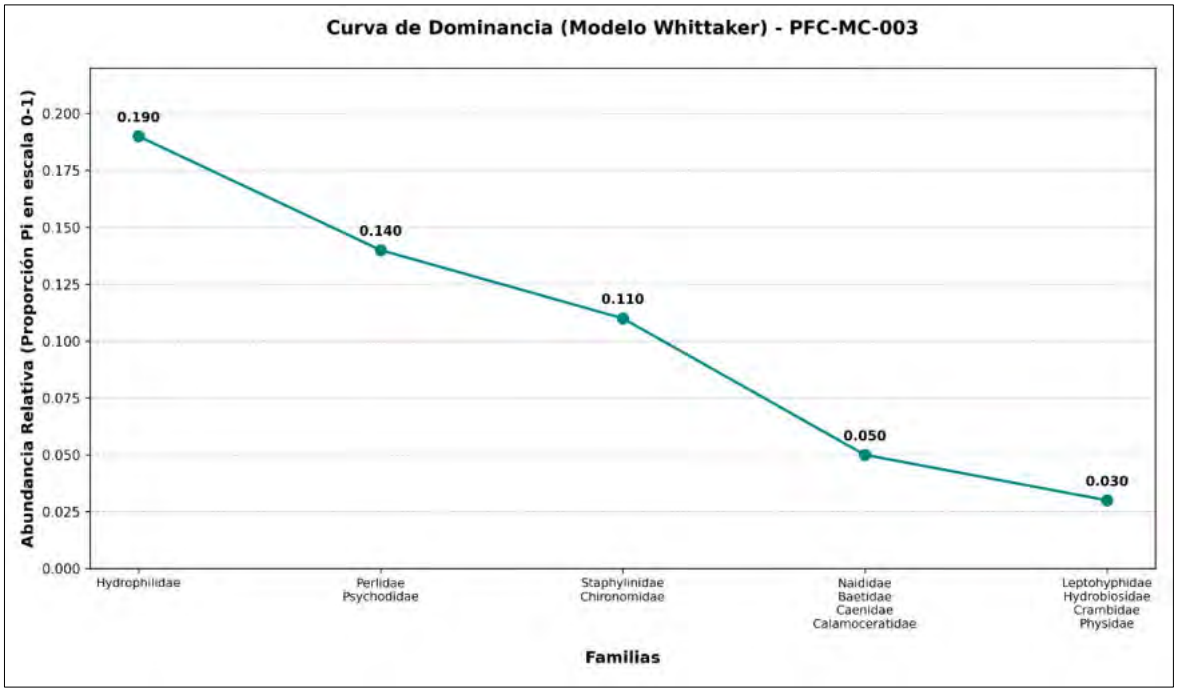
Curva de dominancia-Diversidad

La curva de dominancia-diversidad para el punto PFC-MC-003 muestra una distribución decreciente de la abundancia de las familias de macroinvertebrados, las primeras cinco familias presentan una abundancia relativa significativamente mayor, seguida por un grupo de familias con abundancias moderadas y finalmente varias familias con abundancias bajas o nulas.

La estructura del ensamblaje en este punto muestra una dominancia compartida entre las familias Hydrophilidae (Pi=0,190), Perlidae (Pi=0,140) y Psychodidae (Pi=0,140).

Como se observa en la Figura 8-2-72, la curva presenta una pendiente inicial suave, lo que indica que no existe un monopolio absoluto de recursos por una sola familia. A partir del quinto rango (familias Naididae, Baetidae, Caenidae y Calamoceratidae, todas con Pi=0,050), la curva se estabiliza en valores de abundancia bajos, reflejando una comunidad con una equidad moderada.

Figura 8-2-97. Curva de dominancia- diversidad de macroinvetebrados en PFC-MC-003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H'), fue de 2,52 nats/individuo, lo que lo ubica como el tercer punto de levantamiento de macroinvertebrados mas diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 0,914, es decir una comunidad con alta equidad y baja dominancia de familias. Las familias de macroinvertebrados con mayor abundancia relativa fueron Hydrophilidae (18.92%), Perlidae y Psychodidae (13,51%).

Tabla 8-2-111. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-003

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-MC-003	13	2,52	0,914	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

PUNTO PFC-MC-004 (Quebrada)

Composición

Durante el levantamiento de línea base en PFC-MC-004 se registraron 3 Philum, 3 clases, 6 órdenes y 8 familias de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-112. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-004

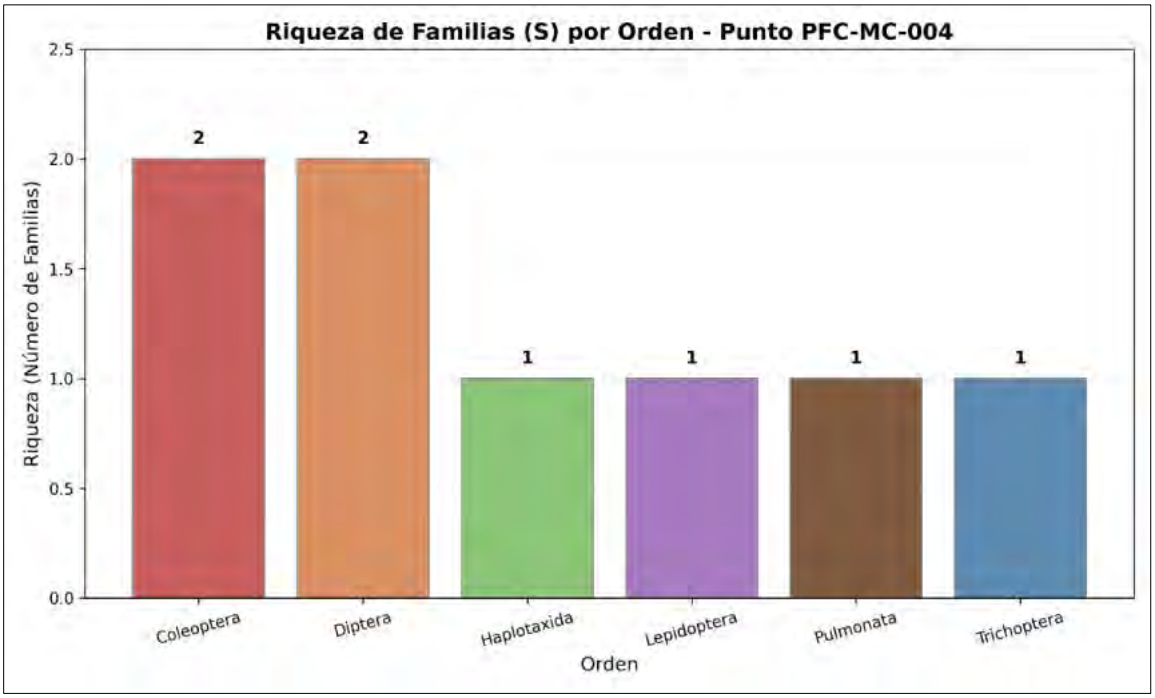
Philum	Clase	Orden	Familia	ni
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	4
Artrópodos	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	3
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	2
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Elmidae	2
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	2
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	2
Artrópodos	Insecta	Diptera	Tipulidae	1
Artrópodos	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	1
TOTAL				17

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Riqueza.

En la zona de estudio se registraron 17 individuos, la riqueza de familias fue de 8; los órdenes coleóptera y díptera presentan el mayor número de familias (2) los órdenes Haplotaxida, Lepidóptera, Pulmonata y Trichópera agrupan una sola familia de macroinvertebrados.

Figura 8-2-98. Riqueza de macroinvetebrados en PFC-MC-004



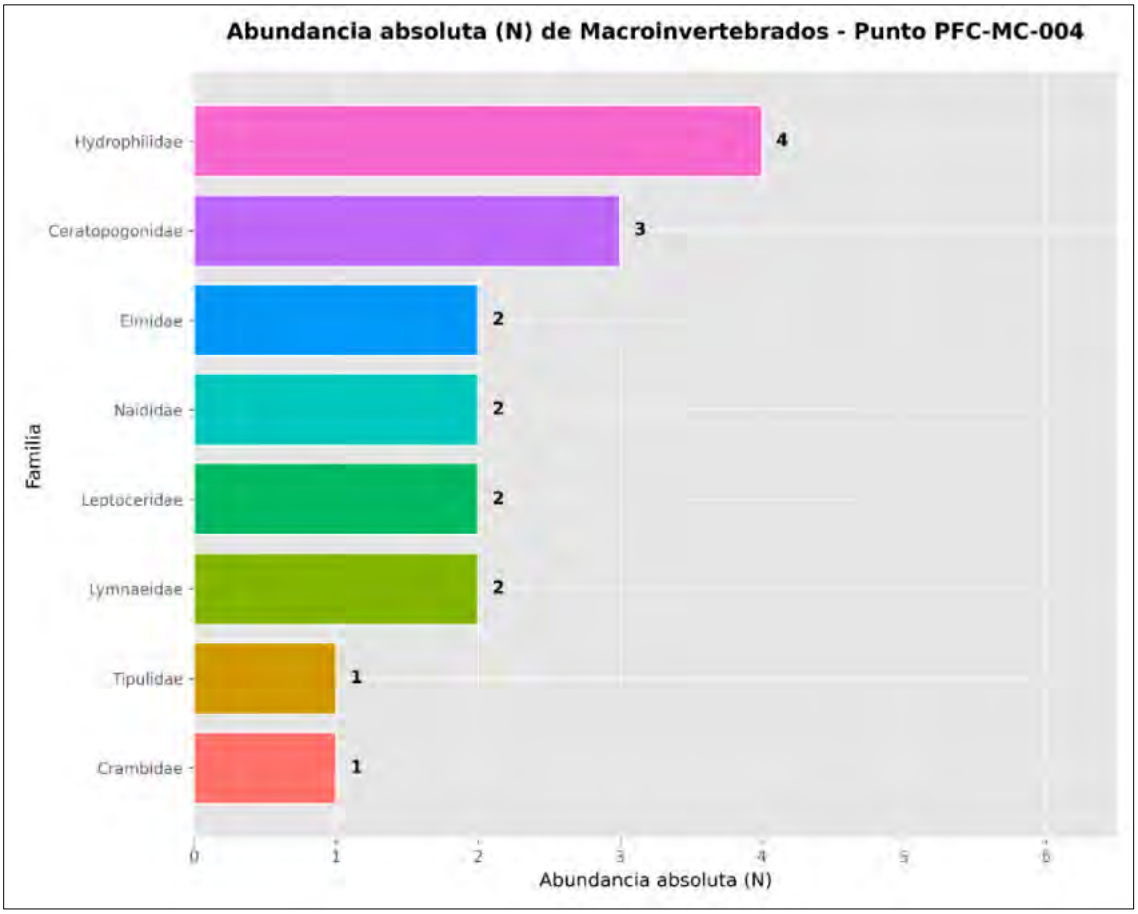
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta.

En PFC-MC-004, se registraron 17 individuos, la familia Hydrophilidae presentó la mayor abundancia absoluta con 4 individuos registrados. Le siguen Ceratopogonidae con 3 individuos, y Elmidae, Naididae, Leptoceridae y Lymnaeidae, cada una con 2 individuos. Las familias Tipulidae y Crambidae tuvieron la menor abundancia, con 1 individuo cada una.

Estos datos reflejan la distribución numérica de individuos entre las diferentes familias de macroinvertebrados presentes en la zona de estudio.

Figura 8-2- 99. Abundancia Absolutade macroinvetebrados en PFC-MC-004



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

En la siguiente tabla se reportan los valores calculados de abundancia relativa para este sitio:

Tabla 8-2-113. Abundancia Relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-004

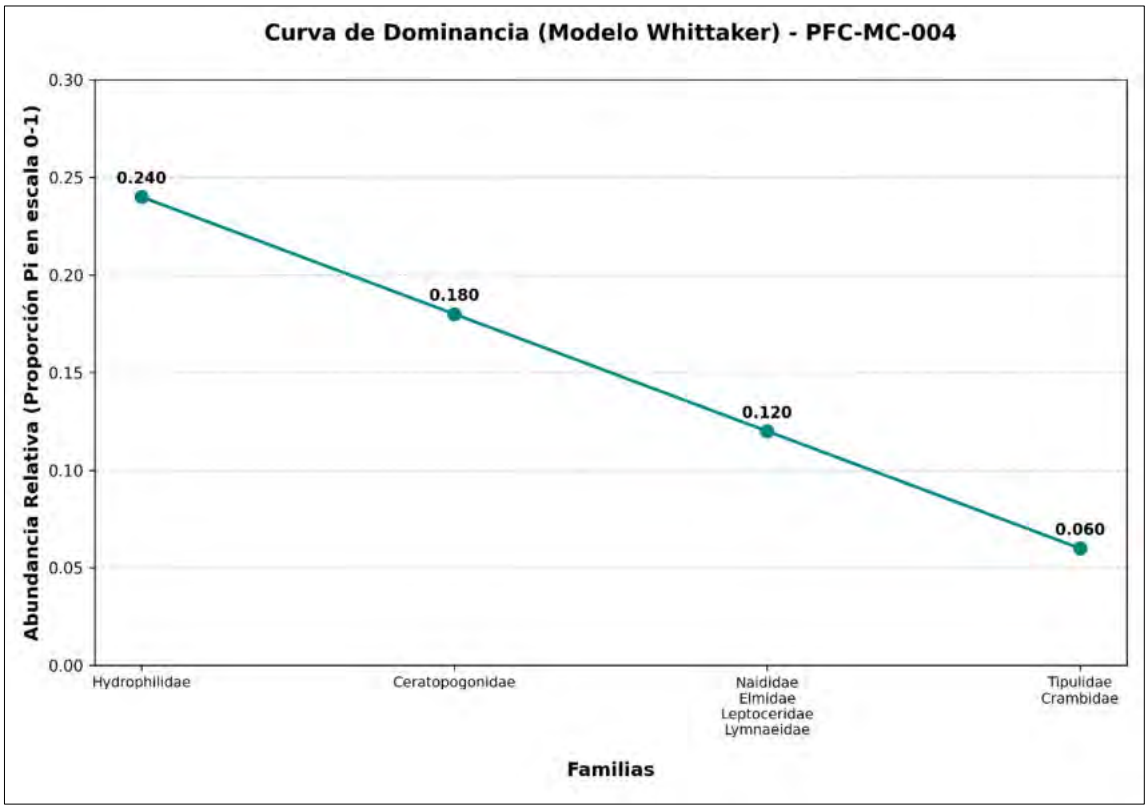
Philum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	4	0,24
Artrópodos	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	3	0,18
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	2	0,12
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Elmidae	2	0,12
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	2	0,12
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	2	0,12
Artrópodos	Insecta	Diptera	Tipulidae	1	0,06
Artrópodos	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	1	0,06
TOTAL					1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Curva de dominancia-Diversidad

La curva de dominancia-diversidad denota una disminución progresiva en el logaritmo natural de las abundancias de las familias de macroinvertebrados. La estructura de dominancia está encabezada por Hydrophilidae (Pi=0,240), seguida por Ceratopogonidae (Pi=0,180). La curva muestra una pendiente más pronunciada en comparación con las estaciones anteriores, lo que refleja una dominancia más marcada de los dos primeros taxones Hydrophilidae y Ceratopogonidae, además, cuatro familias (Naididae, Elmidae, Leptoceridae y Lymnaeidae) comparten abundancias intermedias (Pi=0,120) y finalmente Tipulidae y Crambidae presentan menor abundancia en esta zona de levantemiento biótico.

Figura 8-2-100. Curva de dominancia – diversidad de macroinvetebrados en PFC-MC-004



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Diversidad

En el punto PFC-MC-004 el índice de Shannon-Wiener (H'), fue de 2,193 nats/individuo, lo que lo ubica como el punto de levantamiento de macroinvertebrados menos diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 0,904, es decir una comunidad con alta equidad y baja dominancia de familias. Las familias de macroinvertebrados con mayor abundancia relativa fueron Hydrophilidae (23.53%) y Ceratopogonidae (17,65%).

Tabla 8-2-114. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-004

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-MC-004	8	2,193	0,9044	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

PUNTO PFC-MC-005 (Quebrada)

Composición

En este cuerpo de agua se registraron 3 Philum, 3 Clases, 7 órdenes y 11 familias de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-115. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-005

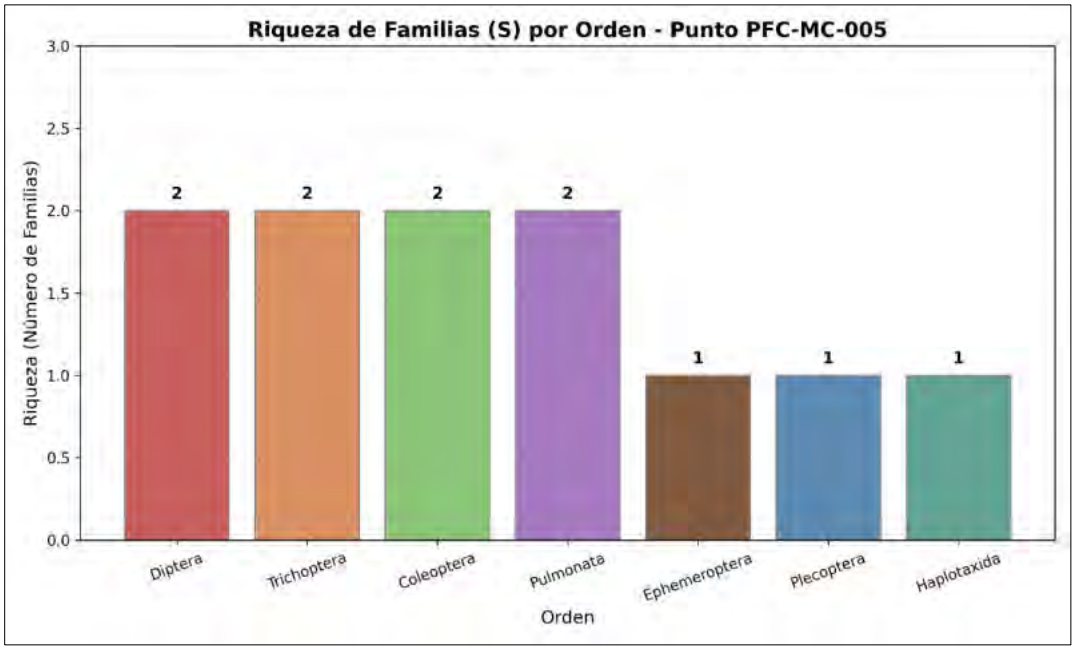
Philum	Clase	Orden	Familia	ni
Artrópodos	Insecta	Diptera	Empididae	4
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	3
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Anomalopsychidae	3
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	2
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	2
Artrópodos	Insecta	Diptera	Tipulidae	2
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	2
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	1
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	1
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	1
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Physidae	1
TOTAL				22

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Riqueza.

La riqueza fue de 11 familias, distribuidos en diferentes órdenes, los dípteros, trichópteros, coleópteros y pulmota presentaron dos familias identificadas durante el levantamiento de macroinvertebrados.

Figura 8-2-101. Riqueza de macroinvetebrados en PFC-MC-005

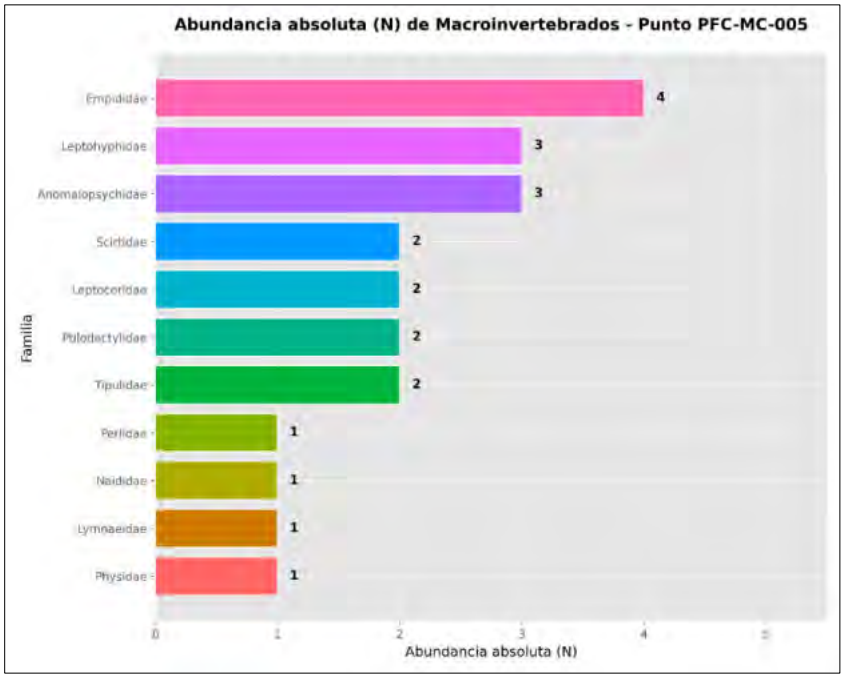


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta.

En el punto PFC-MC-005, se registraron 22 individuos, la familia Empididae registró la mayor abundancia absoluta con 4 individuos. Las familias Leptohyphidae y Anomalopsychidae presentaron una abundancia de 3 individuos cada una. Las familias Scirtidae, Leptoceridae, Ptilodactylidae y Tipulidae tuvieron una abundancia de 2 individuos. Finalmente, las familias Perlidae, Naididae, Lymnaeidae y Physidae mostraron la menor abundancia, con un individuo registrado en cada caso.

Figura 8-2-102. Abundancia Absoluta de macroinvetebrados en PFC-MC-005



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa entre las familias de macroinvertebrados identificados en la zona de estudio se esquematiza en la siguiente tabla. A pesar de que Empididae tiene la mayor abundancia en este punto (Pi=0.18), las familias Leptohyphidae, Naididae y Perlidae son las más constantes en todo el proyecto con una frecuencia de 4 de los 5 puntos de levantamiento de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-116. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-005

Philum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Diptera	Empididae	4	0,18
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	3	0,14
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Anomalopsychidae	3	0,14
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	2	0,09
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	2	0,09
Artrópodos	Insecta	Diptera	Tipulidae	2	0,09
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	2	0,09
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	1	0,05
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	1	0,05
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	1	0,05
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Physidae	1	0,05
TOTAL				22	1,00

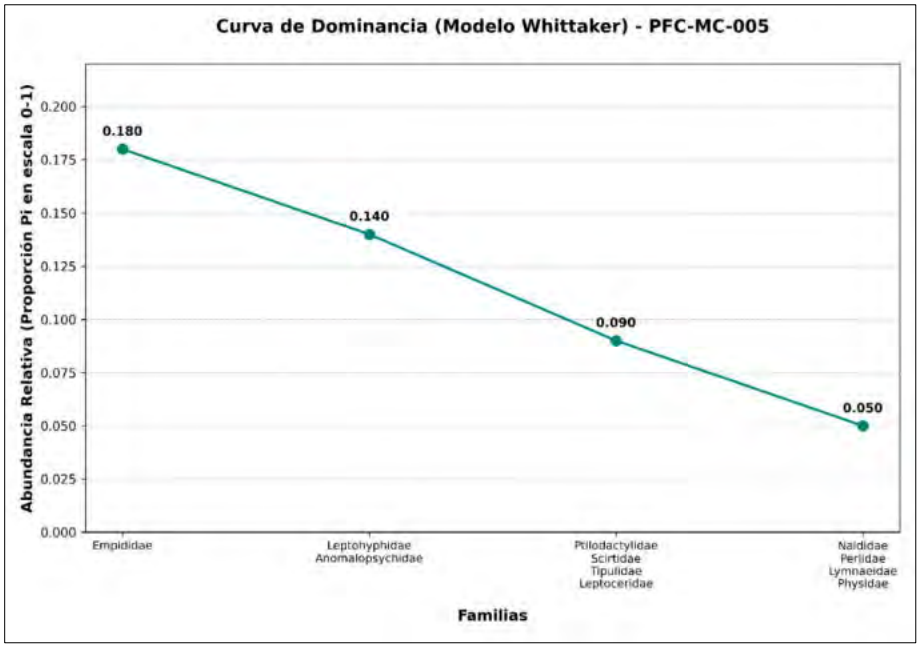
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Curva de dominancia-Diversidad

El patrón de la curva de dominancia-diversidad en PFC-MC-005 presenta a Empididae como el taxón dominante (Pi=0,180), seguido estrechamente por Leptohyphidae y Anomalopsychidae, ambos con un Pi de 0,140.

La curva muestra una pendiente muy equilibrada entre los rangos intermedios (familias Ptilodactylidae, Scirtidae, Tipulidae y Leptoceridae), lo que indica una comunidad con una equidad de especies destacables. El tramo final de la curva incluye a los taxones de menor abundancia (Pi=0,050), entre los que se encuentran los moluscos Lymnaeidae, Physidae y las familias Naididae y Perlidae.

Figura 8-2-103. Curva de dominancia-diversidad de macroinvetebrados en PFC-MC-005



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Diversidad

El índice de diversidad de Shannon (H) calculado con base logarítmica (ln) en el punto PFC-MC-005 fue de 2,515 nats/individuo, lo que lo ubica como el segundo punto de levantamiento de macroinvertebrados menos diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 0,937, es decir una comunidad con cercano a la equidad y baja dominancia de familias. Las familias de macroinvertebrados con mayor abundancia relativa fueron Empididae (18.18%), Leptohyphidae, Anomalopsychidae (13,64%).

Tabla 8-2-117. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-005

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-MC-005	11	2,515	0,9307	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- **Análisis de similitud (Índice de Jaccard)**

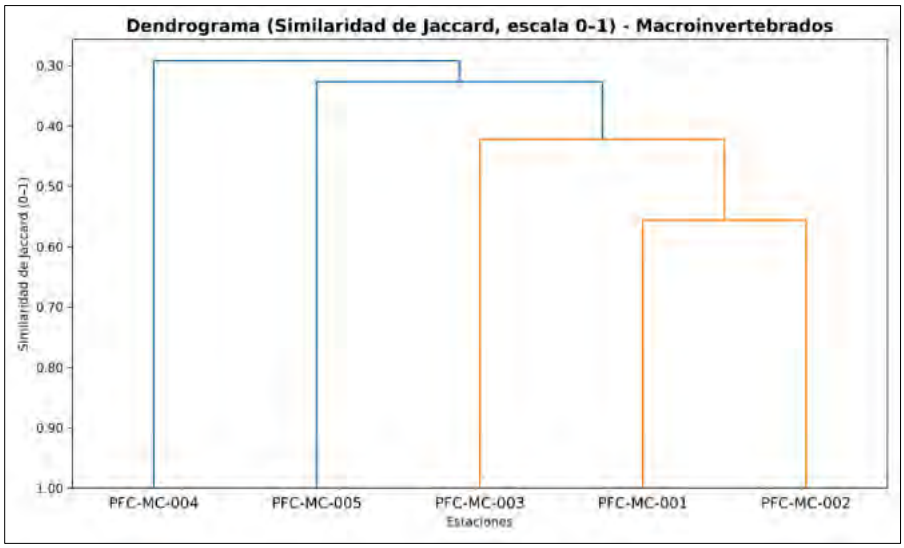
Se evaluó la semejanza en la composición de familias de macroinvertebrados entre los cinco puntos de levantamiento de macroinvertebrados (PFC-MC-001 a PFC-MC-005) mediante el Índice de similitud de Jaccard (J), calculado sobre la matriz de presencia/ausencia. El análisis revela que la mayor similitud composicional se presenta entre las estaciones PFC-MC-001 y PFC-MC-002 (55.6%), ambas ubicadas en el cauce principal, compartiendo familias clave como Leptohyphidae, Perlidae, Baetidae y Elmidae. Por el contrario, la mayor disimilaridad (distancia) se observa entre PFC-MC-003 y PFC-MC-005 (80% de disimilitud).

Tabla8-2- 118 Índice de similitud de Jaccar para el componente de macroinvertebrados

SITIOS	PFC-MC-001	PFC-MC-002	PFC-MC-003	PFC-MC-004	PFC-MC-005
PFC-MC-001	1	0,556	0,4	0,278	0,368
PFC-MC-002	0,556	1	0,444	0,312	0,412
PFC-MC-003	0,4	0,444	1	0,312	0,2
PFC-MC-004	0,278	0,312	0,312	1	0,267
PFC-MC-005	0,368	0,412	0,2	0,267	1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Figura 8-2-104. Dendrograma de Similitud de macroinvetebrados



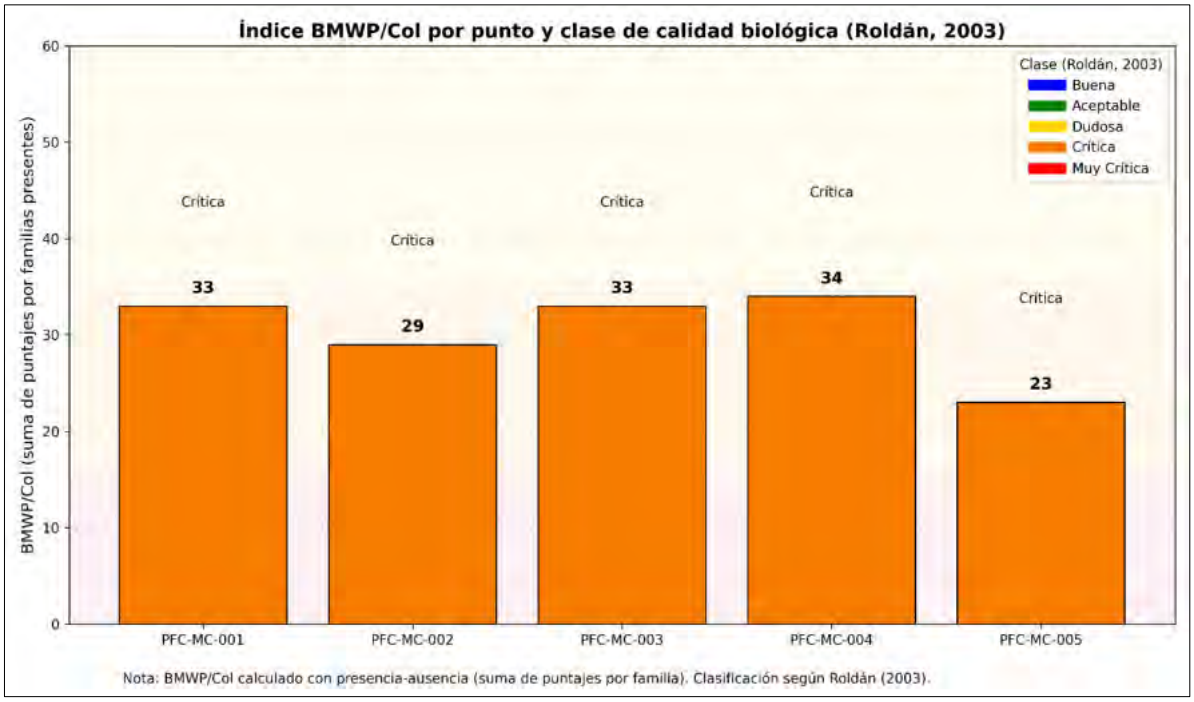
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- Índices Ecológicos

BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party)

El Índice BMWP/Col (Roldán, 2003) fue aplicado como herramienta complementaria para evaluar la calidad biológica del agua en los cuerpos de agua dentro del área de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. Este índice se basa en datos cualitativos (presencia–ausencia) y asigna puntajes de 1 a 10 a las familias de macroinvertebrados, de acuerdo con su sensibilidad a la contaminación orgánica. El valor final corresponde a la suma de los puntajes de todas las familias registradas por punto, los resultados se muestran a continuación:

Figura 8-2-105. Índice BMWP/Col de macroinvetebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

De acuerdo con los criterios de calidad biológica establecidos por Roldán (2003), los valores obtenidos para los cinco puntos se ubican en el rango 16–35, correspondiente a la categoría “Crítica”.

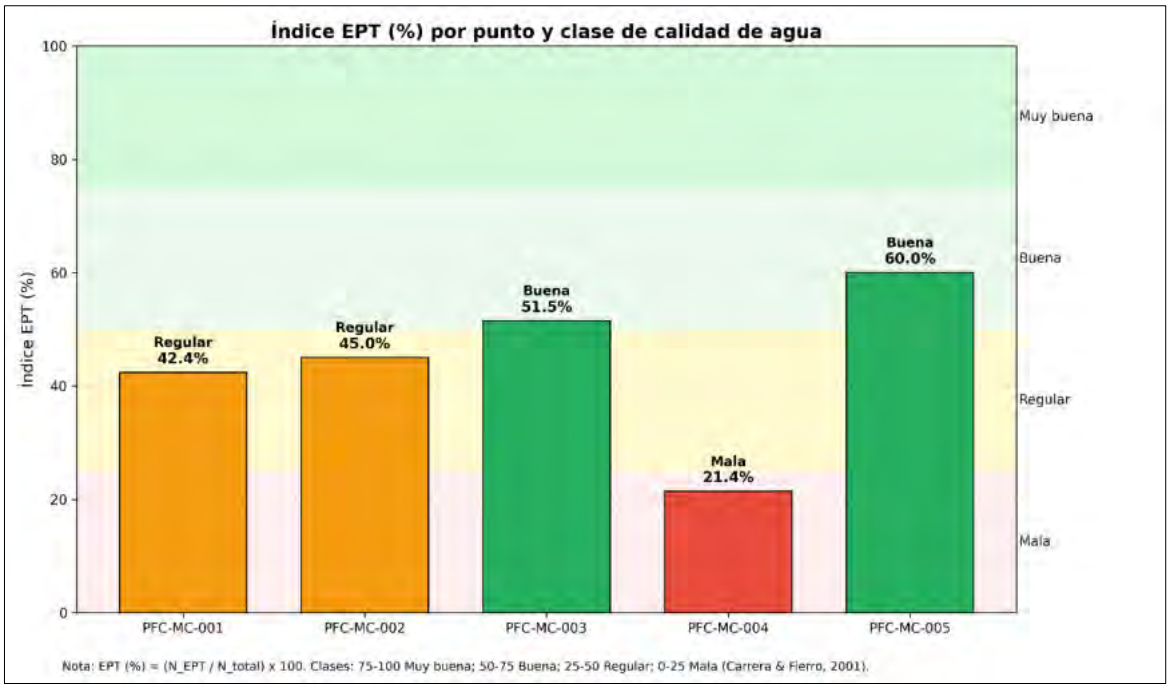
El punto PFC-MC-004 registró el valor más alto (34), mientras que PFC-MC-005 presentó el valor más bajo (23). Los puntos del cauce principal del Río Chira (PFC-MC-001, PFC-MC-002 y PFC-MC-003) mostraron valores similares entre sí (29–33), indicando una composición taxonómica comparable bajo el esquema de puntuación del índice.

En todos los puntos se registraron familias con distintos niveles de sensibilidad (puntajes entre 2 y 10), contribuyendo al valor acumulado del índice en cada sitio.

Índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera)

La aplicación del índice EPT demuestra que el sistema hídrico presenta, en su mayoría, una calidad de agua entre **Regular y Buena**. La coexistencia de Plecoptera y Trichoptera en el cauce principal y tributarios confirma que el área de estudio mantiene condiciones ambientales capaces de sostener comunidades de macroinvertebrados con requerimientos ecológicos exigentes.

Figura 8-2-106. Índice EPT (%) de macroinvetebrados



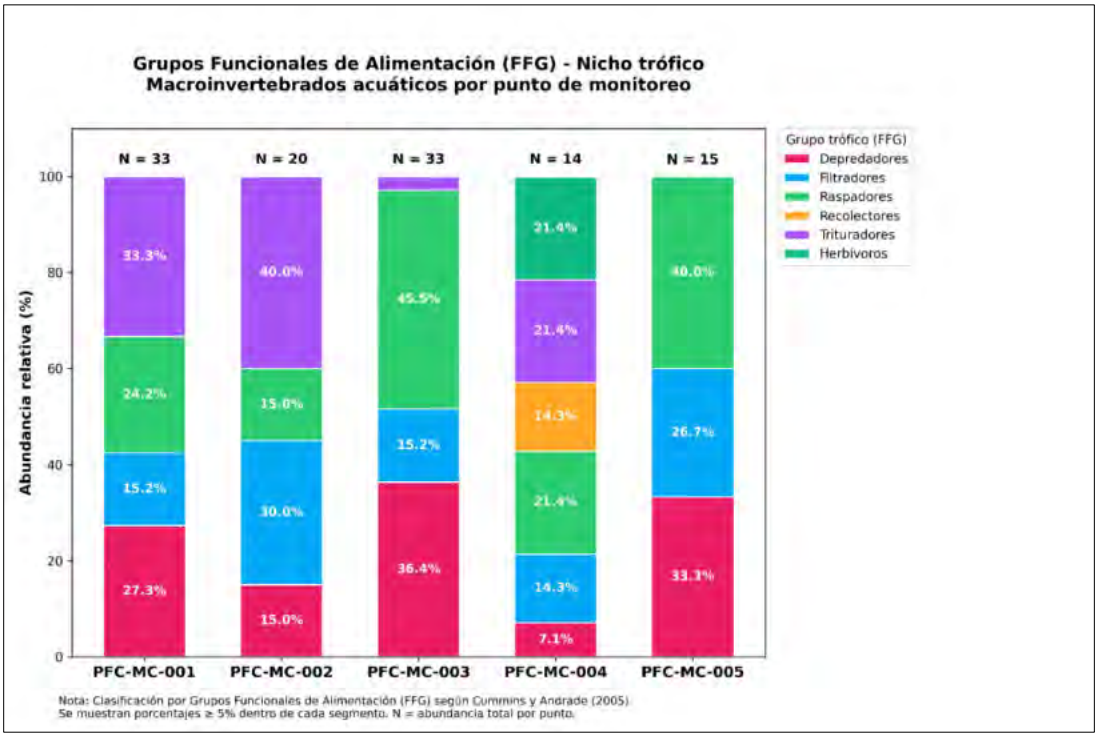
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- **Aspectos Ecológicos.**

Nicho Trófico

El análisis de la abundancia relativa de los gremios tróficos reveló una estructura comunitaria diversa, con predominancia de grupos procesadores de materia orgánica fina y depredadores:

Figura 8-2-107. Grupos funcionales de alimentación de macroinvertebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Depredadores (Carnívoros): Este grupo, representado principalmente por las familias Perlidae (Plecoptera) e Hydrobiosidae (Trichoptera), mostró una presencia constante en todos los puntos de monitoreo. Destaca su dominancia en el punto PFC-MC-003 (36,4%) y PFC-MC-005 (35,3%).

Raspadores: Conformado por taxones que consumen perifiton y biopelículas adheridas al sustrato (familias Elmidae, Lymnaeidae y Physidae). Este gremio fue particularmente relevante en los puntos del Río Chira (PFC-MC-003: 45,5% y PFC-MC-005: 40,0%), sugiriendo una alta disponibilidad de recursos algales en las zonas someras y con mayor incidencia lumínica del cauce principal.

Filtradores: Representados por la familia Anomalopsychidae, este grupo alcanzó su máxima representatividad en el punto PFC-MC-002 (30,0%).

Recolectores y Trituradores: Los recolectores (familia Chironomidae) y trituradores (Tipulidae), encargados de procesar materia orgánica gruesa (MOPG) como hojarasca, estuvieron presentes en los puntos PCF-MC-001, PFC-MC-002 y PFC-MC-004, evidenciando el vínculo ecológico entre la vegetación de ribera y el sistema acuático.

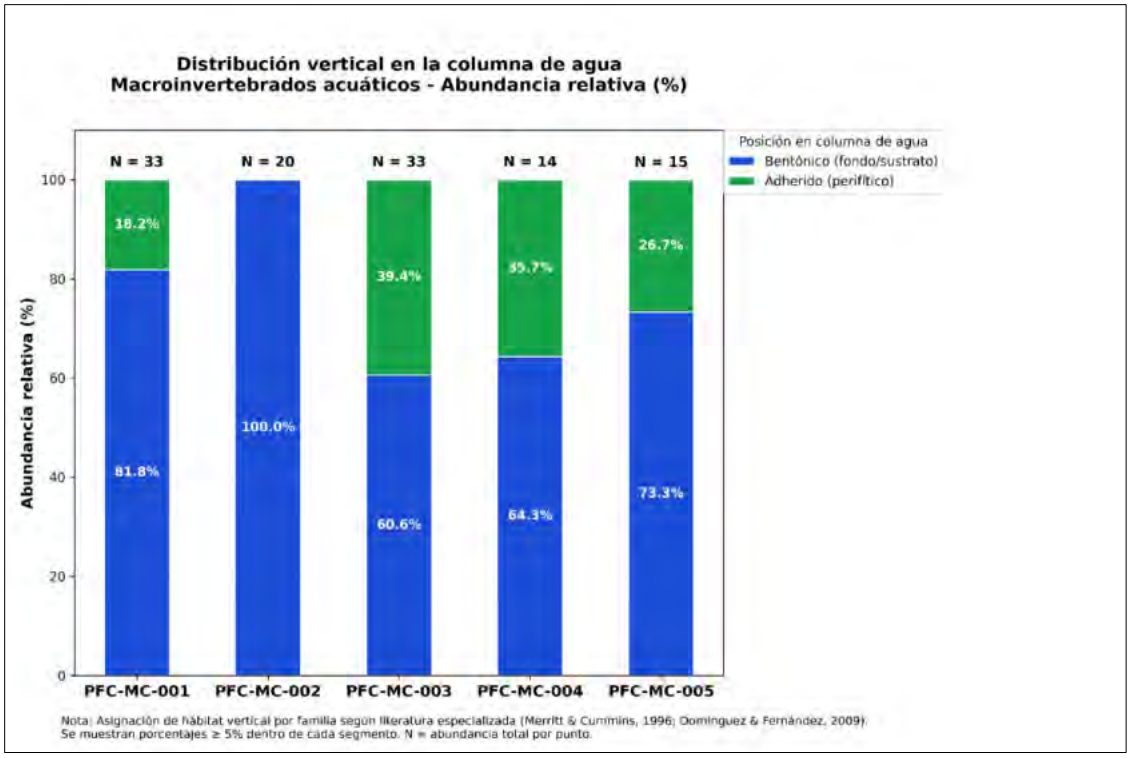
Distribución Vertical dentro de la Columna de agua

Los macroinvertebrados acuáticos conforman un grupo altamente diverso. Habitan principalmente en el fondo de ríos y lagos, enterrados en el lodo o la arena, adheridos a troncos, vegetación sumergida y rocas; también pueden encontrarse nadando dentro del agua o desplazándose sobre su

superficie. Aquellos que viven en el fondo o enterrados se conocen como bentos; los que nadan libremente en el agua, incluso en contra de la corriente, se denominan necton e incluyen organismos de tamaño considerable como los peces (Roldán, 1992); y los que se movilizan por la superficie del agua se llaman neuston, siendo los insectos hemípteros los más comunes en este grupo (Baddii, Garza y Garza, 2005).

El análisis de la distribución vertical reveló que la comunidad de macroinvertebrados registrada en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se organiza en dos grandes categorías de posición:

Figura 8-2-108. Distribución vertical de macroinvertebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Organismos Bentónicos (fondo/sustrato)

Este grupo fue el dominante en todos los puntos de monitoreo, representando entre el 81,8% (PFC-MC-001) y el 100% (PFC-MC-002) de la abundancia total registrada. Las familias que conforman este grupo son:

- Anomalopsychidae (Trichoptera): organismos constructores de estuches adheridos al sustrato rocoso (Domínguez & Fernández, 2009).
- Hydrobiosidae (Trichoptera): larvas de vida libre que habitan bajo rocas y en intersticios del sustrato (Roldán, 2003).

- Perlidae (Plecoptera): ninfas que se desplazan activamente sobre el fondo rocoso en zonas de rápidos (Domínguez & Fernández, 2009; Roldán, 2003) .
- Elmidae (Coleoptera): adultos y larvas fuertemente adheridos al sustrato en zonas de corriente moderada a alta (Roldán, 2003).
- Tipulidae (Diptera): larvas que habitan en sedimentos finos y acumulaciones de materia orgánica gruesa (Domínguez & Fernández, 2009).
- Chironomidae (Diptera): larvas tubícolas que construyen galerías en el sedimento fino del fondo (Roldán, 2003).

Organismos Adheridos (perifíticos)

Este grupo estuvo representado en los puntos PFC-MC-001, PFC-MC-003, PFC-MC-004 y PFC-MC-005. Las familias registradas en esta categoría fueron:

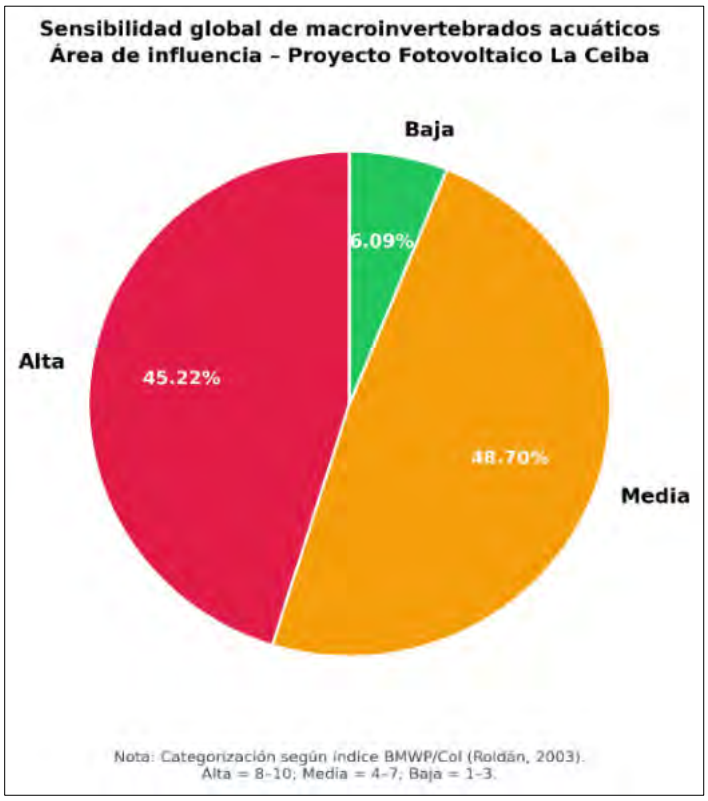
- Lymnaeidae (Gastropoda): gasterópodos que raspan el perifiton adherido a rocas y vegetación sumergida (Roldán, 2003).
- Physidae (Gastropoda): gasterópodos de hábitos similares a Lymnaeidae, con mayor tolerancia a condiciones de baja oxigenación (Domínguez & Fernández, 2009).
- Crambidae (Lepidoptera): larvas acuáticas que se adhieren a la vegetación y sustrato duro mediante seda (Domínguez & Fernández, 2009).

La presencia de organismos perifíticos en las quebradas (PFC-MC-004 y PFC-MC-005) es ecológicamente coherente con la menor profundidad, mayor cobertura de vegetación riparia y disponibilidad de sustrato blando en estos sistemas, condiciones que favorecen el desarrollo del perifiton como recurso alimenticio base.

Sensibilidad de especies.

De acuerdo con la metodología de Sensibilidad de las Especies, las familias de macroinvertebrados identificados en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se categorizan de la siguiente manera:

Figura 8-2-109. Sensibilidad de macroinvertebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- Sensibilidad Alta (Puntajes BMWP 8-10)

Estas familias representan el 45,22% de la abundancia total. Son organismos estenotópicos, con requerimientos estrictos de oxigenación y estabilidad del hábitat. Su presencia indica tramos de alta susceptibilidad biótica ante intervenciones que alteran la calidad físico-química del agua o la estructura del cauce (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

Perlidae (Plecoptera): Puntaje 10. Indicador de aguas limpias y corrientes rápidas con sustrato rocoso.

Anomalopsychidae (Trichoptera): Puntaje 10. Organismos altamente sensibles que dependen de la estabilidad del sustrato para la fijación de sus estuches.

Hydrobiosidae (Trichoptera): Puntaje 8. Depredadores especialistas asociados a ambientes lóticos con baja carga orgánica.

- Sensibilidad Media (Puntajes BMWP 4-7)

Es la categoría predominante con el 48,70% de la abundancia. Estos taxones poseen una tolerancia intermedia y representan áreas con susceptibilidad moderada, capaces de similares cambios ambientales menores sin perder su funcionalidad ecológica (Roldán, 2003).

Elmidae (Coleoptera): Puntaje 6. Escarabajos acuáticos que habitan en corrientes moderadas; Toleran variaciones leves en la turbidez.

Crambidae (Lepidoptera): Puntaje 5. Larvas asociadas a vegetación riparia y macrófitas, con tolerancia media a la sedimentación.

Lymnaeidae (Gastropoda): Puntaje 4. Gasterópodos raspadores que habitan en zonas de menor corriente y toleran incrementos moderados de nutrientes.
Tipulidae (Diptera): Puntaje 5. Larvas procesadoras de materia orgánica con capacidad de persistir en sedimentos variables.

- Sensibilidad Baja (Puntajes BMWP 1-3)

Representan el 6,09% de la abundancia. Son organismos euritópicos con baja susceptibilidad biótica, capaces de colonizar ambientes con estrés ambiental o baja disponibilidad de oxígeno (Roldán & Ramírez, 2008).
Physidae (Gastropoda): Puntaje 3. Caracoles con alta resistencia a la hipoxia y enriquecimiento orgánico.
Chironomidae (Diptera): Puntaje 2. Larvas altamente tolerantes, capaces de habitar en sedimentos finos y aguas con alta carga de sólidos o nutrientes.

- Discusión.

El levantamiento de información se llevó a cabo durante la temporada lluviosa, condición ambiental que determina significativamente la composición y distribución de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Las precipitaciones recurrentes en este período generan un incremento en la escorrentía superficial y, consecuentemente, un aumento en el caudal y la velocidad de la corriente de los cuerpos de agua evaluados

La caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba determinó la presencia de un ensamblaje diverso, compuesto por 3 phyla, 3 clases, 7 órdenes y 22 familias. La estructura biológica observada refleja la heterogeneidad de los ecosistemas lóticos evaluados, donde la interacción entre el régimen hidrológico, el tipo de sustrato y la calidad del microhábitat modula la presencia y abundancia de los taxones bentónicos. La coexistencia de organismos con distintos requerimientos ecológicos sugiere un sistema dinámico, capaz de sostener tanto taxones especialistas como generalistas.

En términos de diversidad, el punto PFC-MC-001 (Río Chira) se consolidó como el sitio con mayor complejidad estructural, registrando una riqueza de 15 familias y una abundancia de 51 individuos. La dominancia relativa estuvo liderada por la familia Scirtidae (Pi=0,176), seguida por Leptohyphidae (Pi=0,137) y Elmidae (Pi=0,11). La alta representatividad de taxones como Perlidae, Calamoceratidae y Leptohyphidae, es consistente con el valor de Shannon-Wiener obtenido (H'=2,641) y el de Simpson (1-D = 0,921), los cuales confirman una comunidad más diversa con alta equidad y baja dominancia. Este comportamiento sugiere que el tramo superior del Río Chira posee una oferta de nichos ecológicos más amplia, favorecida probablemente por una mayor estabilidad del cauce y heterogeneidad del sustrato.

En el tramo medio y bajo del río (PFC-MC-002 y PFC-MC-003), se observó una estabilidad moderada en la riqueza (13 familias cada uno), aunque con variaciones en la abundancia total (60 y 37 individuos, respectivamente). En PFC-MC-002, la dominancia de Perlidae (Pi=0,17) y la presencia de Ceratopogonidae, Staphylinidae y Chironomidae reflejan una transición hacia comunidades con

mayor tolerancia ecológica, manteniendo, no obstante, una diversidad subsiguiente a PFC-MC-001 de(H'=2,529). Por el contrario, en PFC-MC-003 destaca el predominio de Hydrophilidae (Pi=0,190), familia asociada a ambientes con menor velocidad de corriente o mayor acumulación de detritos, lo cual, sumado a la menor abundancia de individuos, se traduce en una ligera disminución de la homogeneidad comunitaria, tal como lo indica el índice de Simpson (1-D = 0,914).

El análisis de los ecosistemas de quebrada (PFC-MC-004 y PFC-MC-005) reveló una simplificación taxonómica en comparación con el cauce principal. El punto PFC-MC-004 presentó los valores más bajos de riqueza (8 familias) y diversidad H'=2,193 nats/ind, respecto a los otros sitios de levantamiento de macroinvertebrados, además, presenta una marcada dominancia de Hydrophilidae Pi=0,24 (24%) y Ceratopogonidae Pi=0,18 (18%). Esta estructura es característica de sistemas con menor estabilidad hidrológica o mayor presión ambiental, donde los taxones especialistas son desplazados por grupos generalistas con alta resiliencia. No obstante, el punto PFC-MC-005, a pesar de su baja abundancia (22 individuos), mostró una equidad notable (1-D = 0,9307), sustentada por una distribución más uniforme entre familias como Empididae 18%, Leptohyphidae (13,64%) y Anomalopsychidae (13,64%). La presencia recurrente de estas familias en las quebradas aporta una singularidad ecológica que complementa la biodiversidad acuática del proyecto.

De forma integral, la distribución de la abundancia relativa en el área de estudio sigue el modelo de curvas de dominancia-diversidad para sistemas naturales, donde unas pocas familias concentran la mayoría de los individuos mientras que una fracción importante de la riqueza está representada por taxones raros o de baja frecuencia. La presencia consolidada de grupos clave en los índices EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), tales como Perlidae, Leptohyphidae y Leptoceridae, junto con coleópteros acuáticos de la familia Elmidae, valida la condición de buena calidad relativa del agua sugerida por el índice BMWP/Col.

En conclusión, la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la zona de estudio presenta un gradiente de complejidad que disminuye desde el cauce principal del Río Chira hacia las quebradas tributarias. Esta variabilidad espacial en la riqueza y abundancia de las 22 familias identificadas constituye una línea base biótica sólida. La estructura de la comunidad, caracterizada por valores de Shannon-Wiener superiores a 2,0 nats/ind. en todos los puntos y una equidad cercana a 1, permite inferir que el sistema posee una capacidad de respuesta ecológica funcional frente a los factores ambientales locales, estableciéndose como un indicador biológico fundamental para el monitoreo y seguimiento ambiental durante las fases de construcción y operación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba.

- Conclusiones.

El levantamiento de la línea base biótica para el componente de macroinvertebrados en el área del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba permitió cumplir con el objetivo fundamental de establecer un diagnóstico ecológico detallado y representativo de las comunidades acuáticas presentes en los diferentes cuerpos de agua dentro del área de influencia del proyecto.

La caracterización taxonómica y la evaluación cuantitativa de la abundancia, riqueza y diversidad de macroinvertebrados evidenciaron una comunidad estructurada y diferenciada, con variaciones significativas entre los puntos de monitoreo ubicados en el cauce principal del río y quebradas. Esta diferenciación refleja la heterogeneidad ambiental y la dinámica hidrológica propia de cada sistema, aspectos que deben ser considerados en la gestión ambiental del proyecto.

Los índices de diversidad y riqueza calculados indican que la comunidad de macroinvertebrados mantiene niveles adecuados de biodiversidad, lo que sugiere un estado ecológico relativamente equilibrado en las áreas muestreadas. La presencia de familias dominantes, junto con familias menos abundantes, aporta información valiosa para la evaluación de la calidad ambiental y la detección temprana de posibles alteraciones o impactos derivados de actividades antropogénicas.

Aunque la temporada lluviosa puede dificultar el acceso a ciertos microhábitats por el aumento del nivel del agua, la convergencia entre la riqueza observada y el estimador Chao1 valida que el esfuerzo realizado fue suficiente para caracterizar la comunidad de macroinvertebrados bajo las condiciones ambientales imperantes al momento del estudio.

Los resultados del componente macroinvertebrados no evidencian un escenario de deterioro severo, sino un sistema con perturbación moderada asociada a presión antrópica difusa y régimen hidrológico semiárido. La presencia de familias sensibles en el cauce principal indica que el sistema mantiene funcionalidad ecológica y capacidad de recuperación.

- Recomendaciones.

Control de sedimentos y escorrentía

- Implementar barreras de control de sedimentos (trinchos, geotextiles, zanjas de coronación y disipadores de energía) en áreas próximas a cauces.
- Evitar el arrastre de material fino hacia cuerpos de agua, especialmente durante eventos de precipitación.
- Prohibir el almacenamiento temporal de material excavado dentro de la franja de protección hídrica.

Protección de la franja ribereña

- Mantener una franja de protección mínima de 30 m en el Río Chira.
- En quebradas, evitar la remoción de vegetación natural en los márgenes inmediatos, en caso de intervención inevitable, ejecutar revegetación inmediata con especies nativas.

Prohibición de alteración directa del cauce

- No realizar encauzamientos, rectificaciones o modificación del lecho natural.
- Evitar cruces innecesarios de maquinaria por el cauce; en caso indispensable, instalar pasos temporales controlados.

Recomendaciones para sistemas tributantes debido a su naturaleza, es necesario no intervenir los cauces secos durante época seca con disposición de materiales y evitar la compactación del lecho, ya que puede afectar procesos de recolonización bentónica.

Recomendaciones de monitoreo

Se recomienda mantener el componente de macroinvertebrados como indicador principal de calidad ecológica durante el seguimiento del proyecto, dado que ha demostrado ser sensible a cambios en microhábitat, sedimentación y conectividad hidráulica, los monitores deben realizarse durante las dos estaciones climáticas (lluviosa y seca), en los mismos sitios con fines comparativos.

EN el ANEXO 8-2-6 se presenta la base de datos de macroinvertebrados.

8.2.3.6. Ictiofauna

- Introducción.

Los peces representan uno de los grupos faunísticos más diversos y abundantes del planeta, con un registro aproximado de 54.711 especies reconocidas. (Nelson, 2006) Sudamérica, en particular, es considerada la región con la mayor diversidad de peces de agua dulce a nivel mundial. (Galvis et al., 2006). En la región neotropical, se han descrito formalmente alrededor de 5.600 especies, lo cual representa aproximadamente el 50% del total de peces dulceacuícolas del planeta (Escobar-Camacho et al., 2015).

Los peces son vertebrados acuáticos poiquilotermos, con respiración branquial y con aletas, constituyen el grupo más numeroso del fílum de los vertebrados. Presentes en agua dulce y salobre. Engloban dos grupos diferentes, tanto desde el punto de vista evolutivo como del morfológico y anatómico: peces cartilaginosos y peces óseos.

En el caso de Ecuador, estudios estiman la presencia de más de 900 especies de peces con diversidad variable, ya que se concentra principalmente en zonas bajas, mientras que en las regiones altoandinas se registra una menor riqueza. No obstante, a pesar del bajo número de especies en estas zonas altas, se destaca un elevado grado de endemismo (Barriga, 1994), condicionado por las particularidades climáticas y geográficas propias de estos ecosistemas (Maldonado-Ocampo et al., 2012). Además, estas especies cumplen funciones ecológicas clave para el equilibrio y buen funcionamiento de los ecosistemas donde habitan.

La caracterización de la fauna íctica se ha consolidado como una herramienta útil para la gestión ambiental, ya que proporciona información valiosa para evaluar el estado histórico de un ecosistema acuático, así como para anticipar los posibles impactos ambientales derivados de diferentes actividades o fenómenos.

La integridad biológica de las comunidades de peces ofrece datos esenciales para evaluar el estado de conservación de una cuenca hidrográfica, permitiendo identificar y prever alteraciones causadas por actividades humanas. Además, la ictiofauna actúa como un indicador confiable de la calidad ecológica de los cuerpos de agua.

- Sitios de levantamiento de información.

Para registrar la ictiofauna del área de estudio, se caracterizaron cinco puntos de monitoreo, aguas arriba (PPF-PEA-001), zona media (PPF-PEA-002) y aguas abajo del proyecto (PPF-PEA-003) y dos cuerpos de agua dentro del emplazmiento del proyecto (PFC-PEE-004, PFC-PEE-005). La referencia geográfica de cada uno de ellos, así como una descripción ecológica y la metodología utilizada se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8-2-119. Descripción de los sitios de levantamiento biótico para el componente ictiofauna

Área de estudio	Código	Fecha	Coordenadas utm wgs84 17s		Altura m.s.n.m	Cuerpo de agua	Metodología	Unidad muestral	Tipo de muestra	Descripción del área
			x	y						
Inicial	PFC-PEA-001	22/06/2025	586547,98	9518372,66	200 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	Cuerpo de agua, río de 8 metros de ancho, aproximadamene 1 metro de profundidad, riberas intervenidas con presencia de cultivos de gramíneas.
Medio	PFC-PEA-002	22/06/2025	589151,21	9519091,87	200 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	
Final	PFC-PEA-003	23/06/2025	588769,77	9520704,11	194 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	
Quebrada 1	PFC-PEE-004	10/03/2026	586622	9521714	235m.	S/N	Red Surber	100m	Cuantitativo	Hábitat acuático lótico, sustrato limoso con hojarasca, presencia de vegetación de ribera de estrato herbáceo.
Quebrada 2	PFC-PEE-005	10/03/2026	586541	9520753	191 m.	S/N	Red Surber	100m	Cuantitativo	

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2025-2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2025-2026 Acrónimos PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; PEA Pesca con Atarraya, PEE Pesca eléctrica; 001-005: puntos de levantamiento biótico de peces.

El punto PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005 corresponden a cuerpos de agua lóticos, cuyo flujo superficial está condicionado a la estacionalidad climática local (Zapotillo). El levantamiento biótico en estos puntos se realizó durante el período de flujo activo, garantizando la presencia de sustrato húmedo y comunidades bentónicas activas.

En el MAPA NRO. 30 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo de ictiofauna.

- Esfuerzo de muestreo.

Con el objetivo de garantizar la representatividad espacial y temporal de la ictiofauna presente en el área de implantación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, el levantamiento de información se ejecutó en dos campañas de campo, correspondientes a:

  - Temporada seca (junio 2025)
  - Temporada lluviosa (marzo 2026)

La inclusión de ambas campañas responde a la dinámica hidrológica característica de los sistemas lóticos tropicales intermitentes, donde la composición y abundancia de peces puede variar en función del régimen de caudales (Roldán & Ramírez, 2008).

Puntos evaluados

Durante la campaña inicial (temporada seca) se evaluaron tres puntos en el río Chira:

  - PFC-PEA-001 (Aguas arriba)
  - PFC-PEA- 002 (Zona media)
  - PFC-PEA-003 (Aguas abajo)

Con el fin de fortalecer la línea base, en marzo de 2026 se realizó:

  - Repetición del levantamiento biótico en PFC-PEA-001, PFC-PEA-002 y PFC-PEA-003
  - Inclusión de dos nuevos cuerpos de agua tipo quebradas: PFC-PEE-004 (Quebrada 1) y PFC-PEE-005 (Quebrada 2)

De esta manera, el esfuerzo total comprendió cinco puntos de levantamiento biótico, incrementando la cobertura espacial dentro del área de implantación, la unidad utilizada para cuantificar el esfuerzo fue el tiempo efectivo de trabajo por punto (horas).

En cada punto se delimitó un tramo de 100 metros de longitud, cubriendo la totalidad del ancho del cauce activo (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015):

Tabla 8-2-120. Esfuerzo de muestreo de levantamiento biótico para el componente ictiofauna

Campaña	Cuerpo de agua	Punto	Fecha	Tramo (m)	Técnica	Unidad de Esfuerzo	Esfuerzo	Horas efectivas (h)
Temporada seca (junio 2025)	Río Chira	PFC-PEA-001	22/06/2025	100	Atarraya	Lance efectivo	15 lances	3
Temporada seca (junio 2025)	Río Chira	PFC-PEA-002	22/06/2025	100	Atarraya	Lance efectivo	15 lances	3
Temporada seca (junio2025)	Río Chira	PFC-PEA-003	23/06/2025	100	Atarraya	Lance efectivo	15 lances	3
Temporada lluviosa (marzo 2026)	Río Chira	PFC-PEA-001	10/03/2026	100	Atarraya	Lance efectivo	15 lances	3
Temporada lluviosa (marzo 2026)	Río Chira	PFC-PEA-002	10/03/2026	100	Atarraya	Lance efectivo	15 lances	3

Campaña	Cuerpo de agua	Punto	Fecha	Tramo (m)	Técnica	Unidad de Esfuerzo	Esfuerzo	Horas efectivas (h)
Temporada lluviosa (marzo 2026)	Río Chira	PFC-PEA-003	10/03/2026	100	Atarraya	Pase consecutivo	15 lances	3
Temporada lluviosa (marzo 2026)	Quebrada 1	PFC-PEE-004	10/03/2026	100	Electropesca portátil	Pase consecutivo	3 pases	3
Temporada lluviosa (marzo 2026)	Quebrada 2	PFC-PEE-005	10/03/2026	100	Electropesca portátil	Pase consecutivo	3 pases	3
TOTAL								**24**

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- Metodología

Fase de campo.

Las técnicas aplicadas en campo se definieron según el tipo de cuerpo de agua

- Río Chira (PFC-PEA-001, PFC-PEA-002, PFC-PEA-003)

En los puntos correspondientes al río Chira, se empleó la atarraya como arte de pesca principal, debido a que se trata de un cuerpo de agua de mayor orden, con caudal permanente, mayor ancho y profundidad relativa, y sectores abiertos que permiten la operación segura y eficiente de este arte (Peck et. al 2006). La atarraya es una circular roja con plomos distribuida en su periferia y una línea central de recuperación, que permite cubrir áreas puntuales de la columna de agua durante cada lanza.

Es importante precisar que no existe una metodología internacional única que establezca de manera obligatoria un número fijo de 15 lanzas por estación sin embargo, esta metodología fue establecida de acuerdo a las consideraciones internacionales de muestreo de peces continentales en donde se recomienda que el esfuerzo, la longitud del tramo y la selección de hábitats se definan de acuerdo con los objetivos del estudio, la escala espacial, la heterogeneidad del hábitat, la accesibilidad y las condiciones de seguridad, procurando mantener dichos criterios constantes entre estaciones comparables (Bonar et al., 2009).

Durante el presente levantamiento de información, el esfuerzo de muestreo fue estandarizado operativamente en 15 lanzas efectivos por punto, ejecutados dentro en un tramo de aproximadamente 100 m, como una medida de control de la comparabilidad del esfuerzo de captura entre estaciones. Esta estandarización corresponde a un criterio definido para el presente monitoreo técnico, y no a un umbral normativo internacional. Las lanzas se distribuiron de manera proporcional entre los microhábitats efectivamente disponibles dentro de cada tramo, por ejemplo, sectores de corriente moderada, remansos o pozas y márgenes, siempre que las condiciones de accesibilidad, seguridad y ausencia de obstáculos permitan el lanzamiento y recuperación adecuada de la red.

La inclusión de microhábitats respondió al principio de que la composición y abundancia de la ictiofauna podía variar según la velocidad de corriente, profundidad, sustrato, cobertura y estructura del hábitat (Gorman et. al 1978) Por ello, la cobertura de los ambientes disponibles

buscó mejorar la representatividad del muestreo y reducir sesgos asociados a realizar las lanzas exclusivamente en un solo tipo de hábitat.

Bajo esta metodología, los resultados deben interpretarse como captura por unidad de esfuerzo (CPUE), expresada como número de individuos por lanza efectivo:

$$CPUE_{abundancia} = \frac{\text{nortetúmero de individuos capturados}}{\text{nortetúmero de lances efectivos}}$$

Este enfoque permite comparar de manera consistente las estaciones muestreadas, siempre que se mantengan constantes las características del arte de pesca y se documenten las variaciones relevantes en las condiciones de hábitat y caudal.

- Quebradas (PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005)

En las quebradas de bajo orden, caracterizadas por su escasa profundidad, bajo caudal, sustrato predominantemente rocoso y alta complejidad estructural (presencia de refugios naturales y oquedades), se aplicó la electropesca portátil mediante equipo de mochila. Esta técnica permite la inmovilización temporal de los especímenes a través de un campo eléctrico controlado, facilitando su captura en hábitats lóticos pequeños donde las artes de red suelen presentar baja eficiencia o riesgos de enganche debido a los obstáculos del lecho (Barbour et al., 1999; Bonar et al., 2009).

El esfuerzo de muestreo mediante electropesca portátil se estandarizó en tres pasos consecutivos en dirección aguas arriba, realizados dentro de un tramo de aproximadamente 100 m. La aplicación de pases sucesivos corresponde a un diseño de remoción o agotamiento, en el cual la disminución progresiva de las capturas entre pases puede emplearse para mejorar la detección de especies y, cuando se cumplen los supuestos del método, apoyar la estimación de abundancia poblacional (Reynolds, 1996; Bonar et al., 2009).

La longitud de 100m fue definida como un criterio operativo para el presente levantamiento biótico, considerando la accesibilidad, continuidad del cauce, heterogeneidad del hábitat y condiciones de seguridad de las quebradas evaluadas. Por tanto, este valor no se presenta como una exigencia internacional fija, sino como una unidad espacial estandarizada que permite mantener un esfuerzo comparable entre estaciones.

Para la interpretación cuantitativa de los tres pases, se demostró que el tramo debía mantenerse como una unidad de muestreo definida y que las condiciones de operación debían ser comparables entre pases. Cuando fue técnicamente viable, se evitó la entrada o salida de peces del tramo durante el muestreo mediante la delimitación de sus extremos. En los casos en que no fue posible asegurar dichas condiciones, los resultados fueron interpretados como índices de abundancia relativa o captura por unidad de esfuerzo, y no como estimaciones absolutas de abundancia.

La captura por unidad de esfuerzo se expresa como el número de individuos capturados por unidad de tiempo efectivo de electropesca:

$$CPUE_{abundancia} = \frac{\text{nortetúmero de individuos capturados}}{\text{nortetúmero de lances efectivos}}$$

Fase de gabinete.

La fase de gabinete comprendió la sistematización, depuración y análisis estadístico de los datos obtenidos durante las campañas de campo (temporada seca 2025 y temporada lluviosa marzo 2026).

Los análisis fueron realizados considerando cada punto de levantamiento biótico y posteriormente de manera integrada, a fin de evaluar patrones espaciales y temporales.

- *Composición.*

Se determinó la composición taxonómica mediante la identificación de los ejemplares capturados hasta el nivel de especie cuando fue posible, utilizando claves taxonómicas especializadas para peces continentales neotropicales.

La composición específica permite describir la estructura básica de la comunidad y constituye el primer nivel de análisis ecológico en estudios de ictiofauna (Mojica et al., 2012).

- *Riqueza (S).*

La riqueza específica (S) corresponde al número total de especies registradas en cada punto y campaña.

Este parámetro es uno de los indicadores más utilizados en ecología de comunidades, ya que permite comparar la diversidad potencial entre sitios sin considerar abundancias relativas (Moreno, 2001). Se calculó:

S=número total de especies registradas

- *Abundancia Absoluta*

Corresponde a la cantidad precisa, contada, de individuos de esa especie con respecto al total de la población censada en un área determinada (Rodríguez, 2012).

- *Abundancia Relativa (pi).*

La abundancia relativa se calculó como:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde ni es el número de individuos del taxón *i* y *N* el total de individuos del punto. Esta medida se utilizó para describir la estructura de la comunidad y como base para los índices de diversidad y curvas rango –abundancia (Magurran, 1988).

- *Curvas de Dominancia Diversidad.*

La estructura de dominancia del ensamblaje de peces se analizó mediante la curva de rango-abundancia (Whittaker), representando el logaritmo de la abundancia relativa frente al rango de cada familia.

Con estos datos se elaboró la curva de dominancia-diversidad que permitió comparar gráficamente la riqueza de especies (número de puntos), sus abundancias relativas, la forma de

las curvas y la secuencia de cada una de las especies que componen la comunidad sin perder su identidad.

- *Diversidad Alfa (Shannon y Simpson).*

Para evaluar la estructura de los ensamblajes de ictiofauna en cada punto de monitoreo, se utilizaron índices de diversidad basados en la abundancia relativa (pi). La interpretación se realizó de forma comparativa entre los puntos de estudio bajo un mismo estándar metodológico. Los cálculos se realizaron en el software Pasta (versión 5.3).

Índice de Shannon-Wiener (H'): Mide el contenido de información por individuo en un ensamblaje. Se calculó utilizando el logaritmo natural (ln), por lo que los resultados se expresan como números reales adimensionales (nats) (Magurran, 1988).

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln(p_i)$$

Índice de Dominanadia de Simpson: El índice de Simpson (D) mide la probabilidad de que dos individuos retirados al azar de una muestra pertenezcan a la misma familia (dominancia), para este caso se empleó la forma de dominancia:

$$> D = \sum pag_i^2 >$$

Para facilitar la interpretación de la diversidad, en este estudio se reporta el complemento del índice de Simpson, conocido como Índice de Diversidad de Simpson (1-D).

Bajo esta métrica, los valores cercanos a 1 indican una alta equitatividad (baja dominancia de pocos taxones), mientras que los valores cercanos a 0 indican una alta dominancia de una o pocas familias en el ensamblaje (Jost & González-Oreja, 2012).

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^{S} p_i^2$$

Donde *Pi* es la abundancia relativa de la familia *i* y *S* la riqueza total de familias en el punto.

- *Análisis de similitud (Índice de Jaccard)*

Para evaluar la similitud en la composición de especies de ictiofauna entre los puntos de levantamiento biótico, se calculó el índice de similitud de Jaccard (J), el cual se basa en datos de presencia–ausencia y se expresa mediante la siguiente expresión:

$$> Yo\ J = \frac{ao}{a + b - do} >$$

Donde do es el número de especies compartidas entre dos puntos, a es el número de especies presentes en el punto i, y b es el número de especies presentes en el punto j (Jaccard, 1901; Magurran, 1988).
El índice varía entre 0 (ninguna familia compartida) y 1 (composición idéntica). Los resultados se representaron mediante una matriz de similitud y un dendrograma de agrupamiento jerárquico (método UPGMA), construido a partir de la distancia de Jaccard (d=1−Yo J). Los análisis se realizaron en el software estadístico RStudio (R versión 4.5.3) utilizando los paquetes vegan y stats

- *Curva de Acumulación de Especies*

Para evaluar la representatividad del levantamiento de línea base y la eficiencia en la captura de la diversidad taxonómica de macroinvertebrados, se empleó la técnica de Curva de Acumulación de Especies. Esta herramienta permite analizar la relación entre el esfuerzo de muestreo (unidades de muestreo o puntos de monitoreo) y el número de taxones nuevos registrados (Jiménez-Valverde, 2003).

El análisis se basó en la acumulación sucesiva de especies únicas a medida que se incrementó el esfuerzo de muestreo (días). El objetivo es observar la tendencia de la curva: una pendiente pronunciada indica que aún quedan muchos taxones por descubrir, mientras que una tendencia hacia la asíntota (estabilización de la curva) sugiere que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la comunidad de macroinvertebrados del área total (Villarreal et al., 2004). La acumulación de especies se calculó en el software Estimates versión 9.1.0 mediante la siguiente función:

$$S(n)=i=1\Sigma S[1-(1-pi)\ n]$$

Donde:
S(n): número esperado de especies acumuladas
S: es el número total de especies
p_i: es la probabilidad de detección de la especie i, y n representa el número de unidades de muestreo.

- *Índice de Chao1*

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao & Lee, 1992).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

- *Aspectos Ecológicos*

Nicho trófico.
La alimentación representa un componente clave en el ciclo de vida de las especies. Comprender las variaciones en las preferencias alimenticias de la ictiofauna brinda información valiosa sobre el funcionamiento de los ecosistemas donde habitan. Esto permite entender la autoecología de cada especie, su rol ecológico y los factores que determinan sus patrones de alimentación a lo largo de su desarrollo (Oliveira et al., 2016). Este conocimiento es crucial para analizar cómo los

cambios ambientales pueden afectar los hábitos alimenticios de los peces, alterando sus interacciones biológicas, especialmente las de tipo trófico (Granado, 2002).

La información sobre el nicho trófico de las especies encontradas en este estudio se obtuvo a partir de Galvis et al. (2006) y de la base de datos electrónica FishBase (Froese & Pauly, 2022). A continuación, se describen las principales categorías alimenticias consideradas:

- Detritívoro: especies que se alimentan de materia orgánica en descomposición, lodo, algas y sedimentos.
- Herbívoro: peces que prefieren frutos y semillas provenientes de la vegetación.
- Insectívoro: especies cuya dieta se basa en insectos. Se distinguen dos subcategorías según el origen del alimento:
- *Autóctonos:* insectos acuáticos como Odonata, Diptera, Coleoptera y Trichoptera.
- Alóctonos: insectos terrestres arrastrados al agua por lluvias o inundaciones, principalmente Hymenoptera.
- Omnívoro: especies que consumen una variedad de alimentos sin predilección clara por uno específico.
- Carnívoro: especies que se alimentan de carne, como otros peces y camarones.
- Piscívoro: especies cuya alimentación está basada principalmente en peces o partes de ellos, como escamas y aletas.

Distribución vertical.

Los hábitats acuáticos del área de estudio presentaron variedad, y los peces se distribuyeron según la profundidad y proximidad a la orilla. Se identificaron cuatro niveles dentro de la columna de agua (Granado, 2002):

- Superficial: ocupado por peces pequeños, plateados y con la boca orientada hacia arriba.
- Superior: dominado por peces hidrodinámicos, plateados y con boca terminal.
- Medio: similar al estrato superior, con especies hidrodinámicas y boca terminal.
- Bentónico: conformado por peces que habitan el fondo, de coloración parda y boca en posición ventral.

Sensibilidad.

La sensibilidad ecológica de la ictiofauna registrada se evaluó como una valoración indicativa de la respuesta potencial de las especies frente a alteraciones del hábitat, considerando su afinidad por determinados tipos de sustrato, velocidad de corriente, disponibilidad de oxígeno, cobertura ribereña, amplitud de distribución ecológica y condición de especie nativa o introducida. Esta clasificación no corresponde a una categoría formal de amenaza o conservación, sino a una interpretación ecológica aplicable al área de estudio, sustentada en información especializada sobre la ecología y distribución de los peces dulceacuícolas del Ecuador (Aguirre et al., 2021; Barriga, 2012; Froese & Pauly, 2025).

Con base en ello, en la fase de gabinete se procedió a revisar la composición taxonómica registrada en campo y contrastarla con bibliografía especializada para cada taxón o grupo ecológico afín. Este

análisis permitió reconocer que ciertas especies presentan una asociación más estrecha con hábitats específicos, particularmente aquellas vinculadas a sustratos rocosos, sectores de corriente o recursos bentónicos, mientras que otras muestran una mayor amplitud ecológica o tolerancia relativa a ambientes intervenidos. Asimismo, se demostró la presencia de especies introducidas como un factor relevante dentro de la interpretación ecológica del ensamblaje íctico, debido a su potencial interacción con la fauna nativa y su frecuente asociación con ambientes alterados (Aguirre et al., 2021).

Estado de conservación.

La evaluación del estado de conservación de las especies de peces registradas se realizó bajo criterios de representatividad global, permitiendo identificar taxones con algún grado de amenaza o restricción comercial. Para ello, se contrastó el listado de especies obtenido en campo con las siguientes fuentes oficiales:

- **Ámbito Global (UICN):** Se revisó la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, versión 2025-2), clasificando a las especies en categorías de riesgo como: Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN) o Críticamente Amenazada (CR).
- **Comercio Internacional (CITES):** Se verificó la inclusión de especies en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2025), a fin de identificar restricciones en el movimiento transfronterizo de ejemplares.

Este análisis de sensibilidad permite determinar la vulnerabilidad de la comunidad íctica frente a las actividades del proyecto y establecer medidas de manejo ambiental proporcionales al estatus de conservación de las especies detectadas en el área de influencia.

Uso del recurso.

Es fundamental reconocer el saber local de los pobladores que utilizan a los peces como recurso clave, especialmente los pescadores, quienes acumulan un conocimiento profundo sobre la biología, ecología y clasificación empírica de las especies, muchas veces en concordancia con la taxonomía científica (Begossi et al., 2008).

Sociabilidad de las especies

Como parte de la caracterización ecológica de las especies de ictiofauna registradas, se incluyó la evaluación del atributo de sociabilidad. Este atributo se entiende como la tendencia de los individuos a asociarse y puede expresarse mediante la formación de agrupaciones, cardúmenes, asociaciones temporales, territorialidad o hábitos predominantemente solitarios. Es importante diferenciar la sociabilidad de una simple agregación espacial, debido a que los peces pueden reunirse temporalmente para alimentación, reproducción, refugio, migración o condiciones ambientales, sin que ello represente necesariamente un comportamiento social permanente (Pitcher y Parrish, 1993; Krause y Ruxton, 2002).

La información sobre sociabilidad fue obtenida mediante una revisión bibliográfica especializada para cada especie registrada, priorizando artículos científicos, libros de comportamiento animal y fichas de historia natural. Para la búsqueda se consideran términos relacionados con

comportamiento gregario, cardumen, asociación intraespecífica, territorialidad, uso de refugios, reproducción y cuidado parental. La bibliografía fue revisada con el propósito de identificar únicamente descripciones explícitas sobre el comportamiento de las especies, ya que la clasificación conductual no debe establecerse por inferencia taxonómica o por el número de individuos registrados durante el muestreo (Ward y Webster, 2016).

Además, el levantamiento biótico en campo se consideró observaciones relacionadas con el número de individuos por evento de captura u observación, presencia de individuos de la misma especie en un mismo microhábitat, uso de refugios, posibles agrupaciones y comportamiento territorial.

Con base en la información recopilada, las especies fueron clasificadas como gregarias, solitarias o de baja asociación intraespecífica, territoriales, de asociación temporal o con información no disponible. La categoría fue asignada solamente cuando existía evidencia bibliográfica específica para la especie o un registro de campo suficientemente documentado. Para especies identificadas únicamente a nivel de género o con determinación taxonómica preliminar, como *Hemibrycon* sp. y *Astroblepus* cf. *prenedillus*, la sociabilidad fue reportada como información no determinada a nivel específico.

Las plataformas especializadas, como FishBase, fueron utilizadas como fuentes complementarias para verificar aspectos de hábitat, distribución, ecología y referencias asociadas. Sin embargo, la información contenida en dichas fichas solo se empleó para clasificar la sociabilidad cuando la conducta estuviera expresamente descrita o respaldada por una referencia primaria verificable.

- Resultados

Composición

En el área de levantamiento biótico del EsIA del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se registraron 35 individuos, correspondientes a 9 especies, agrupadas en 5 familias y 4 órdenes taxonómicos: Characiformes, Siluriformes, Cichliformes y Cyprinodontiformes.

Tabla 8-2-121. Composición de la ictiofauna

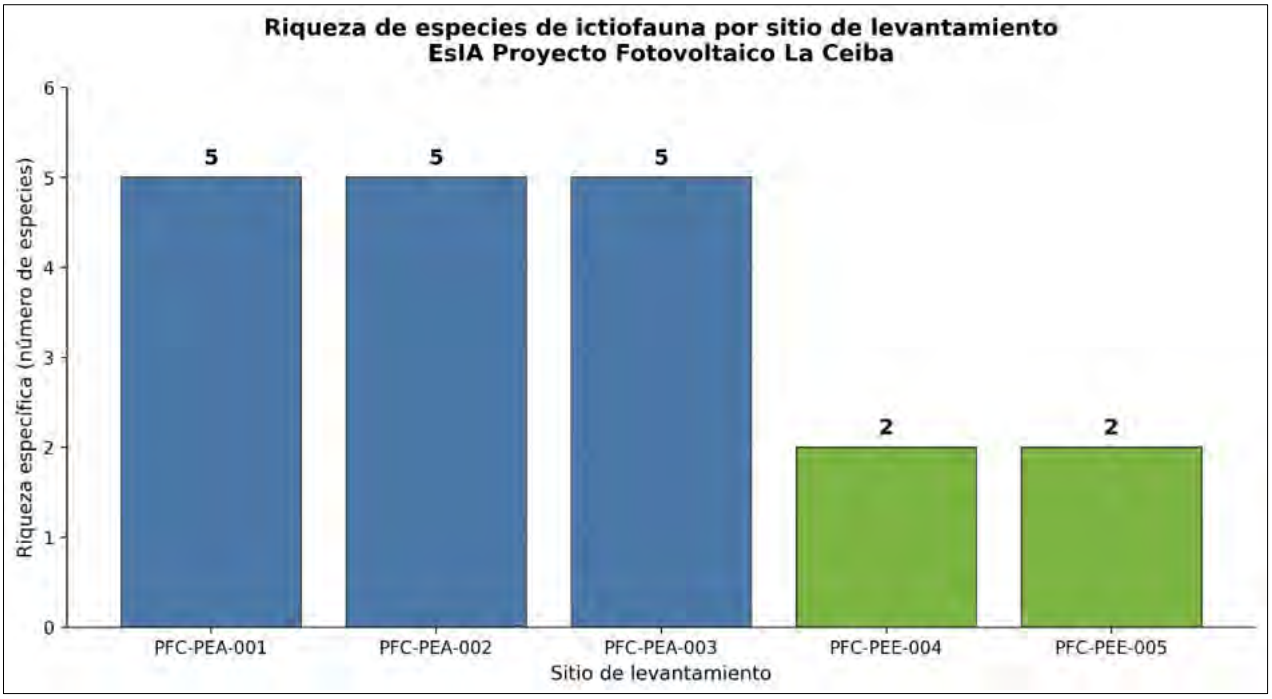
Levantamiento de ictiofauna EsIA Proyecto Fotovoltaico La Ceiba					Sitios de Levantamiento de Línea Base de Ictiofauna				
Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Común	PFC-PEA-001	PFC-PEA-002	PFC-PEA-003	PFC-PEE-004	PFC-PEE-005
Siluriformes	Loricaridae	*Chaetostoma*	*Chaetostoma microps*	Raspabalsa	X			X	
Characiformes	Characidae	*Creagrutus*	*Creagrutus kunturus*	Sardina	X		X		X
Characiformes	Characidae	*Brycon*	*Brycon atrocaudatus*	Sardina	X	X			
Characiformes	Characidae	*Hemibrycon*	*Hemibrycon* sp.	Sardina		X	X		
Cichliformes	Cichlidae	*Andinoacara*	*Andinoacara blombergi*	Vieja			X		
Cichliformes	Cichlidae	*Oreochromis*	*Oreochromis aureus*	Tilapia		X	X	X	
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Pseudopoecilia*	*Pseudopoecilia festae*	Bagre	X	X			
Siluriformes	Astroblepidae	*Astroblepus*	*Astroblepus* cf. *prenadillus*	Bagre	X		X		
Characiformes	Characidae	*Bryconamericus*	*Bryconamericus peruanus*	Sardina		X			X

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Riqueza

La riqueza específica (S), definida como el número total de especies registradas fue de 9 para el área total, distribuida en lo diferentes sitios de levantamiento biótico como se detalla en la siguiente figura:

Figura 8-2-110. Riqueza de Peces



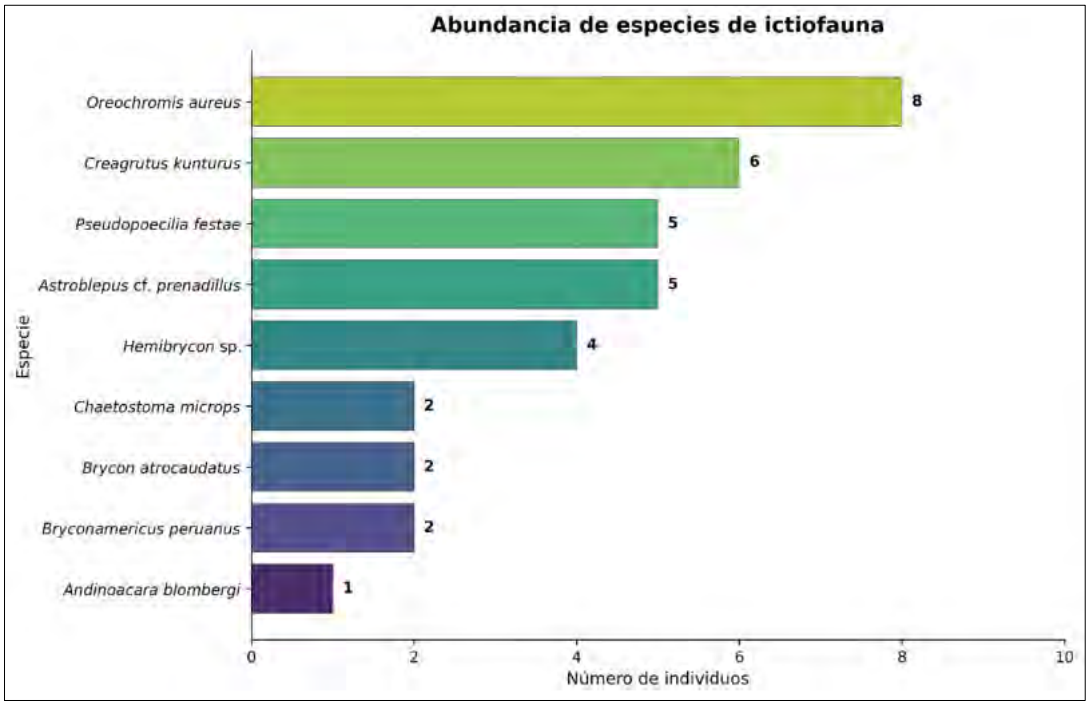
Nota. La riqueza corresponde al número de especies con registros de presencia en cada sitio.
Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026.

Abundancia Absoluta

La abundancia absoluta de las especies de peces registradas en el área de estudio, varían entre 1 y 8 individuos. La especie con mayor abundancia fue *Oreochromis aureus*, con 8 individuos, seguida por *Creagrutus kunturus* con 6 individuos. Las especies *Pseudopoecilia festae* y *Astroblepus* cf. presentaron una abundancia de 5 individuos cada una. *Hemibrycon* sp. tuvo una abundancia de 4 individuos, mientras que *Bryconamericus peruanus*, *Brycon atrocaudatus* y *Chaetostoma microps* registraron 2 individuos cada una. Finalmente, *Andinoacara blombergi* presentó la menor abundancia con un solo individuo.

La siguiente figura refleja la distribución y cantidad de individuos por especie en el área:

Figura 8-2-111 .Abundancia absoluta de Peces



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

La especie con mayor abundancia relativa fue *Oreochromis aureus*, con 8 individuos y una proporción de 0,23. Le siguió Creagrutus kunturus (0,17), y *Pseudopoecilia festae* y *Astroblepus* cf. *prenadillus* (0,14).

Hemibrycon sp. presentó una abundancia relativa de 0,11, mientras que *Chaetostoma microps*, *Brycon atrocaudatus* y *Bryconamericus peruanus* registraron 2 individuos cada una, equivalentes a una abundancia relativa de 0,06. La menor abundancia correspondió a *Andinoacara blombergi*, con una abundancia relativa de 0,03.

Tabla 8-2-122. Abundandia relativa de la ictiofauna

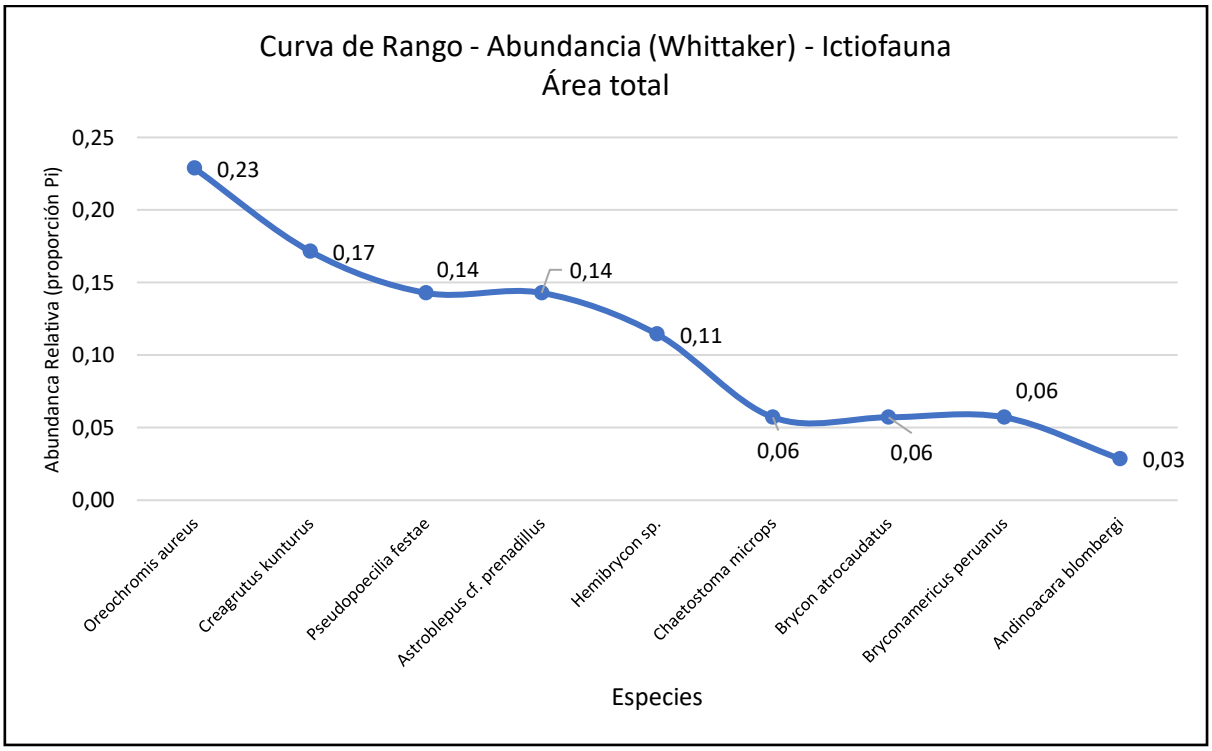
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia relativa
CICHLIFORMES	Cichlidae	*Oreochromis aureus*	Tilapia	8	0,23
CHARACIFORMES	Characidae	*Creagrutus kunturus*	Sardina	6	0,17
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	*Pseudopoecilia festae*	Bagre	5	0,14
SILURIFORMES	Astroblepidae	*Astroblepus* cf. *prenadillus*	Bagre	5	0,14
CHARACIFORMES	Characidae	*Hemibrycon* sp.	Sardina	4	0,11
SILURIFORMES	Loricaridae	*Chaetostoma microps*	Raspabalsa	2	0,06
CHARACIFORMES	Characidae	*Brycon atrocaudatus*	Sardina	2	0,06
CHARACIFORMES	Characidae	*Bryconamericus peruanus*	Sardina	2	0,06
CICHLIFORMES	Cichlidae	*Andinoacara blombergi*	Vieja	1	0,03
TOTAL				35	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Curva de Dominancia – Diversidad

La Figura 8-2-87 presenta la curva de rango-abundancia de Whittaker de la ictiofauna registrada en el área total de levantamiento biótico del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. La curva fue construida a partir de la abundancia relativa de las especies, ordenadas de mayor a menor representatividad numérica.

Figura 8-2-112 .Curva de dominancia – diversidad de Peces

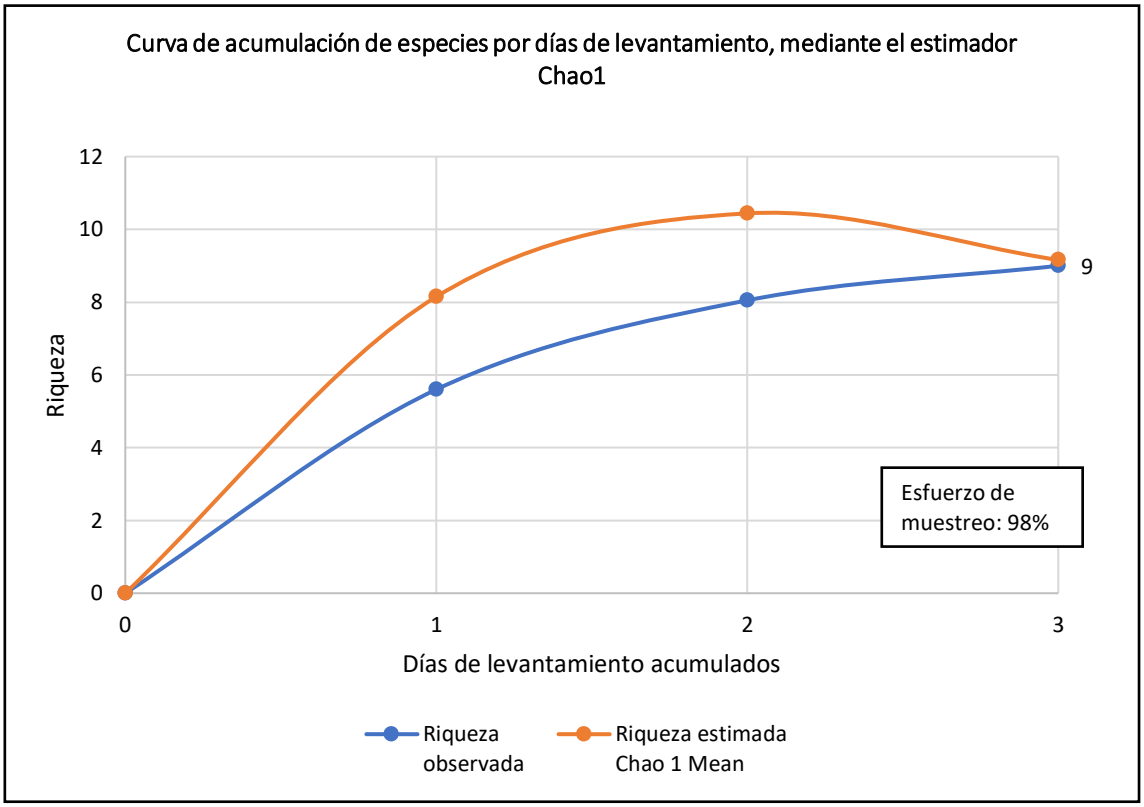


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies se elaboró utilizando las tres jornadas efectivas de levantamiento de ictiofauna realizadas durante el periodo de estudio: 22 de junio de 2025, 23 de junio de 2025 y 10 de marzo de 2026. Para cada jornada se consolidaron los registros obtenidos en los puntos y unidades de levantamiento biótico correspondientes.

Figura 8-2-113. Acumulación de Peces



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

En la primera jornada de levantamiento de línea base se registraron 6 especie de ictiofauna, mientras que en la segunda jornada se incorporaron nuevas especies a la lista acumulada. Al finalizar la tercera jornada se alcanzó una riqueza acumulada de 9 especies, valor que corresponde a la totalidad de especies registradas en el área total de levantamiento.

El comportamiento final de la curva evidencia una tendencia hacia la estabilización de la riqueza acumulada, debido a que durante la última jornada no se incorporó un número importante de especies nuevas respecto de las registradas previamente.

De manera complementaria, se aplicó el estimador no paramétrico Chao 1, con el propósito de comparar la riqueza observada con la riqueza potencial estimada a partir de las especies registradas con baja abundancia. La riqueza observada correspondió a 9 especies, mientras que el estimador presentó un valor de 9,17 especies.

El valor decimal obtenido por Chao 1 corresponde a una estimación estadística y no a la existencia de una fracción de especie. En términos biológicos, la comunidad registró 9 especies; el valor de 9,17 representa el promedio estimado de riqueza potencial bajo el modelo aplicado. Para efectos de interpretación, este resultado puede expresarse como una riqueza esperada aproximada de 9 especies alcanzando riqueza observada vs riqueza estimada al canzando una efectividad del 98%.

Diversidad

Tabla 8-2-123. Diversidad de ictiofauna

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
Área total	9	2,15	0,88	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

El índice de Shannon-Wiener (H') fue evaluado utilizando el logaritmo natural (ln), arrojando un valor de 2.15 nats. Este descriptor refleja la complejidad del ensamble de peces considerando tanto la riqueza de especies como la equidad en la distribución de los 35 individuos registrados entre los 9 taxones identificados.

Para toda el área de estudio, el índice de Simpson (1- D) fue de 0.88, lo que indica que la comunidad de peces esta cercana a la equida. La dominancia de especies de ictiofuana de acuerdo a la abundancia realativa, registradas en el área de levantamiento estuvo liderado por *Oreochromis aureus* (22,86%) y *Creagrutus kunturus* con el 17,14%

Análisis de similitud (Índice de Jaccard)

Se evaluó la semejanza en la composición de especies de peces entre los cinco puntos de levantamiento de ictiofauna (PFC-PEA-001 a PFC-PEE-005) mediante el índice de similitud de Jaccard (J) calculado a partir de una matriz de presencia/ausencia.

Tabla8-2 124 Índice de similitud de Jaccard- ictiofauna

SITIOS	PFC-MC-001	PFC-MC-002	PFC-MC-003	PFC-MC-004	PFC-MC-005
PFC-PEA-001	1	0,250	0,250	0,167	0,167
PFC-PEA-002	0,250	1	0,250	0,167	0,167
PFC-PEA-003	0,250	0,250	1	0,167	0,167
PFC-PEE-004	0,167	0,167	0,167	1	0,000
PFC-PEE-005	0,167	0,167	0,167	0,000	1

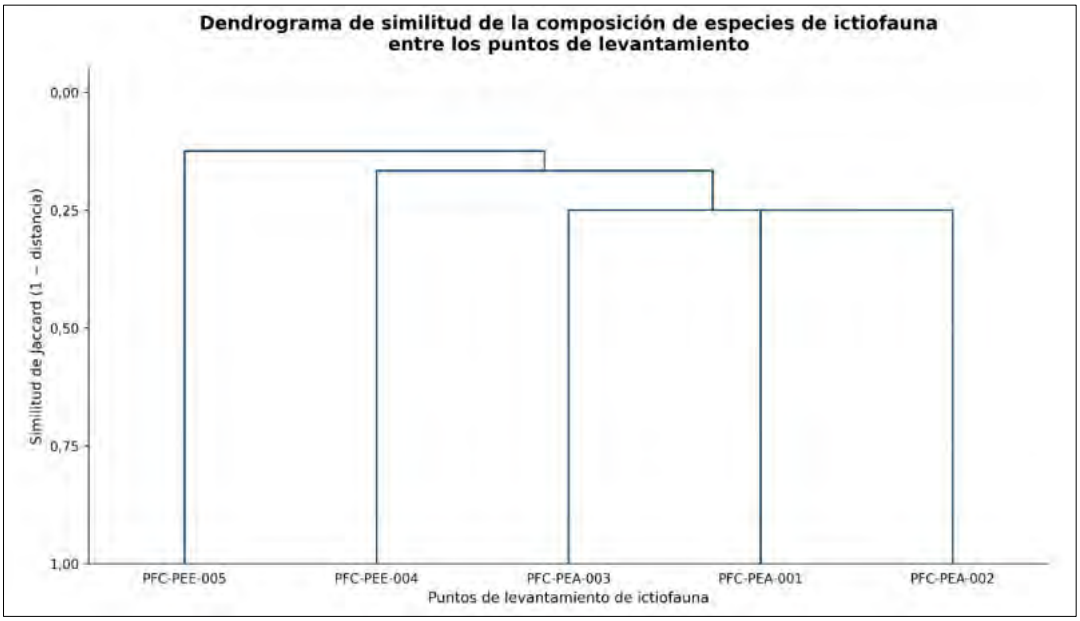
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

El análisis mostró que las mayores similitudes composicionales correspondieron a las comparaciones entre PFC-PEA-001–PFC-PEA-002, PFC-PEA-001–PFC-PEA-003 y PFC-PEA-002–PFC-PEA-003, todas con un valor de similitud de 0,25, equivalente al 25,0 %. En la comparación entre PFC-PEA-001 y PFC-PEA-002 se compartieron las especies *Brycon atrocaudatus* y *Pseudopoecilia festae*. Entre PFC-PEA-001 y PFC-PEA-003 se compartieron *Creagrutus kunturus* y *Astroblepus* cf. *prenadillus*, mientras que entre PFC-PEA-002 y PFC-PEA-003 se compartieron *Hemibrycon* sp. *Oreochromis aureus*.

Los puntos PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005 presentaron una similitud de 0,00, equivalente al 0 %, debido a que no compartieron especies durante el levantamiento. En consecuencia, esta comparación presentó una disimilitud del 100%. Los valores bajos de similitud observados entre la mayoría de las comparaciones evidencian una composición específica heterogénea entre los

puntos evaluados, lo cual puede relacionarse con las diferencias en las características físicas de los cuerpos de agua, los microhábitats disponibles y la distribución local de las especies.

Figura 8-2-114. Dendrograma de Similitud de la composición de especies de ictiofuana en los puntos de levantamiento biótico



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

- Resultados por sitio de levantamiento de línea base de peces

PUNTO PFC-PEA-001 (Río Chira)

Composición

En el punto PFC-PEA-001, localizado en el río Chira, la comunidad íctica estuvo compuesta por un total de 12 individuos, distribuidos en 3 órdenes, 4 familias y 5 especies. La identificación taxonómica se realizó hasta el nivel de especie, permitiendo describir la estructura básica de la comunidad en este sector del río.

Tabla 8-2-125. Composición de ictiofauna en PFC-PEA-001

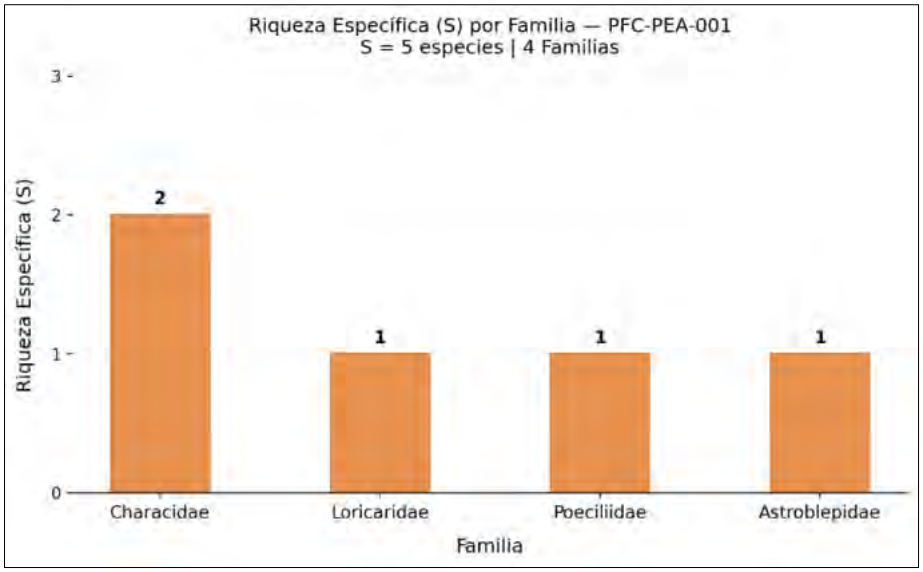
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni
CHARACIFORMES	Characidae	*Creagrutus kunturus*	Sardina	4
SILURIFORMES	Astroblepidae	*Astroblepus* cf. *prenadillus*	Bagre	4
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	*Pseudopoecilia festae*	Bagre	2
SILURIFORMES	Loricaridae	*Chaetostoma microps*	Raspabalsa	1
CHARACIFORMES	Characidae	*Brycon atrocaudatus*	Sardina	1
TOTAL				12

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Riqueza

La riqueza específica (S) para este sitio fue de 5 especies, agrupadas en 4 familias. El mayor número de especies pertenece a la familia Characidae, con dos especies registadas para este nivel taxonómico.

Figura 8-2-115. Riqueza de Peces en PFC-PEA-001



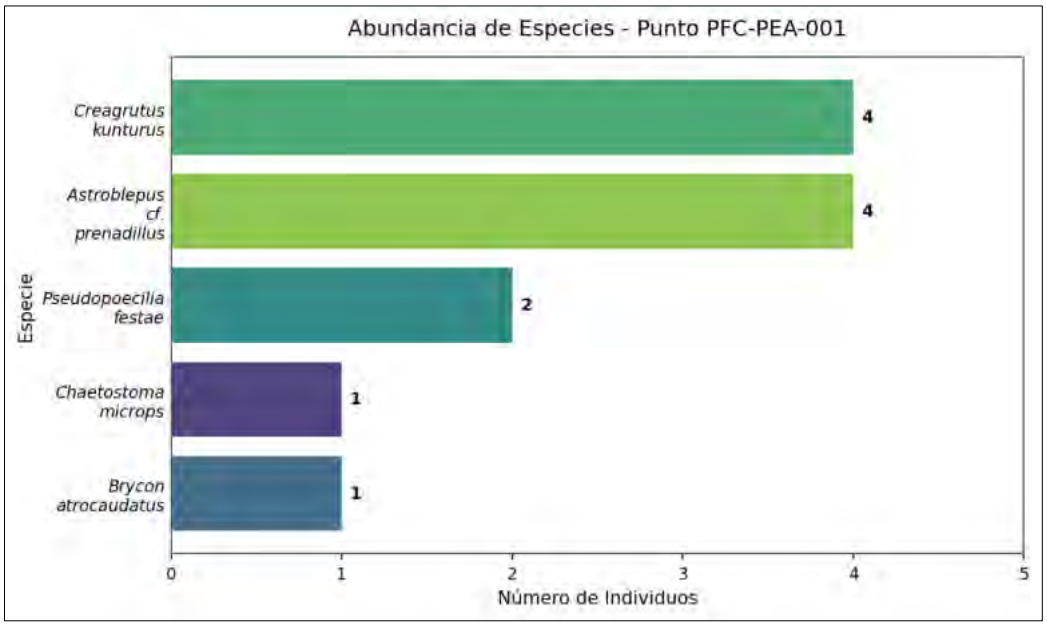
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Abundancia Absoluta

En el punto PFC-PEA-001 se registró una abundancia total de 12 individuos. Los resultados por taxón muestran que las especies *Astroblepus* cf. *prenadillus* y *Creagrutus kunturus* presentaron la mayor representatividad numérica con 4 ejemplares cada una.

Posteriormente, se registró a *Pseudopoecilia festae* con una abundancia de 2 individuos. Finalmente, las especies *Chaetostoma microps* y *Brycon atrocaudatus* reportaron la menor frecuencia en este punto, con el registro de un solo individuo para cada una de ellas.

Figura 8-2-116. Abundancia de Ictiofauna en PFC-PEA-001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Abundancia Relativa.

El análisis de la abundancia relativa en el punto PFC-PEA-001 se presenta en la siguiente tabla, las especies *Creagrutus kunturus* y *Astroblepus* cf. *prenadillus* presentan mayor abundacia relativa con una proporción de 0,33; *Pseudopoecilia festae* (0,17), *Chaetostoma microps* (0,08) y *Brycon atrocaudatus* (0,08), por el contrario, se ubican con menor abundancia relativa en la zona de levantamiento biótico.

Tabla 8-2-126. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-001

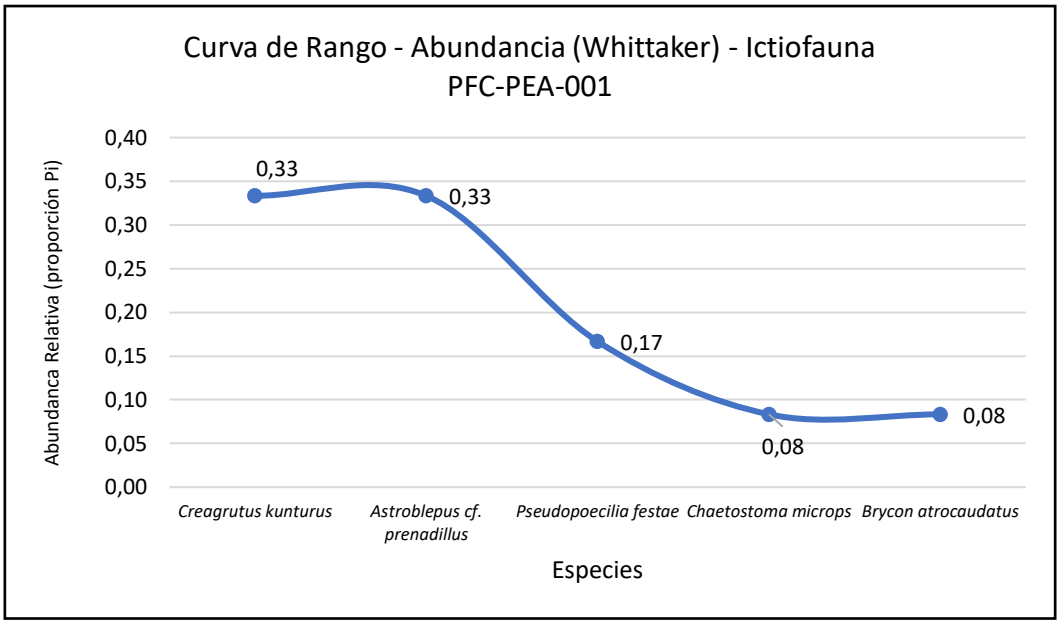
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia Relativa
CHARACIFORMES	Characidae	*Creagrutus kunturus*	Sardina	4	0,33
SILURIFORMES	Astroblepidae	*Astroblepus* cf. *prenadillus*	Bagre	4	0,33
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	*Pseudopoecilia festae*	Bagre	2	0,17
SILURIFORMES	Loricaridae	*Chaetostoma microps*	Raspabalsa	1	0,08
CHARACIFORMES	Characidae	*Brycon atrocaudatus*	Sardina	1	0,08
TOTAL				12	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Curva de dominancia – diversidad

La representación logarítmica de la abundancia relativa indica que las especies más abundantes, como *Creagrutus kunturus* y *Astroblepus* cf. *prenadillus*, dominan la comunidad, mientras que otras especies presentan abundancias significativamente menores.

Figura 8-2-117. Curva de dominancia – diversidad en PFC-PEA-001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Índices de Diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), evaluando mediante la función del logaritmo natural (ln) y expresado en unidades nats, reportó un valor de 1,612. Este resultado integra la riqueza de familias registradas y la distribución de las abundancias de los individuos entre dichas categorías taxonómicas.

Para el putno PFC-PEA-001, el índice de Simpson (1 - D) fue de 0,803, lo que indica que la comunidad de ictiofauna esta cercana a la equida. La dominancia de especies de peces de acuerdo a la abundancia realativa registradas en el área de levantamiento estuvo liderado por *Creagrutus kunturus* y *Astroblepus* cf. *Prenadillus* con un 33,33% cada una.

Tabla 8-2-127. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEEA-001

Punto	Riqueza S	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-PEA-001	5	1,612	0,803	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

PUNTO PFC-PEA-002 (Río Chira)

Composición

En el punto PFC-PEA-002, la comunidad de ictiofauna está conformada de 3 órdenes, 3 familias y 5 especies:

Tabla 8-2-128. Composición de la ictiofauna en PFC-PEA-001

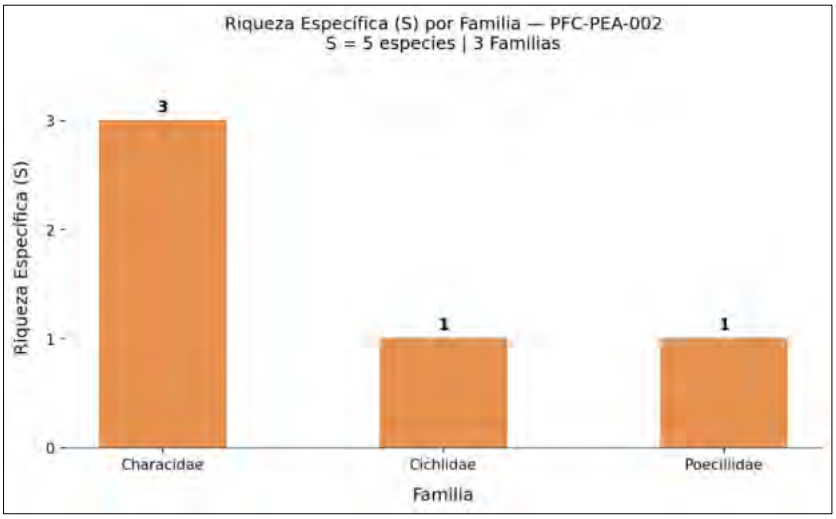
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni
CICHLIFORMES	Cichlidae	*Oreochromis aureus*	Tilapia	3
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	*Pseudopoecilia festae*	Bagre	3
CHARACIFORMES	Characidae	*Brycon atrocaudatus*	Sardina	1
		Hemibrycon sp.	Sardina	1
		Bryconamericus peruanus	Sardina	1
TOTAL				9

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Riqueza

En el punto PFC-PEA-002 la riqueza específica (S) es de 5 especies, agrupadas en 3 familias Characidae, Cichlidae y Pociliidae, los carácidos presenta la mayor riqueza específica con 3 taxas *Brycon atrocaudatus, Hemibrycon* sp. y *Bryconamericus peruanus*.

Figura 8-2-118. Riqueza de peces en PFC-PEA-002



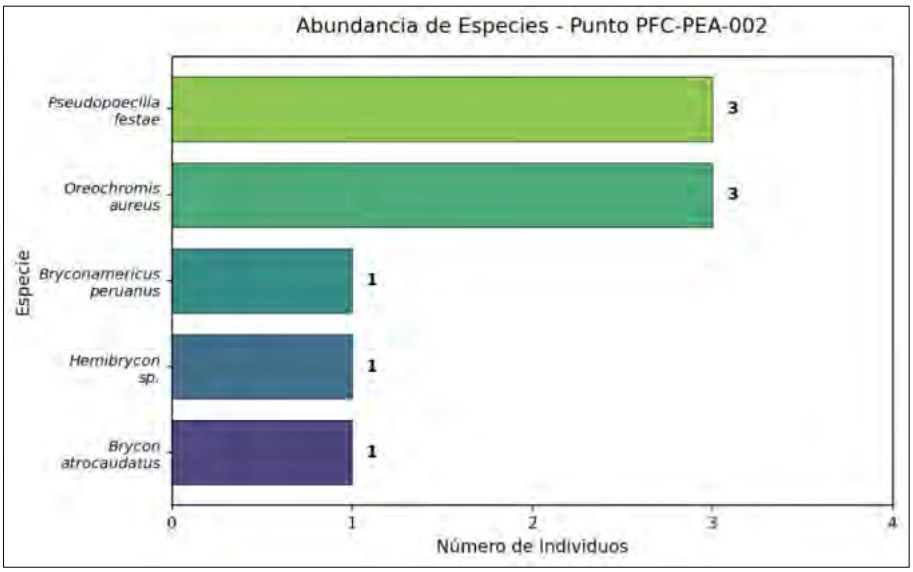
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Abundancia Absoluta

Los resultados del análisis de la abundancia absoluta reportan el registro de 9 individuos durante el levantamiento ictiológico en esta zona de estudio, las especies *Oreochromis aureus* y *Pseudopoecilia festae* presentaron la mayor representatividad numérica en esta estación, con un registro de 3 ejemplares cada una.

Por otro lado, las especies *Brycon atrocaudatus*, *Hemibrycon* sp. y *Bryconamericus peruanus* reportaron la menor frecuencia de captura en este punto, con la presencia de un solo individuo para cada taxón.

Figura 8-2-119. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEA-002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa de las especies de peces registrados en esta zona de levantamiento se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 8-2-129. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-002

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia Relativa
CICHLIFORMES	Cichlidae	*Oreochromis aureus*	Tilapia	3	0,33
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	*Pseudopoecilia festae*	Bagre	3	0,33
CHARACIFORMES	Characidae	*Brycon atrocaudatus*	Sardina	1	0,11
CHARACIFORMES	Characidae	*Hemibrycon* sp.	Sardina	1	0,11
CHARACIFORMES	Characidae	*Bryconamericus peruanus*	Sardina	1	0,11
TOTAL				9	1,00

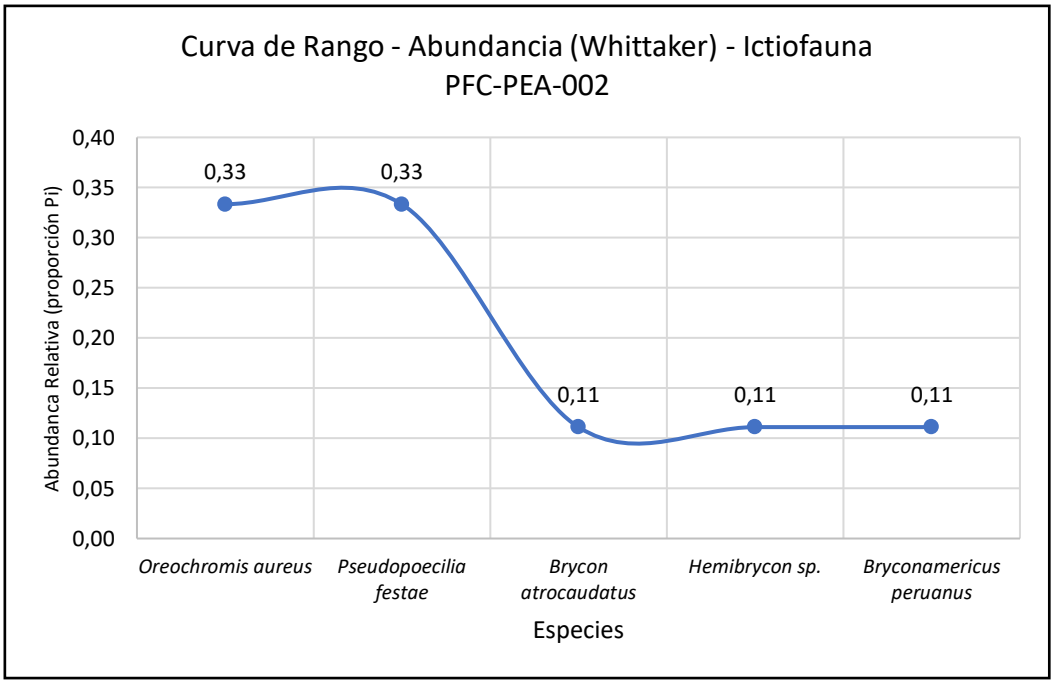
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Oreochromis aureus y *Pseudopoecilia festae* presentan la mayor abundancia relativa con una proporción de 0,33 cada una, seguidas por *Brycon atrocaudatus* (0,11), *Hemibrycon* sp. (0,11) y *Bryconamericus peruanus* (0,11).

Curva de Dominancia – Diversidad

La curva del punto PFC-PEA-002 presenta una meseta inicial (rango 1 y 2) que evidencia una codominancia perfecta entre las especies *Pseudopoecilia festae* y *Oreochromis aureus*, ambas con el mismo valor de abundancia relativa (0,33). A partir del rango 3, se observa una caída y posterior estabilización en los rangos finales, donde las especies *Hemibrycon* sp., *Brycon atrocaudatus* y *Bryconamericus peruanus* comparten la misma posición jerárquica con abundancias menores (0,11).

Figura 8-2-120. Curva de dominancia-diversidad de peces en PFC-PEA-002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Índices de Diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), evaluando mediante la función del logaritmo natural (ln) y expresado en unidades nats, reportó un valor de 1,687 nats/indiv. Este resultado integra la riqueza de familias registradas y la distribución de las abundancias de los individuos entre dichas categorías taxonómicas.

Para el putno PFC-PEA-002, el índice de Simpson (1 - D) fue de 0,833, lo que indica que la comunidad de ictiofauna esta cercana a la equida. La dominancia de especies de peces de acuerdo a la abundancia realativa registradas en el área de levantamiento estuvo liderado por *Oreochromis aureus* y *Pseudopoecilia festae* con un porcentaje de abuandancia relativa del 33.33% cada una,

mientras que *Brycon atrocaudatus, Hemibrycon* sp. y *Bryconamericus peruanus presentan una abundancia relativa del 11.11% respectivamente.*

Tabla 8-2-130. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEA-002

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-PEA-002	5	1,687	0,833	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

PUNTO PFC-PEA-003 (Río Chira)

Composición

En esta zona de estudio del punto PFC-PEA-003 se registraron 3 órdenes de 3 familias y 5 especies, los resultados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 8-2-131. Composición de la ictiofauna en PFC-PEA-003

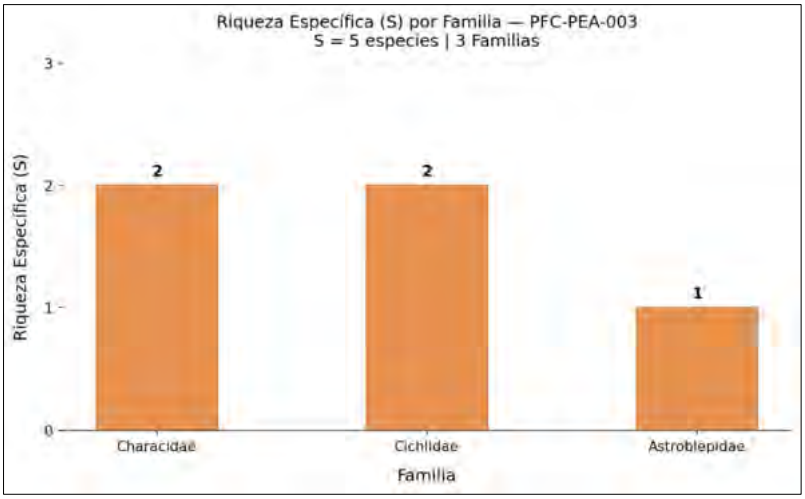
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni
CHARACIFORMES	Characidae	*Hemibrycon* sp.	Sardina	3
CICHLIFORMES	Cichlidae	*Oreochromis aureus*	Tilapia	2
CHARACIFORMES	Characidae	*Creagrutus kunturus*	Sardina	1
CICHLIFORMES	Cichlidae	*Andinoacara blombergi*	Vieja	1
SILURIFORMES	Astroblepidae	*Astroblepus* cf. *prenadillus*	Bagre	1
TOTAL				8

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Riqueza

La riqueza específica (S) en este sitio fue de 5 especies, agrupados en 3 familias. Las familias Characidae y Cichlidae presentan el mayor número de especies (2) mientras que Astroblepidae mantienen una sola especie (*Astroblepus* cf. *Prenadillus).*

Figura 8-2-121. Riqueza de peces en PFC-PEA-003



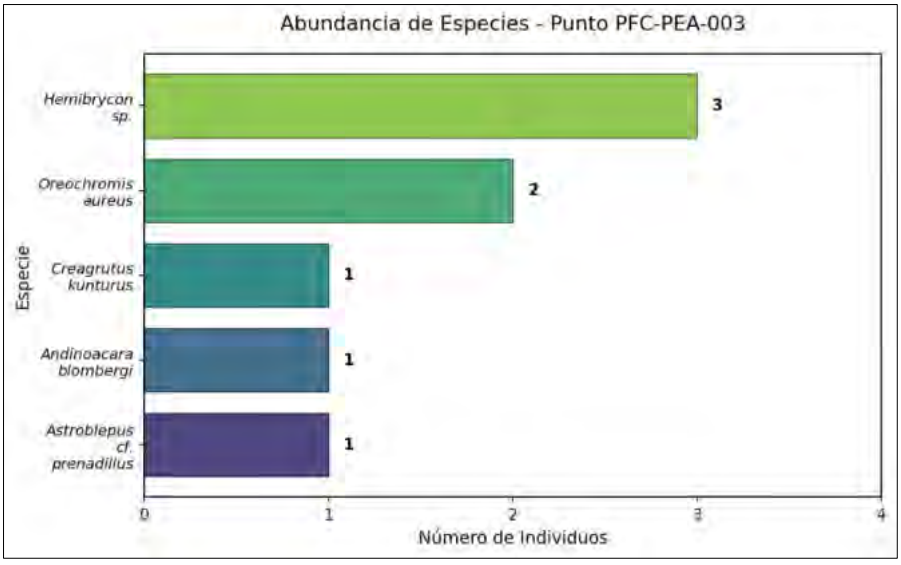
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta

En el punto PFC-PEA-003 el análisis de abundancia absoluta registra 8 individuos para este sitio de levantambientio de peces, la especie *Hemibrycon* sp. presenta mayor representatividad numérica en esta estación, con un registro de 3 ejemplares.

Por otro lado, la especie *Oreochromis aureus* reportó la segunda mayor frecuencia con 2 individuos capturados. Finalmente, las especies *Creagrutus kunturus*, *Andinoacara blombergi* y *Astroblepus* cf. *prenadillus* presentaron la menor representatividad en este punto, con un solo individuo para cada taxón.

Figura 8-2-122. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEA-003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

En el punto PFC-PEA-003 la especie con mayor abundancia relativa fue *Hemibrycon* sp. con una proporción de 0,38, la tilapia registró la segunda abundancia más alta con una pi de 0,25; mientras que Creagrutus *kunturus, Andinoacara blombergi* y *Astroblepus* cf. *Prenadillus* regitraron una proporción de 0,13 cada una de abuandancia relativa en este sitio de levantamiento biótico.

Tabla 8-2-132. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-003

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia relativa
CHARACIFORMES	Characidae	*Hemibrycon* sp.	Sardina	3	0,38
CICHLIFORMES	Cichlidae	*Oreochromis aureus*	Tilapia	2	0,25
CHARACIFORMES	Characidae	*Creagrutus kunturus*	Sardina	1	0,13
CICHLIFORMES	Cichlidae	*Andinoacara blombergi*	Vieja	1	0,13
SILURIFORMES	Astroblepidae	*Astroblepus* cf. *prenadillus*	Bagre	1	0,13
TOTAL				8	1,00

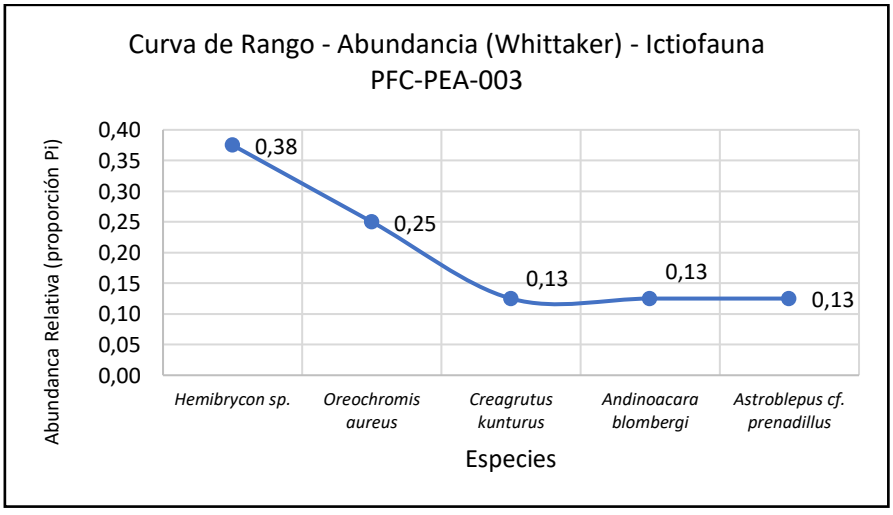
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Curva de Dominancia – Diversidad

En el punto PFC-PEA-003, la curva de dominancia-diversidad presenta una pendiente gradual que refleja una distribución de abundancias con baja dominancia marcada. La estructura de la comunidad está encabezada por la especie *Hemibrycon* sp., seguida de cerca por *Oreochromis aureus*, las cuales representan los rangos superiores de la curva.

La sección final de la curva se estabiliza en una meseta horizontal, lo que indica que una proporción importante de la comunidad comparte la misma representatividad numérica coincidente con los rangos (0,13).

Figura 8-2-123. Curva de dominancia – diversidad peces en PFC-PEA-003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Índices de Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H'), fue de 1,744 nats/individuo, lo que lo ubica como el punto de levantamiento de ictiofauna mas diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 0,8571, es decir una comunidad con alta equidad y baja dominancia de especies. *Hemibrycon* sp. presentó la mayor abundancia relativa (37.5%), *Oreochromis aureus* (25%) y Creagrutus *kunturus, Andinoacara blombergi* y *Astroblepus cf. Prenadillus* registraron una abundancia relativa que representea el 12,5 % cada una.

Tabla 8-2-133. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEA-003

Punto	Riqueza S	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-PEA-003	5	1,744	0,8571	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

PUNTO PFC-PEE-004 (Quebrada 1)

Composición

En el punto de levantamiento biótico PFC-PEE-004 (cuerpo de agua tipo quebrada), se registraron 2 órdenes, 2 familias y 2 especies.

Tabla 8-2-134. Composición de la ictiofauna en PFC-PEE-004

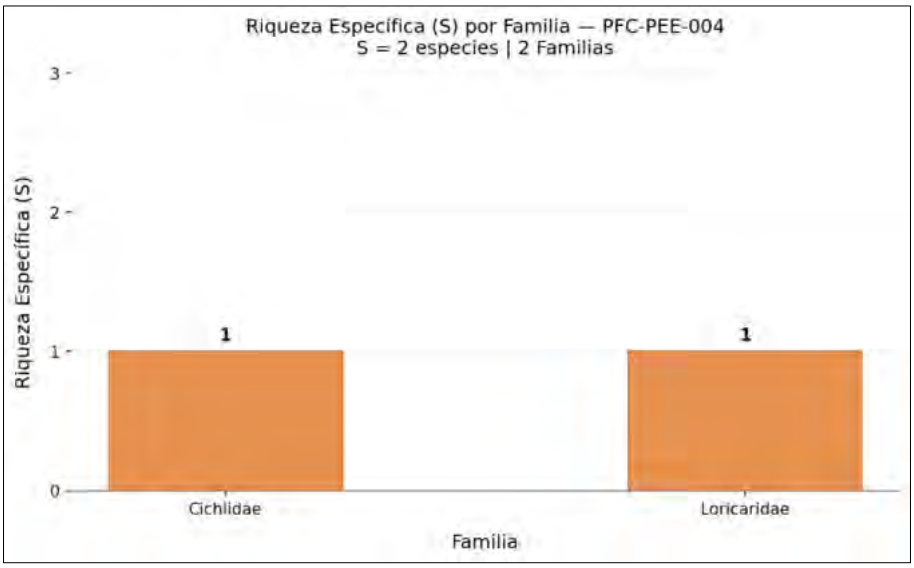
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni
CICHLIFORMES	Cichlidae	*Oreochromis aureus*	Tilapia	3
SILURIFORMES	Loricaridae	*Chaetostoma microps*	Raspabalsa	1
TOTAL				4

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Riqueza

La riqueza específica registrada para este sitio de levantamiento ictiológico fue de (S) =2 especies, *Oreochromis aureus* que pertenece a la familia Cichlidae y *Chaetostoma microps* de la familia de los loricáridos.

Figura 8-2-124. Riqueza de peces en PFC-PEE-004

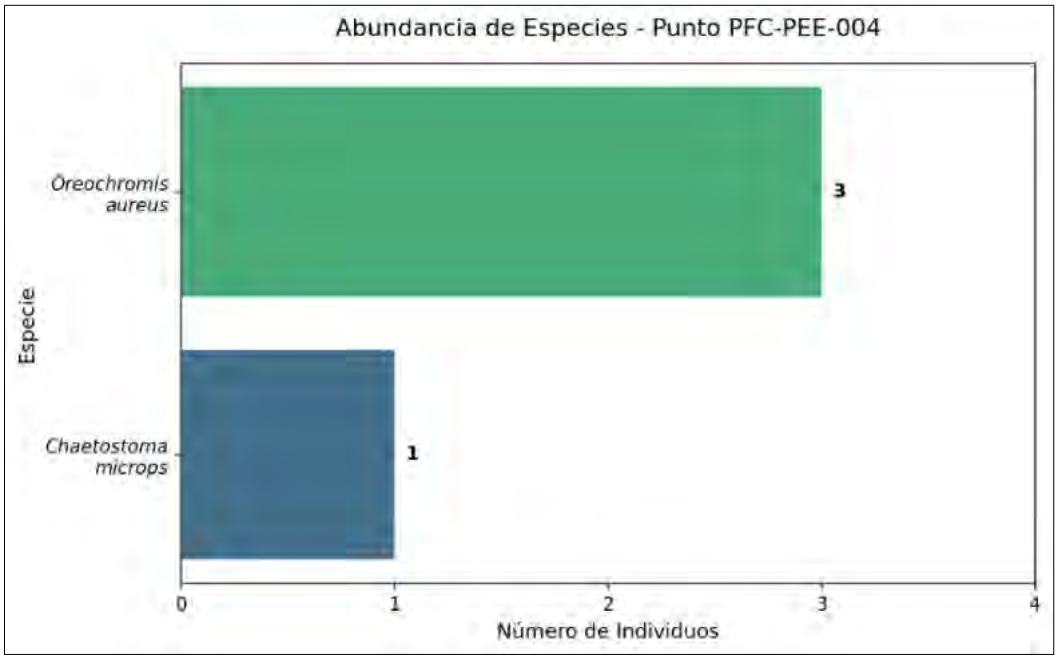


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta

En el punto PFC-PEE-004 se registró una abundancia total de 4 individuos distribuidos. Los resultados por taxón indican que la especie *Oreochromis aureus* presentó la mayor abundancia en esta estación, con un registro de 3 individuos, la especie *Chaetostoma microps* reportó la menor frecuencia de captura en este punto, con la presencia de un solo individuo.

Figura 8-2-125. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEE-004



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa de las especies identificadas en este sitio durante el levantamiento biótico denota a *Oreochromis aureus* con una proporción de 0,75, es decir mayor abundancia relativa y a *Chaetostoma microps* con un solo individuo registrado como la de menor abundancia relativa (0,25).

Tabla 8-2-135. Abundancia relativa de la ictiofauna en PFC-PEE-004

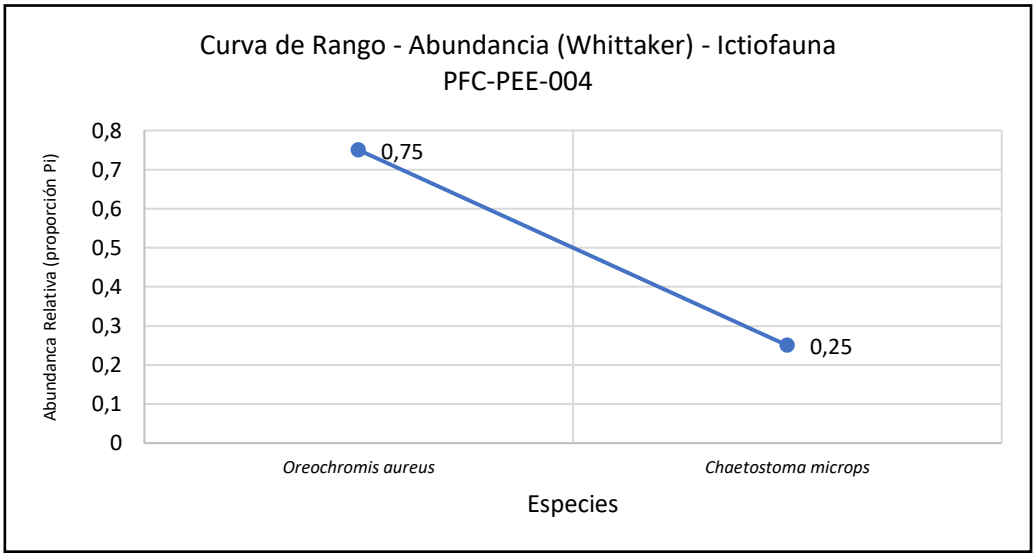
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia Relativa
CICHLIFORMES	Cichlidae	*Oreochromis aureus*	Tilapia	3	0,75
SILURIFORMES	Loricaridae	*Chaetostoma microps*	Raspabalsa	1	0,25
TOTAL				4	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Curva de Dominancia – Diversidad

La curva del punto PFC-PEE-004 presenta una pendiente muy pronunciada y una longitud reducida (solo 2 rangos). Se observa una dominancia marcada de *Oreochromis aureus* (rango 1) sobre *Chaetostoma microps* (rango 2). La diferencia significativa en el logaritmo de la abundancia relativa entre ambos taxones evidencia un ensamblaje con baja equidad.

Figura 8-2-126. Curva de dominancia – diversidad de peces en PFC-PEE-004



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Índices de Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H') para PFC-PEE-004, fue de 0,687 nats/individuo, lo que lo ubica como el punto de levantamiento de ictiofauna menos diverso. El índice de Dominación de

Simpson (1-D) fue de 0,5 es decir mayor dominancia de una sola especie en donde *Oreochromis aureus* muestra una abundancia relativa equivalente al 75% de la comunidad icitológica sobre *Chaetostoma microps* con un abundacia relativa del 25%.

Tabla 8-2-136. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEE-004

Punto	Riqueza S	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-PEE-004	2	0,687	0,5	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

PUNTO PFC-PEE-005 (Quebrada 2)

Composición

En el punto de levantamiento biótico PFC-PEE-005, correspondiente a un cuerpo de agua tipo quebrada, se registró una comunidad íctica distribuida en 1 orden, 1 familia y 2 especies.

Tabla 8-2-137. Composición de la ictiofauna en PFC-PEE-005

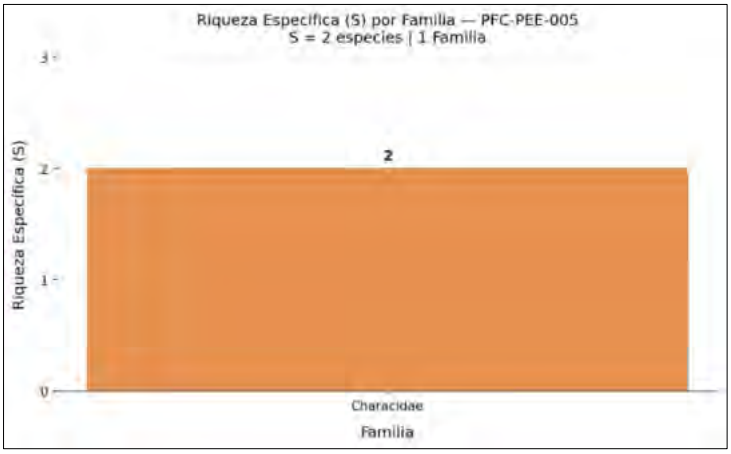
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni
CHARACIFORMES	Characidae	*Creagrutus kunturus*	Sardina	1
		Bryconamericus peruanus	Sardina	1
TOTAL				2

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Riqueza

La riqueza registrada para esta zona de levantamiento fue de (S) =2, *Creagrutus kunturus* y *Bryconamericus peruanus* fueron identificadas, ambas especies pertenecen a la familia de los Carácidos.

Figura 8-2-127. Riqueza de Peces en PFC-PEE-005

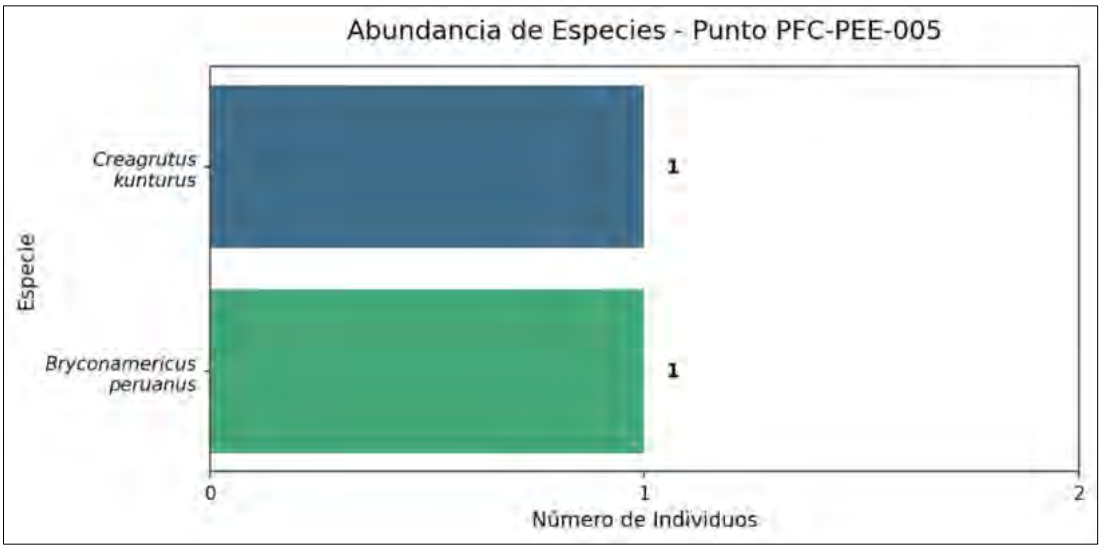


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta

En el punto PFC-PEE-005 *Creagrutus kunturus* y *Bryconamericus peruanus* presentaron la misma representatividad numérica en esta estación, con un registro de un solo ejemplar para cada una.

Figura 8-2-128. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEE-005



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa calculada para este sitio se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 8-2-138. Abundancia relativa de peces en PFC-PEE-005

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia Relativa
CHARACIFORMES	Characidae	Creagrutus kunturus	Sardina	1	0,50
CHARACIFORMES	Characidae	Bryconamericus peruanus	Sardina	1	0,50
TOTAL				2	1,00

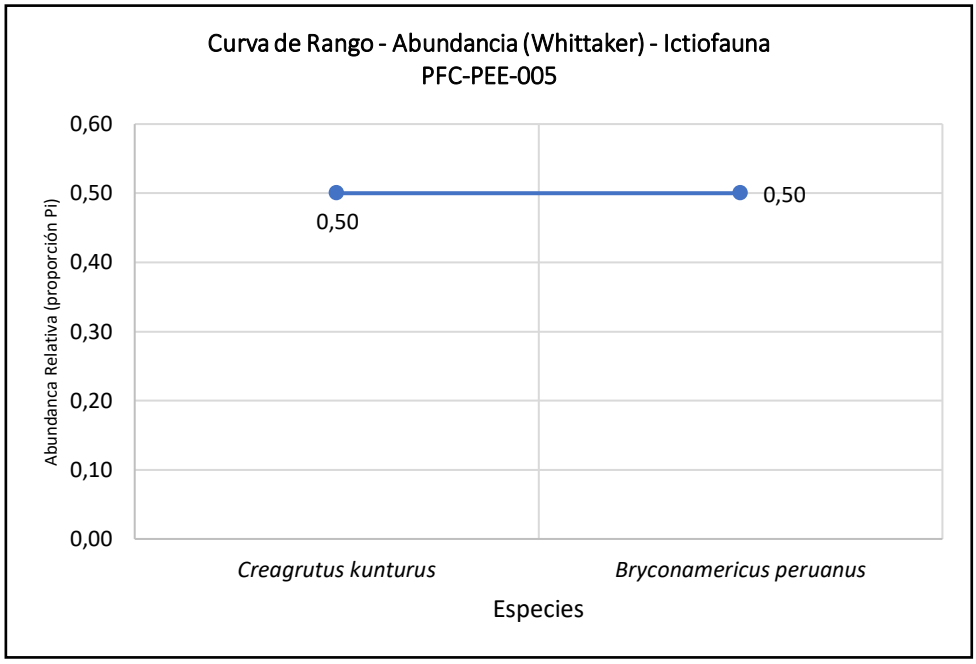
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Creagrutus kunturus y *Bryconamericus peruanus* presentan la misma proporción de abundancia relativa (0,5), con un ejemplar capturados en esta zona de levantamiento biótico

Curva de Dominancia Diversidad

En el punto PFC-PEE-005, la curva de dominancia-diversidad (Whittaker) muestra una distribución equitativa de abundancia entre las dos especies registradas, reflejada en valores iguales de abundancia relativa logarítmica (0,5) para ambos taxones, indicando ausencia de dominancia marcada y una equidad perfecta en la representación numérica de las especies presentes.

Figura 8-2-129. Curva de dominancia – diversidad de peces en PFC-PEE-005



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Índices de Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H') para PFC-PEE-005, fue de 0,9431 nats/individuo, lo que lo ubica como el segundo punto de levantamiento de ictiofauna menos diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 1 es decir existe equidad en la población registrada en este sitio de levantamiento de peces, donde *Creagrutus kunturus* y *Bryconamericus Oreochromis* muestran abundancias relativas de 50% cada una.

Tabla 8-2-139. Diversidad de peces en PFC-PEE-005

Punto	Riqueza S (nats)	Shannon H	Simpson Dominancia D	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-PEE-005	2	0,9431	1	0,5	Natural (ln)	nats/ind

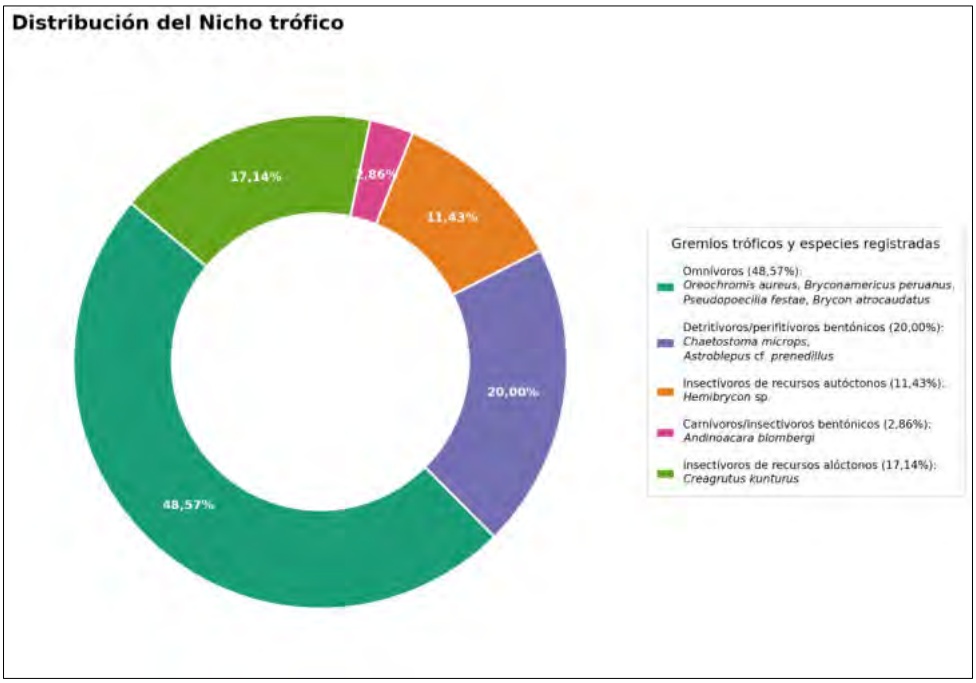
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Aspectos Ecológicos

- *Nicho trófico.*

El análisis del nicho trófico permite entender el flujo de energía en el ecosistema, en el presente estudio se asignaron los gremios tróficos de las especies basados en publicaciones específicas o a través de la información de taxones afines al repecto se debe aclarar que la dieta puede cambiar según la oferta de alimento, la época, la talla de los individuos y las condiciones locales. Los reultados de distribución del nicho trófico se esquematizan en la siguiente figura:

Figura 8-2-130. Nicho trófico de ictiofauna



Nota. En el caso de *Hemibrycon* sp. y *Astroblepus cf. prenadillus*, la identificación no llega con certeza a especie; por ello, la asignación debe considerarse referencial Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Omnívoros (44,57%): Este grupo se caracteriza por aprovechar recursos de distintos niveles tróficos, tales como material vegetal, perifiton, detrito e invertebrados, lo que favorece una mayor flexibilidad frente a cambios en la disponibilidad de alimentos, por lo que son considerados el grupo con mayor plasticidad (Jiménez-Prado et al., 2015; Roldán & Ramírez, 2008, GISD, 2026), representado por *Oreochromis aureus*, *Bryconamericus peruanus* y *Pseudopoecilia festae, Brycon atrocaudatus.*

Detritívoros/perifitívoros bentónicos (20 %): Claves en el reciclaje de nutrientes del fondo (Granado, 2002; Mojica et al., 2012, Schaefer et al., 2011))., representados por *Chaetostoma microps* y *Astroblepus* cf. *prenadillus*.

Insectívoros de recursos Autóctonos (11,43%): Este gremio agrupa peces cuya alimentación se basa principalmente en macroinvertebrados de origen acuático, como larvas de insectos, organismos asociados al perifitón y fauna bentónica (Galvis et al., 2006, Román-Valencia et al. 2008), conformado por *Hemibrycon* sp.

Insectívoros de recursos Autóctonos (11,43%): Los insectívoros de recursos alóctonos representaron el 11,11% de la riqueza y estuvieron representados por *Creagrutus kunturus*. Esta categoría comprende peces que aprovechan insectos terrestres y otros materiales procedentes de la vegetación ribereña que ingresan al cauce, por caída directa, escorrentía o arrastre, se aclara que esta categoría fue asignada de manera referencial al gremio de insectívoros de recursos alóctonos, considerando la disponibilidad potencial de insectos terrestres aportados por la

vegetación ribereña. Esta clasificación deberá interpretarse como una aproximación funcional y no como una confirmación de la dieta local de la especie.

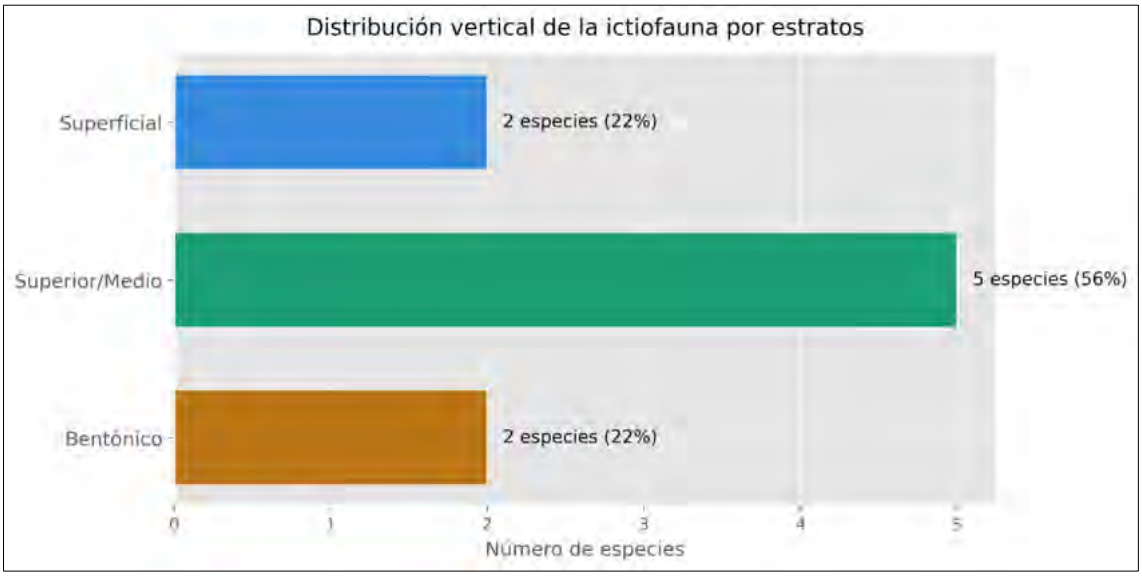
Carnívoros / Insectívoros bentónicos (2,86%): El gremio de carnívoros/insectívoros bentónicos representó el 11,11% de las especies registradas y estuvo constituida por *Andinoacara blombergi*. Esta especie puede aprovechar invertebrados acuáticos y otros organismos animales disponibles en el fondo o en la columna de agua; por tanto, desempeña un papel de consumidor secundario dentro de la comunidad.

La predominancia de especies omnívoras e insectívoras sugiere un sistema con alta dependencia de la oferta de macroinvertebrados y materia orgánica alóctona (Jiménez-Prado et al., 2015; Galvis et al., 2006).

- *Distribución vertical.*

De acuerdo con la metodología de Granado (2002), la comunidad íctica se distribuye en la columna de agua según sus adaptaciones morfológicas y hábitos de vida. La siguiente figura esquematiza la segregación espacial de las especies registradas:

Figura 8-2-131. Distribución vertical de peces



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Estrato Superficial (22%): Ocupado por especies con boca súpera o terminal orientada hacia arriba, adaptadas para la captura de insectos en la interfase agua-aire. Representado por *Pseudopoecilia festae* y estadios juveniles de *Bryconamericus peruanus*.

Estrato Superior/Medio (56%): Es el nivel con mayor riqueza, dominado por peces hidrodinámicos de nado activo. Incluye a *Brycon atrocaudatus*, *Creagrutus kunturus*, *Hemibrycon* sp., *Andinoacara blombergi* y la especie introducida *Oreochromis aureus*. La predominancia de este estrato sugiere un aprovechamiento intensivo de la oferta alimenticia en la columna de agua.

Estrato Bentónico (22%): Conformado por especies de fondo con coloraciones crípticas y bocas en posición ventral o discos succionadores. Los representantes exclusivos son *Chaetostoma*

microps y *Astroblepus* cf. *prenadillus,* cuya presencia está ligada a la estabilidad del sustrato rocoso y la disponibilidad de perifiton (Jácome-Negrete et al., 2023, Ortega et al., 2014).

- *Sensibilidad.*

La sensibilidad ecológica de la ictiofauna registrada se interpretó como una valoración indicativa de la respuesta potencial de las especies frente a alteraciones del hábitat , considerando atributos ecológicos generales reportados en la literatura, tales como afinidad por determinados tipos de sustrato, asociación con la velocidad de corriente, requerimientos generales de hábitat, amplitud ecológica aparente y condición de especie nativa o introducida (Aguirre et al., 2021 ; Barriga, 2012 ; Froese & Pauly, 2025). Esta aproximación no corresponde a una clasificación formal de amenaza o conservación, sino a una interpretación ecológica de apoyo para el análisis del ensamblaje íctico registrado en el área de estudio.

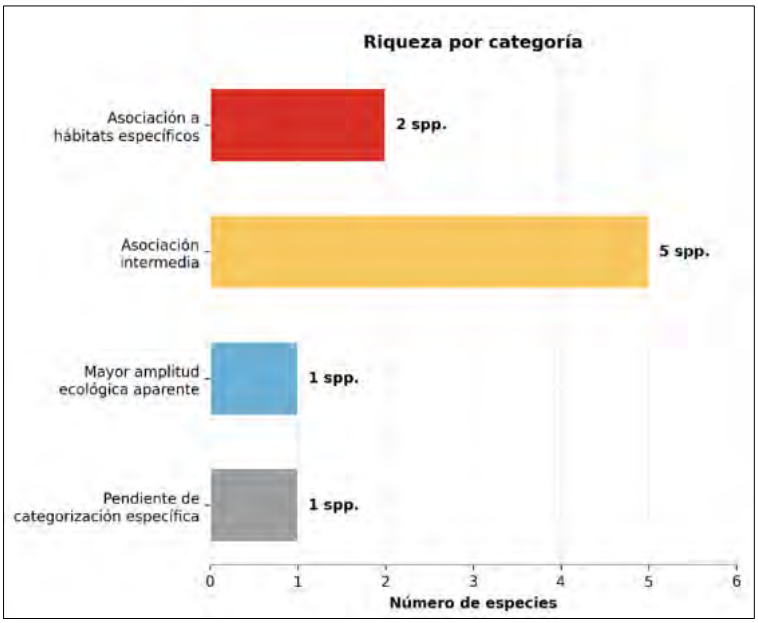
En la categoría de **asociación a hábitats específicos** se incluyen *Chaetostoma microps* y *Astroblepus* cf. *prenedillus*, correspondiente a taxones bentónicos asociados a cauces lóticos y al uso de sustratos de fondo. Estos grupos presentan rasgos morfológicos compatibles con la ocupación del fondo y la permanencia sobre el sustrato, por lo que su presencia puede relacionarse con ambientes de corriente y microhábitats relativamente específicos. En el caso de *Astroblepus* cf. *prenedillus*, la determinación taxonómica es preliminar; por ello, la interpretación se realizó con base en la información ecológica disponible para el género *Astroblepus* y deberá actualizarse si se confirma la identidad taxonómica.

La categoría de **asociación intermedia** agrupa especies nativas cuya ocurrencia se relaciona con la conservación general del cauce y la conectividad fluvial, aunque con una mayor amplitud ecológica aparente que los taxones estrictamente bentónicos o más estrechamente asociados a microhábitats específicos. En este grupo se incluyen *Brycon atrocaudatus*, *Bryconamericus peruanus*, *Hemibrycon* sp., *Creagrutus kunturus* y *Pseudopoecilia festae*, considerando que la bibliografía consultada permite reconocerlas como especies nativas de ambientes continentales, aunque no asignarlas de manera uniforme a una categoría formal de sensibilidad específica. Su respuesta frente a perturbaciones puede estar relacionada con cambios en la estructura del cauce, disponibilidad de refugio, cobertura ribereña, conectividad longitudinal y oferta de recursos tróficos (Barriga, 2012 ; Froese & Pauly, 2025).

En la categoría de **mayor amplitud ecológica aparente** se ubicó *Oreochromis aureus*, especie introducida cuya presencia debe analizarse como un elemento de presión potencial sobre la ictiofauna nativa, debido a su capacidad de establecimiento en ambientes alterados y sus posibles interacciones ecológicas con las especies locales (Aguirre et al., 2021 ; Froese & Pauly, 2025).

En este sentido, la sensibilidad ecológica propuesta debe entenderse como una herramienta interpretativa para el análisis ecológico del conjunto de especies registradas, y no como una categorización taxonómica rígida ni como una equivalencia directa con el estado de conservación. Su lectura debe integrarse con la información de calidad del agua, características del hábitat físico, cobertura ribereña y presencia de factores de alteración antrópica en el área de estudio.

Figura 8-2-132. Sensibilidad: Repuesta ecológico potencial de la ictiofauna



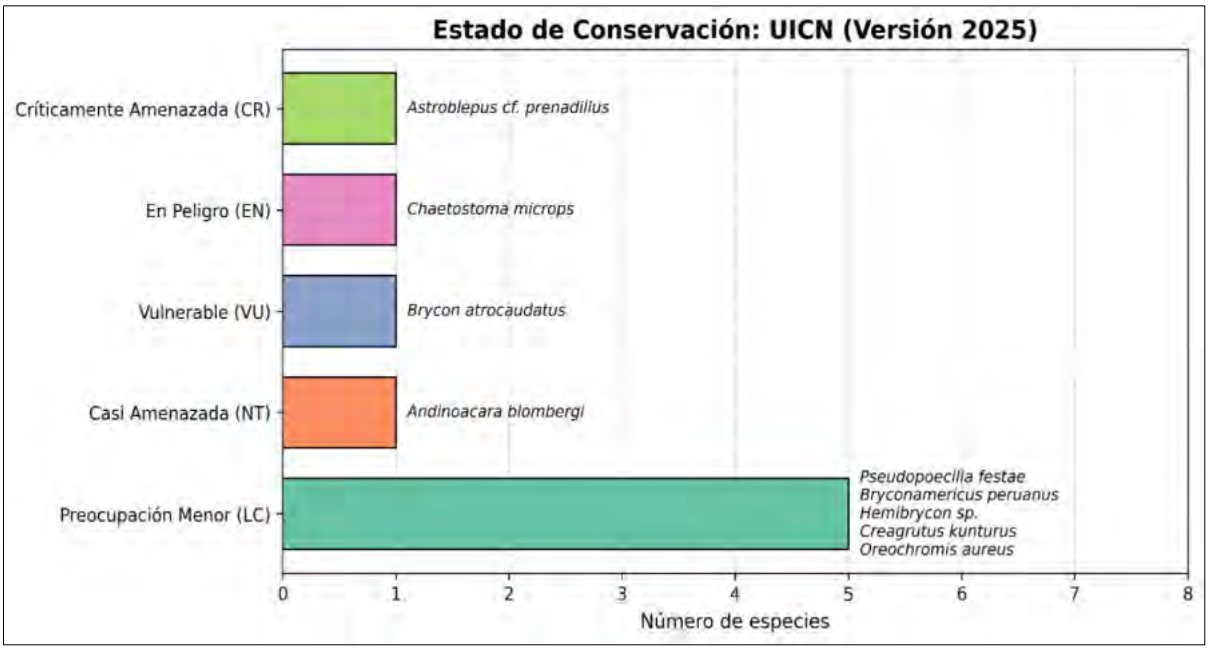
Nota. Andinoaca blombergi se presenta como pendiente de categorización específica por insuficiencias de información aplicable a la clasificación propuesta Fuente: Información de levantamiento de campo, 2025-2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- *Estado de conservación.*

La evaluación del estado de conservación de las especies registradas, se contrastó con la Lista Roja Global de la UICN (versión 2025) y los Apéndices de CITES (2025).

Análisis según la Lista Roja Global (UICN, versión 2025)

Figura 8-2-133. Estado de Conservación de Peces UICN

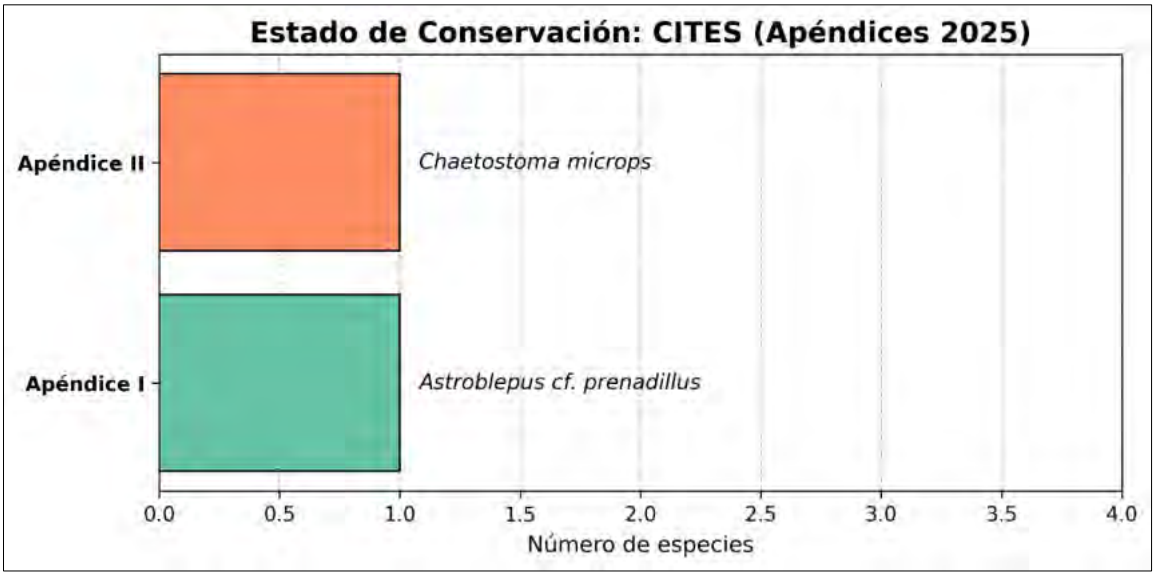


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Bajo los criterios globales de la UICN actualizados a 2025, se observa una mayor segregación en los niveles de amenaza. Mientras que 5 especies se mantienen en **Preocupación Menor (LC)**, se destaca la presencia de *Andinoacara blombergi* como **Casi Amenazada (NT)**. Las categorías de mayor riesgo global coinciden con los especialistas bentónicos: *Brycon atrocaudatus* (**VU**), *Chaetostoma microps* (**EN**) y *Astroblepus cf. prenadillus* (**CR - Críticamente Amenazada**). Esta discrepancia con la lista nacional subraya la importancia de estas poblaciones locales como reservorios genéticos de especies que enfrentan declives severos a nivel regional.

Análisis de Restricciones de Comercio (CITES, 2025)

Figura 8-2-134. Estado de Conservación de peces CITES



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

En concordancia con la actualización de los Apéndices CITES, se verificó que dos especies registradas poseen restricciones para el movimiento transfronterizo. *Astroblepus cf. prenadillus* se encuentra listada en el **Apéndice I**, lo que implica una prohibición estricta de comercio debido a su crítico estado de conservación. Por su parte, *Chaetostoma microps* se incluye en el **Apéndice II**, requiriendo controles y permisos específicos para su exportación. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar medidas de control de pesca y tráfico de especies en el área de influencia del proyecto.

- *Uso del recurso.*

El análisis del uso del recurso, fundamentado en el conocimiento ecológico local (Begossi et al., 2008), revela que la ictiofauna registrada tiene diferentes usos:

Consumo Familiar: Es el uso predominante, centrado en especies de talla media y alta palatabilidad como *Brycon atrocaudatus* ("Sardina") y *Andinoacara blombergi* ("Vieja"). Los pobladores locales identifican estas especies como recursos estacionales vinculados a los ciclos de crecida del río.

Comercialización Local: Especies como *Oreochromis aureus* ("Tilapia") y ejemplares de mayor tamaño de *Bryconamericus peruanus* son destinados a mercados locales.

Uso Recreativo/Deportivo: Se identificó una presión de pesca menor vinculada a la captura de carácidos mediante anzuelo, actividad realizada principalmente por jóvenes de la zona.

- *Sociabilidad de la ictiofauna*

Durante el levantamiento biótico de peces realizado en el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, se registraron nueve taxones de ictiofauna. La evaluación de sociabilidad se desarrolló mediante la revisión de antecedentes ecológicos y conductuales disponibles para cada taxón, complementada con la información obtenida durante los eventos de muestreo.

La revisión indicó que la información disponible para las especies registradas se concentra principalmente en distribución geográfica, hábitat, taxonomía, alimentación, estado de conservación y uso antrópico. En contraste, no se identificó información conductual específica, homogénea y verificable que permita clasificar de manera concluyente a todos los taxones registrados como gregarios, solitarios o territoriales.

En consecuencia, para evitar la asignación de categorías conductuales por inferencia, la sociabilidad fue reportada como información específica no disponible para los taxones cuya bibliografía revisada no describe expresamente patrones de agrupamiento, formación de cardúmenes, territorialidad o comportamiento individual. Esta decisión es consistente con el criterio de que la presencia de varios individuos en un evento de captura no constituye, por sí sola, evidencia suficiente de sociabilidad, debido a que la captura puede estar influenciada por el arte de pesca, las condiciones hidrológicas, la disponibilidad de refugios, la época reproductiva y la heterogeneidad del hábitat.

Asimismo, para *Hemibrycon* sp. y *Astroblepus* cf. *prenedillus*, no fue posible asignar un patrón conductual a nivel específico, dado que sus registros presentan una identificación taxonómica a nivel de género o una determinación comparativa. Por tanto, cualquier atribución sobre sociabilidad deberá ser confirmada una vez que se disponga de una identificación taxonómica definitiva y de referencias específicas aplicables.

En el caso de *Brycon atrocaudatus* la información disponible confirma su presencia en ambientes dulcesacuícolas y bentopelágicos; Sin embargo, no se encontró una descripción explícita de sociabilidad que sustente su clasificación como especie gregaria, solitaria o territorial. Por esta razón, se mantuvo la categoría de información específica no disponible.

- *Discusión.*

El área de implantación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se encuentra vinculada a una red de drenaje local conformada por el río Chira, como cuerpo de agua principal de régimen permanente, y por quebradas y drenajes secundarios cuyo funcionamiento superficial se encuentra condicionado por la estacionalidad climática característica del cantón Zapotillo. Esta red constituye un sistema hidrológicamente conectado, en el cual los cuerpos tributarios menores cumplen funciones de conducción temporal de escorrentía, transporte de sedimentos y materia orgánica, y aporte hídrico hacia los sistemas receptores de mayor orden durante los períodos de presión y flujo activo.

Los puntos PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005 corresponden a cuerpos de agua lóticos de menor orden, evaluados durante el período lluvioso, cuando se presentó flujo superficial, sustrato húmedo y condiciones adecuadas para el registro de ictiofauna. Aunque estos sistemas presentan una dinámica hidrológica estacional y una riqueza específica reducida en comparación con el río Chira, su función ecológica no debe interpretarse únicamente a partir del número de especies registradas. Durante su período de activación, las quebradas aportan heterogeneidad ambiental a la red hídrica local mediante la presencia de microhábitats asociados a variaciones de sustrato, velocidad de corriente, profundidad, hojarasca y vegetación ribereña.

La composición de ictiofauna registrada en las quebradas confirma su relevancia como componentes funcionales de la red acuática local. En PFC-PEE-004 se registraron *Oreochromis aureus y Chaetostoma microps*, mientras que en PFC-PEE-005 se *registraron Creagrutus kunturus y Bryconamericus peruanus*. La ausencia de especies compartidas entre ambos puntos, reflejada en un índice de similitud de Jaccard de 0,00, evidencia diferencias composicionales entre estos sistemas de menor orden. Este resultado indica que las quebradas aportan recambio espacial de especies y, por tanto, contribuyen a la diversidad beta del área de estudio, aun cuando la riqueza registrada en cada punto fue de dos especies.

En contraste, el río Chira presentó una mayor riqueza específica por estación, con cinco especies registradas en cada uno de los puntos PFC-PEA-001, PFC-PEA-002 y PFC-PEA-003. Esta condición es coherente con su carácter de cauce permanente, mayor ancho, profundidad y disponibilidad de hábitats acuáticos. El río constituye el eje principal de conectividad hídrica en el área evaluada y mantiene condiciones para la ocurrencia de especies asociadas a la columna de agua, márgenes, remansos y sustratos de fondo. En particular, la presencia de *Chaetostoma microps y Astroblepus* cf. *prenadillus* evidencia la existencia de microhábitats bentónicos que requieren conservación, dado que estos taxones se asocian con sustratos de fondo y ambientes lóticos.

Desde la perspectiva hidrológica, las quebradas estacionales deben ser consideradas como elementos funcionales y no como causas aisladas o prescindibles durante los períodos sin flujo superficial. La modificación de su sección hidráulica, el taponamiento de drenajes, la concentración de escorrentía, la erosión de taludes, el incremento de sedimentos finos o la pérdida de vegetación ribereña pueden alterar la dinámica natural de transporte y conectividad hacia el río Chira. Estas alteraciones podrían afectar la calidad física del agua, la disponibilidad de refugios y la estabilidad de los sustratos utilizados por la ictiofauna, particularmente por los taxones bentónicos registrados.

El levantamiento de línea base para el componente ictiofauna en el área de implantación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba identificó una comunidad compuesta por 35 individuos, distribuida en 9 especies, 5 familias y 4 órdenes. La representatividad técnica del inventario se sustenta en el valor obtenido mediante el estimador no paramétrico Chao 1 (9 spp), el cual arroja una eficiencia de muestreo superior al 98%. La convergencia de la curva de acumulación observada hacia la asíntota del estimador confirma que el esfuerzo de muestreo realizado en las dos campañas (seca y lluviosa) fue suficiente para capturar la diversidad taxonómica residente bajo las condiciones hidrológicas de la zona de Zapotillo, minimizando el sesgo de omisión de taxones.

Desde el punto de vista de la estructura comunitaria, el análisis mediante los índices de Shannon-Wiener (H' = 2.15 nats/ind) y Simpson (1-D = 0.88) describen un ensamblaje con una equidad

elevada y una distribución equilibrada de abundancias a nivel de área total. Siguiendo las recomendaciones de Magurran (1988), estos valores se interpretan exclusivamente como descriptores matemáticos de la complejidad biótica y no como categorías cualitativas de calidad ambiental. No obstante, la curva de Dominancia-Diversidad (Whittaker) evidencia que, si bien el sistema sostiene una riqueza moderada, existe una influencia marcada de especies con alta plasticidad ecológica como *Oreochromis aureus* (22,86%) y *Creagrutus kunturus* (17,14%). La presencia dominante de *O. aureus*, especie introducida, actúa como un indicador de la presión biótica preexistente sobre la fauna nativa, característica de sistemas hídricos con intervención antrópica o conectividad con áreas de cultivo acuícola.

El análisis de similitud de Jaccard y el dendrograma de agrupamiento jerárquico revelan una marcada heterogeneidad espacial, con una clara segregación entre el eje lótico principal (Río Chira) y los sistemas de quebrada (PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005). La baja similitud registrada (máximo 25% entre estaciones del río y 0% en quebradas) sugiere que el sistema se comporta como un mosaico de microhábitats especializados. Las quebradas, a pesar de su menor riqueza (S=2), funcionan como refugios ecológicos y zonas de cría temporales para taxones como *Bryconamericus peruanus*. En contraste, el Río Chira mantiene una estructura más compleja (S=5) soportada por una mayor disponibilidad de volumen hídrico y diversidad de sustratos.

Un hallazgo crítico para la gestión ambiental del proyecto es la representatividad de los gremios bentónicos (22%), encabezados por *Chaetostoma microps* y *Astroblepus cf. prenadillo*. Estos especialistas de fondo poseen una Sensibilidad Ecológica Alta, debido a sus requerimientos estrictos de sustrato rocoso, altos niveles de oxígeno disuelto y baja tolerancia a la turbidez. Su presencia es el indicador más robusto de la integridad funcional de los tramos evaluados. Asimismo, la importancia de conservación se ve reforzada por el estatus de amenaza de estas especies según la UICN (2025), donde se registran taxones en categorías de "En Peligro" (EN) y "Críticamente Amenazada" (CR), además de su inclusión en los Apéndices I y II de CITES. Estos resultados elevan la prioridad de protección de los cuerpos de agua, situando a estas especies como "objetos de conservación" clave dentro del Plan de Manejo Ambiental.

Finalmente, el análisis funcional revela que el 66% de la comunidad depende de recursos alóctonos e insectos acuáticos (omnívoros e insectívoros), lo que vincula directamente la estabilidad de la ictiofauna con la preservación de la vegetación riparia y la calidad del hábitat físico. En conclusión, la ictiofauna del proyecto se caracteriza por ser un conjunto resiliente pero vulnerable a alteraciones físico-químicas del agua y del sedimento. La línea base establecida proporciona un marco técnico sólido para el monitoreo de la biodiversidad acuática, permitiendo detectar de manera temprana cualquier desviación en la estructura comunitaria o en el estado de las poblaciones de especies sensibles y amenazadas durante la ejecución del proyecto.

- *Conclusiones.*

El área de estudio, a pesar de presentar signos claros de intervención antrópica, mantiene una comunidad íctica funcional con presencia de especies clave. No obstante, las actividades antrópicas locales han generado una homogenización de los hábitats acuáticos, lo que favorece la dominancia de especies generalistas y de alta plasticidad ecológica, como la tilapia (*Oreochromis aureus*), en detrimento de taxones más especializados.

La riqueza de peces registrada en este estudio representa aproximadamente el 0,95% de la ictiofauna dulceacuícola del Ecuador. La estructura del ensamble, caracterizada por una dominancia de especies de la columna de agua (sardinas y viejas), infiere un sistema con una oferta de recursos tróficos basada en la producción primaria y materia orgánica alóctona, pero con una pérdida progresiva de nichos bentónicos. Esta condición se traduce en un ecosistema bajo presión, donde la reducción de la cobertura vegetal en las márgenes del río altera los ciclos de nutrientes y la disponibilidad de refugios naturales para las etapas juveniles.

Es imperativo resaltar la presencia de especialistas de corriente como *Astroblepus* cf. *prenadillus* y *Chaetostoma microps*, cuya supervivencia en el área está directamente ligada a la estabilidad de los sustratos rocosos y niveles críticos de oxigenación. El hallazgo de estas especies, categorizadas bajo amenaza (CR y EN), eleva la importancia ecológica de los cuerpos de agua lóticos del proyecto, ya que actúan como indicadores de la calidad del agua y como reservorios de biodiversidad en un entorno regional altamente transformado. Aun así, debe considerarse que, en zonas cercanas a asentamientos humanos, la escorrentía de desechos y el libre tránsito de ganado caprino pueden alterar la fisicoquímica del agua, limitando la colonización de especies aún más sensibles.

Finalmente, los resultados permiten concluir que, si bien el sistema presenta signos de alteración, aún conserva elementos bióticos de alto valor de conservación que cumplen funciones vitales en la cadena trófica. De esta manera, se cumple con el objetivo de caracterizar el componente biótico acuático, proporcionando la línea base necesaria para establecer medidas de mitigación que aseguren la conectividad ecológica y la preservación de los hábitats críticos identificados en el área de implantación del proyecto.

- *Recomendaciones.*
- Protección de especies de interés ecológico y asociadas a hábitats específicos.

Considerando el registro de *Astroblepus* cf. *prenadillus* y *Chaetostoma microps*, taxones asociados a microhábitats bentónicos y sustratos de fondo, se deberán aplicar las siguientes medidas de prevención y manejo:

- Delimitar y señalizar los cuerpos de agua, sus riberas inmediatas y los sectores identificados con presencia de hábitats acuáticos, impidiendo el ingreso no autorizado de maquinaria, vehículos, materiales, combustibles y personal.
- Establecer una franja de exclusión o protección alrededor de los cauces y quebradas, cuya delimitación definitiva deberá considerar el diseño del proyecto, las condiciones del terreno y la normativa ambiental aplicable. En estas zonas no se permitirá el acopio de materiales, disposición de residuos, lavado de maquinaria ni almacenamiento de sustancias peligrosas.
- Prohibir intervenciones directas sobre el lecho, remoción de rocas, modificación de pozas, rellenos, desvíos temporales o permanentes del flujo, salvo que cuenten con la respectiva autorización ambiental y medidas específicas de manejo.
- Evitar actividades de construcción en los cauces durante períodos de flujo activo, particularmente en las quebradas estacionales, a fin de reducir la alteración de refugios, sustratos bentónicos y zonas de desplazamiento de la ictiofauna.

- En caso de requerirse una intervención puntual e indispensable próxima a un cuerpo de agua, ejecute previamente una inspección de fauna por personal técnico competente. De detectarse ejemplares en riesgo de atrapamiento o aislamiento, se aplica un protocolo de rescate, manejo temporal y liberación inmediata en un sector ecológicamente equivalente, fuera del área de intervención y aguas arriba o aguas abajo según las condiciones de seguridad y conectividad del cauce.
- Mantener la continuidad hidráulica y ecológica de los cuerpos de agua, evitando estructuras que generen barreras para el desplazamiento de peces o que reduzcan la conectividad entre el cauce principal, quebradas y microhábitats asociados.
- Conservar la vegetación ribereña existente y, en los sectores que presentan alteraciones, implementar acciones de revegetación con especies nativas. Esta medida contribuye a estabilizar las riberas, reducir la erosión, mantener la sombra sobre el cauce y conservar el aporte de materia orgánica e insectos utilizados por la ictiofauna.
- Implementar monitoreos de seguimiento durante las etapas de construcción y operación, priorizando los puntos donde se registran especies bentónicas o de asociación a hábitats específicos. Los resultados deberán compararse con la línea base mediante las mismas técnicas de muestreo, unidades de esfuerzo y períodos climáticos evaluados.

– Control de sedimentos, escorrentía y calidad del agua.

Para prevenir alteraciones del hábitat acuático, especialmente sobre especies asociadas al fondo y sustratos rocosos, se recomienda:

- Instalar barreras de retención de sedimentos, cunetas, zanjas de coronación, disipadores de energía y otras obras temporales o permanentes de drenaje, de acuerdo con la topografía y los frentes de trabajo.
- Estabilizar taludes, áreas expuestas y sitios de movimiento de tierra mediante cobertura vegetal, geotextiles u otras medidas técnicamente viables, priorizando las zonas con riesgo de erosión hacia los cuerpos de agua.
- Realizar el mantenimiento preventivo de maquinaria fuera de las áreas de protección hídrica y disponer de kits para atención de derrames en frentes de obra, vehículos y zonas de almacenamiento.
- Prohibir la descarga de aguas residuales, hormigón, lubricantes, combustibles, residuos sólidos, efluentes de lavado u otros materiales hacia cauces, drenajes naturales o quebradas.
- Garantizar dentro del programa de monitoreo, la medición de parámetros físico-químicos relevantes, tales como pH, oxígeno disuelto, conductividad, temperatura, turbidez y sólidos suspendidos, según corresponda a las condiciones del cuerpo de agua y los potenciales impactos identificados.

– Prevención y manejo de especies introducidas, con énfasis en *Oreochromis aureus*.

Dado que *Oreochromis aureus* fue registrada en varios puntos de levantamiento de ictiofuana y corresponde a una especie introducida, las medidas deberán orientarse para evitar su liberación, dispersión inducida o incremento de presión sobre la ictiofauna nativa. Para ello, se recomienda:

- Prohibir expresamente la liberación, siembra, traslado o repoblamiento de peces en los cuerpos de agua del área de influencia, salvo que exista autorización expresa de la autoridad competente.
- Prohibir el uso de peces vivos como carnada en actividades desarrolladas por personal vinculado al proyecto, así como el transporte de ejemplares vivos entre cuerpos de agua.
- Incluir en las inducciones ambientales al personal propio y contratista información sobre la prohibición de liberar fauna acuática, residuos de pesca, agua de recipientes con organismos vivos o cualquier material biológico en ríos y quebradas.
- Establecer un registro de ocurrencia de *O. aureus* durante los monitoreos de ictiofauna, incluyendo punto de captura, abundancia relativa, esfuerzo de muestreo y observaciones sobre coexistencia con especies nativas.
- En caso de evidenciarse un incremento sostenido de la abundancia o expansión espacial de la especie durante el seguimiento, evalúe, en coordinación con la autoridad ambiental competente, y manejo de medidas específicas. Cualquier acción de control, captura o remoción deberá contar previamente con sustento técnico, autorización y criterios que eviten afectaciones sobre especies nativas.
- Evitar la construcción de conexiones artificiales, canales o drenajes que puedan favorecer la dispersión de especies entre cuerpos de agua que actualmente presentan una composición íctica diferenciada.
- Implementar campañas de sensibilización dirigidas a trabajadores y comunidades locales sobre los potenciales efectos ecológicos de las especies introducidas y la importancia de no realizar liberaciones intencionales.

– Monitoreo de la ictiofauna.

Se deberá implementar un programa de monitoreo periódico en los puntos PFC-PEA-001, PFC-PEA-002, PFC-PEA-003, PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005, incluyendo las temporadas secas y lluviosas, de manera que los resultados sean comparables con la línea base. El monitoreo deberá registrar composición taxonómica, riqueza, abundancia absoluta y relativa, captura por unidad de esfuerzo, ocurrencia de especies nativas e introducidas, condición del hábitat, conectividad del cauce y variables físico-químicas relevantes. Para los taxones identificados como *Astroblepus* cf. *prenadillus y Hemibrycon* sp., se recomienda mantener o complementar la verificación taxonómica en futuras campañas, debido a que su determinación actual es comparativa o se encuentra a nivel de género.

– Manejo participativo y educación ambiental.

Se recomienda incorporar a las comunidades locales y usuarios del recurso hídrico en actividades de sensibilización y monitoreo participativo, con énfasis en la protección de riberas, prevención de contaminación, manejo adecuado de residuos, prohibición de liberación de especies no nativas y reporte de eventos como mortandad de peces, derrames o alteraciones visibles del cauce. Estas acciones deberán orientarse a fortalecer la prevención temprana y la conservación de los cuerpos de agua asociados al área de influencia del proyecto.

En el ANEXO 8-2-6 se presenta la base de datos del componente ictiofauna. En el ANEXO 8-2-7 se presenta el Permiso de investigación. En el ANEXO 8-2-8 se detalla el registro fotográfico de los muestreos de flora y fauna.

Tabla de contenido

8.3. COMPONENTE SOCIO CULTURAL. 500
8.3.1. Introducción. 500
8.3.2. Metodología. 500
8.3.3. Línea Base Social área de Influencia Indirecta 505
8.3.3.1. Población. 505
8.3.3.2. Población según grupos de edad y sexo. 506
8.3.3.4. Tasa de dependencia e Índice de envejecimiento. 508
8.3.3.5. Población según área urbana y rural. 509
8.3.3.6. Autoidentificación étnica. 509
8.3.3.7. Crecimiento poblacional y proyección poblacional. 510
8.3.3.8. Densidad demográfica. 512
8.3.3.9. Educación. 513
8.3.3.10 Salud 516
8.3.3.11. Población económicamente activa. 517
8.3.3.12. Vivienda y características del hogar 521
8.3.4. Línea Base Social área de Influencia directa. 529
8.3.4.1. Demografía. 532
8.3.4.2. Migración 534
8.3.4.3. Conocimiento histórico del territorio. 536
8.3.4.4. Lugar de nacimiento 538
8.3.4.5. Movilidad humana 542
8.3.4.6. Auto identificación étnica de las familias 544
8.3.4.7. Idioma 545
8.3.4.8. Religión 545
8.3.4.9. Principales costumbres socio culturales. 547
8.3.4.10. Principales atractivos turísticos 549
8.3.4.11. Estado Civil de la población 551
8.3.4.12. Características del Área urbana y rural de AID Catamahillo y La Ceiba Chica 552
8.3.4.13. Educación 553
8.3.4.14. Actividades económicas - productivas 556
8.3.4.15. Promedio de ingresos mensuales de la población 559
8.3.4.16. Salud. 559
8.3.4.17. Seguridad Social. 563
8.3.4.18. Principales alimentos que consumen las familias 565
8.3.4.19. Comida típicas AID Catamahillo- La Ceiba Chica 567
8.3.4.20. Desnutrición crónica infantil 568
8.3.4.21. Saneamiento ambiental. 569
8.3.4.22. Energía de uso en que haceres domésticos. 574
8.3.4.23. Movilidad y Transporte. 575
8.3.4.24. Medios de comunicación. 579
8.3.4.25. Vivienda en las AID 580
8.3.4.26. Energía eléctrica 583

8.3.4.27. Tenencia de la propiedad. 583
8.3.4.28. Organización social en el AID 586
8.3.4.29. Conocimiento del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba 589
8.3.4.30. Presencia de proyectos de desarrollo 592
8.3.4.31. Mapeo de organizaciones sociales e instituciones del AISD e I 592

8.3. COMPONENTE SOCIO CULTURAL.

8.3.1. Introducción.

El componente socio cultural del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, desarrolla una primera parte los aspectos metodológicos de los diferentes aspectos del estudio desde el tratamiento cuantitativo y cualitativo de la información recabada y de su respectivo análisis, utilizándose métodos como la encuesta, la entrevista y del uso información secundaria como base de datos existentes como el censo en este caso INEC 2022.

Una segunda parte, el apartado, desarrolla la determinación de las áreas de influencia social directa e indirecta del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, tomando en cuenta los aspectos del Decreto Ejecutivo No 754, de mayo de 2023 que regula el proceso de consulta ambiental , así como la de determinación de las áreas de influencia directa e indirecta de los proyectos , que viene a complementarse con: la Guía General para la Elaboración de estudios de Impacto Ambiental del Ministerio de Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Energía), que desarrolla las orientaciones técnicas necesarias vinculadas además al Reglamento del Código Orgánico del Ambiente – RCOA Art 434.b, señalando elementos para la determinación de las ares de influencia desde los impactos. De igual manera genera aportes de los distintos documentos desarrollados anteriormente al estudio actual como la Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Zapotillo.

El presente apartado en tercer momento desarrolla la línea base social de las áreas de influencia, ubicando los perfile socio demográfico y de condiciones de vida de la parroquia Zapotillo como área de influencia indirecta y de las áreas de influencia directa las poblaciones de Catamahillo y la Ceiba Chica.

8.3.2. Metodología.

El estudio del componente social y cultural se estructuró mediante un enfoque metodológico mixto, integrando técnicas cuantitativas y cualitativas para caracterizar de manera objetiva y contextualizada la realidad territorial y social de las áreas de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. Este enfoque permitió analizar tanto las condiciones sociodemográficas generales como las dinámicas locales, percepciones, formas de organización y relaciones territoriales de la población vinculada al proyecto. La delimitación espacial de análisis consideró como Área de Influencia Indirecta (AII) a la parroquia Zapotillo y como Área de Influencia Directa (AID) a las comunidades de Ceiba Chica y Catamahillo, en concordancia con la localización del proyecto en el cantón Zapotillo, provincia de Loja, en el sector Catamahillo y en proximidad a los centros poblados cercanos y a la cabecera cantonal (CELEC EP, 2025; GAD Municipal de Zapotillo, 2024).

En el componente cuantitativo, se aplicó un análisis de tipo censal con base en información secundaria oficial, orientado a la caracterización estructural del territorio y de la población del AII. Para ello se empleó principalmente la información del VIII Censo de Población y VII de Vivienda del INEC 2022, complementada con información proveniente del PDOT 2023–2027 y del PUGS del cantón Zapotillo, lo que permitió describir variables demográficas, distribución territorial, densidad poblacional, servicios, condiciones de hábitat y contexto socio territorial de la parroquia Zapotillo. Este uso de fuentes secundarias garantizó una base estadística oficial, comparable y territorialmente

consistente para la interpretación del área de estudio (INEC, 2022; GAD Municipal de Zapotillo, 2024; GAD Municipal de Zapotillo, 2020).

De manera complementaria, en el Área de Influencia Directa se desarrolló un levantamiento de información primaria mediante la aplicación de la "Encuesta Digital" (Ver Anexo 8-3-1). Esta herramienta permitió recopilar información sobre composición familiar, educación, salud, vivienda, acceso a servicios básicos, actividades productivas, uso del territorio, organización social y percepción local frente al proyecto. La cobertura de la encuesta se definió mediante el cálculo muestral correspondiente, con el fin de asegurar representatividad estadística de los hogares de las comunidades directamente vinculadas.

Para la captura de datos se utilizó la plataforma KoboToolbox, que facilitó el registro digital, georreferenciado y estandarizado de la información, así como su posterior depuración, consolidación y análisis.

En el componente cualitativo, se aplicaron técnicas de entrevista semiestructurada a actores sociales relevantes del área de influencia directa, especialmente propietarios de predios, moradores y actores vinculados a la dinámica territorial local. Este abordaje permitió profundizar en aspectos que no pueden ser captados plenamente por los instrumentos cuantitativos, tales como percepciones sobre el territorio, expectativas frente al proyecto, conflictos potenciales, formas de relacionamiento social, condiciones de tenencia de la tierra y elementos socioculturales de interés para la evaluación ambiental.

La información cualitativa fue organizada, codificada e interpretada mediante procesos de sistematización temática, utilizando el software ATLAS.ti, lo que permitió identificar patrones discursivos, categorías emergentes y relaciones entre variables sociales relevantes para el estudio.

Adicionalmente, la metodología incorporó la revisión documental y cartográfica de instrumentos de planificación territorial y ordenamiento local, particularmente el PDOT y el PUGS del cantón Zapotillo, así como información catastral, demográfica y de participación territorial previamente desarrollada por el GAD. Esta revisión permitió contextualizar el estudio dentro de las dinámicas de planificación cantonal, reconocer los principales centros poblados, contrastar la información levantada en campo y fortalecer la lectura territorial del componente social.

En conjunto, la metodología aplicada permitió construir una línea base social integral, articulando evidencia estadística oficial, información primaria levantada en territorio y análisis cualitativo de actores clave. Esta combinación metodológica mejora la confiabilidad del diagnóstico, permite una lectura multiescalar del territorio y proporciona sustento técnico para la identificación de áreas de influencia, sensibilidad social, potenciales impactos y medidas de manejo social del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba.

- CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Para los cálculos del tamaño de la muestra se ha procedido mediante el uso de la metodología de Muestreo Aleatorio Simple, donde este método es una técnica estadística en la cual todos los elementos de una población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados como parte de la muestra. En este sentido, esta metodología se utiliza cuando se desea obtener una muestra representativa minimizando los sesgos en la selección. Adicionalmente, su aplicación permite que los

resultados obtenidos puedan generalizarse con mayor confianza a toda la población de estudio. Por esta razón, el muestreo aleatorio simple es ampliamente utilizado en investigaciones científicas y estudios estadísticos.

A continuación, se detalla la fórmula utilizada para el cálculo de la muestra.

$$n = \frac{N\ z_{\alpha/2}^2\ P(1-P)}{(N-1)e^2 + z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra
N = Población
Z = nivel de confianza (valor crítico de la distribución normal estándar que se utiliza para calcular el intervalo de confianza)
P = Proporción de la población con una característica específica, si no se conoce se coloca 0,5 que arroja el nivel de varianza mayor y garantiza la confiabilidad.
e = margen de error permitido

Por lo tanto, para la aplicación de las encuestas se ha considerado como universo a la población de 15 años y más de las áreas de investigación, donde se ha procedido a seleccionar de manera aleatoria a los individuos que forman parte de la muestra, de modo que se garantice una confianza del 95% y un error del 5%. Es decir, con estos niveles de error y confianza, el tamaño de la muestra se determina y resulta de la siguiente manera:

- CALCULO DE TAMAÑO DE LA MUESTRA CATAMAHILLO

$$n = \frac{(107).1{,}65^2.0{,}50.(1-0{,}50)}{(107-1).0{,}1^2 + 1{,}65^2.0{,}50.(1-0{,}50)} = \mathbf{42}$$

- CALCULO DE TAMAÑO DE LA MUESTRA CEIBA CHICA

$$n = \frac{(174).1{,}65^2.0{,}50.(1-0{,}50)}{(174-1).0{,}1^2 + 1{,}65^2.0{,}50.(1-0{,}50)} = \mathbf{49}$$

LUGAR	De 15 a 64 años	65 años o más	TOTAL DE 15 Y MÁS (N)	MUESTRA 5% ERROR 95% CONFIANZA
CATAMAHILLO	37	10	**47**	**42**
CEIBA CHICA	43	12	**55**	**49**

- ÁREAS DE INFLUENCIA SOCIAL DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

Consideraciones generales

"Guía General para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental"

La determinación de las Áreas de Influencia Directa (AID) y de las Áreas de Influencia Indirecta (AII), tiene consideraciones tanto legales como técnicas, es así que dentro de las especificaciones, que desarrolla la "Guía General para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental" del Ministerio del Ambiente" bosqueja orientaciones que contribuyen a desarrollar criterios para determinar las áreas de influencia, en sus distintas dimensiones del eco sistema en donde se asentara y desarrollara el proyecto Fotovoltaico La Ceiba.

Uno de los puntos considerados para el propósito planteado, la guía en su apartado sobre las Alternativas del Proyecto – RCODA Art 434.b manifiesta lo siguiente sobre la Viabilidad Social , analiza el impacto o la afección que podría generar cada alternativa (proyecto), en las comunidades o barrios influenciados directamente por las actividades del proyecto, esta consideración nos abre la puerta para observar elementos que aportan para determinar las áreas de influencia del proyecto, por ejemplo señala la distancia del proyecto frente a las infraestructuras de viviendas, escuelas, hospitales entre otros, la tenencia de la tierra, conflictividad social, daños al patrimonio o afecciones a elementos sensibles.

Área de Influencia Social Directa (AISD)

La Guía Metodológica señala en su componente Socio Económica y Cultural , establece a las áreas de influencia social directa como la configuración socio-espacial que resulta de las interacciones directas, de sobreposición y/o contigüidad espacial (proximidad de las personas en un contexto social, ya sea física, temporal o relacional) y de intercambio del sistema y el entorno, del proyecto como un todo o ecosistema de interacciones entre las distintas dimensiones que los compone los territorios de influencia.

Estas dinámicas de relación social directa del entorno y el proyecto se da a dos niveles: unidades individuales (fincas, viviendas y sus correspondientes propietarios) y unidades colectivas (comunidades, recintos, barrios, asociaciones), estas distinciones son importantes desarrollarlas, para establecer a nivel individual de la AISD las orientaciones de las acciones de indemnización, mientras que la identificación de las unidades colectivas se realizan en función de orientar las acciones de compensación.

Por efectos de comparabilidad y distinción de las unidades colectivas se hace necesario tomar en cuenta la diferenciación entre el poblado de la comunidad /recinto/barrio.

La comunidad/recinto/barrio es una unidad territorial compuesta por elementos individuales que configuran un lugar de referencia, en la que se instalan la infraestructura social: escuela, iglesia, tienda, casa comunal. El poblado son las viviendas y predios.

Estas distinciones son importantes señalar para compatibilizar con la planificación del territorio establecidos en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, en la cual se pueda garantizar si fuese el caso los catastros prediales, las infraestructuras comunitarias y los servicios básicos que se dan o puedan darse en función de las distintas competencias de los gobiernos locales, como se verá más adelante en la definición de las áreas de influencia.

De igual forma el decreto 754 expedida en la presidencia de Guillermo Lasso , el área de influencia social directa , manifiesta " Es el campo social resultado de las interacciones directas entre el contexto

social, físico y biótico de la zona donde se desarrollará el proyecto, obra o actividad, j' los elementos, infraestructura, actividades o afectaciones derivadas de su ejecución, las cuales serán desarrolladas y precisadas dentro de los instrumentos técnicos ambientales, validados por la Autoridad Ambiental competente. La relación social directa proyecto-entorno social se da en por lo menos dos niveles de integración social: unidades individuales (fincas, viviendas, predios y sus correspondientes propietarios, posesionarlos, o habitantes, o territorios de pueblos y nacionalidades indígenas legalmente reconocidos y tierras comunitarias de posesión ancestral): y, organizaciones sociales de hecho o de derecho tales como: caserío, precooperativa, cooperativa, recinto, barrio, comuna y comunidad. La identificación de las unidades individuales del Área de Influencia Social Directa se realiza en función de orientar las acciones de indemnización, mientras que la identificación de las organizaciones sociales de primer y segundo orden, que conforman el Área de Influencia Social Directa, se realiza en función de establecer acciones de compensación".

Áreas de influencia social indirecta

Es el espacio socio – institucional que resulta de la relación territorial del proyecto con las unidades político territorial donde se desarrolla el proyecto, considerando sus niveles administrativos y de competencias, considerándose que se pueda tener impacto en el uso y ocupación del suelo.

En el decreto 754 define el área de influencia social indirecta como" Espacio socio-institucional que resulta de la relación del proyecto con las unidades político-territoriales donde se desarrolla: parroquia, cantón y/o provincia. El motivo de la relación es el papel del proyecto, obra o actividad en el ordenamiento desarrollo del sistema social territorial local."

Generándose la relación institucional entre el proyecto y los gobiernos locales del área, con objetivos plenamente de planificación territorial y de la vinculación de los aspectos sociales al desarrollo local

Resultados del Área de Influencia Social Indirecta (AISI).

En función del concepto de área de influencia social indirecta para el componente socioeconómico, señalado en la reforma al Reglamento al Código Orgánico del Ambiente RCOA publicado en el Registro Oficial No. 754, el 2 de junio del 2023, refiriéndose al art. 466 del Título III, Capítulo I Ámbito, principios, fines y definiciones del proceso de participación ciudadana para la consulta ambiental.[1]

"ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL INDIRECTA: Espacio socio-institucional que resulta de la relación del proyecto con las unidades político-territoriales donde se desarrolla: parroquia, cantón y/o provincia. El motivo de la relación es el papel del proyecto, obra o actividad en el ordenamiento y desarrollo del sistema social territorial local."

En este contexto y considerando las características de este proyecto, el área de influencia indirecta es la parroquia Zapotillo (en el que se incluye al área urbana de la ciudad de Zapotillo), perteneciente al cantón Zapotillo y provincia de Loja.

[1] Segundo Suplemento del Registro Oficial 323, 02-VI-2023; visto en: https://maatecalidadambiental.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/2024/03/REGISTRO-OFICIAL-CONSULTA-AMBIENTAL.pdf

En cuanto al área urbana de la ciudad de Zapotillo, su inclusión en el AISI se sustenta en su función como centro administrativo, comercial y de servicios del cantón, donde se concentrará la mayor parte de la demanda inducida por el proyecto. Entre los impactos positivos se destacan el fortalecimiento del comercio formal, incremento de la circulación monetaria, contratación de servicios técnicos y profesionales, dinamización del sector hotelero y de servicios, y mayor recaudación local. No obstante, también pueden generarse impactos negativos indirectos pero relevantes, como incremento del costo de bienes y servicios, presión sobre la infraestructura urbana (agua, saneamiento, alojamiento), aumento de la demanda de servicios públicos, lo cual exige una adecuada planificación y coordinación institucional.

A nivel parroquial, la parroquia Zapotillo constituye el primer nivel del AISI, en la medida en que el proyecto se inserta en su territorio y contribuye a la dinamización del sistema socioeconómico local, mediante la generación de empleo, demanda de servicios, fortalecimiento de cadenas productivas locales y articulación con actividades agropecuarias predominantes. Esta relación se traduce en impactos positivos indirectos, como el fortalecimiento del tejido económico y la diversificación de ingresos, así como en potenciales impactos negativos, tales como presión sobre servicios públicos, cambios en el uso del suelo y posibles desequilibrios territoriales si no se gestiona adecuadamente la distribución de beneficios.

En síntesis, el Área de Influencia Social Indirecta del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba está conformada por la parroquia Zapotillo, en tanto constituyen el ámbito donde el proyecto incide en el sistema socio-institucional, económico y territorial, generando efectos indirectos tanto positivos (dinamización económica, fortalecimiento institucional, transición energética) como negativos (presión sobre servicios, desequilibrios territoriales), los cuales deben ser considerados en la planificación y gestión del proyecto dentro del Estudio de Impacto Ambiental.

A nivel institucional como se manifiesta en el decreto 754, genera la relación inter institucional con los gobiernos locales (GADs) en este caso el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Zapotillo, relación que se da por la planificación del desarrollo, el ordenamiento territorial (PDOT) y el uso y ocupación del suelo (PUGS), así como por las vinculaciones sociales que se den en la construcción y operación del proyecto.

8.3.3. Línea Base Social área de Influencia Indirecta

En este documento se realiza un análisis de los principales indicadores demográficos la parroquia Zapotillo. En este contexto, la información con la que se ha trabajado se ha obtenido de las bases de datos del Censo INEC de Población y Vivienda 2022, puesto que es la fuente de datos oficial y más confiable de la que se dispone hasta la fecha. Entonces, se ha trabajado en una modalidad de cuadros y gráficos según se adapten a la lógica de cada indicador. Los principales resultados obtenidos se detallan a continuación.

8.3.3.1. Población.

Como información inicial se parte de presentar la población total según el Censo 2022 realizado por el INEC.

Tabla 8-3-1. Población del AISI del proyecto

SEXO	TOTAL, PARROQUIA ZAPOTILLO	ÁREA URBANA	ÁREA RURAL	PORCENTAJE	
				URBANO	RURAL
HOMBRE	2876	1743	1133	60,61%	39,39%
MUJER	2975	1856	1119	62,39%	37,61%
TOTAL	**5851**	**3599**	**2252**	**61,51%**	**38,49%**
% MASCULINO	49,15%	48,43%	50,31%		
% FEMENINO	50,85%	51,57%	49,69%		
INDICE DE FEMINIDAD	**1,03**	**1,06**	**0,99**		

FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

La población del área de estudio a nivel de la parroquia Zapotillo es de 5851 habitantes, donde, el 62% se encuentra en el área urbana y el 38% en el área rural. Asimismo, esta población está compuesta en mayor proporción por población femenina, pero sin una diferencia muy marcada con la población masculina a nivel global; lo que, a su vez, conlleva a que se tenga un índice de feminidad de 1,03 que significa que existe una razón de 103 mujeres por cada 100 hombres, siendo levemente mayor en el área urbana y menor en el área rural.

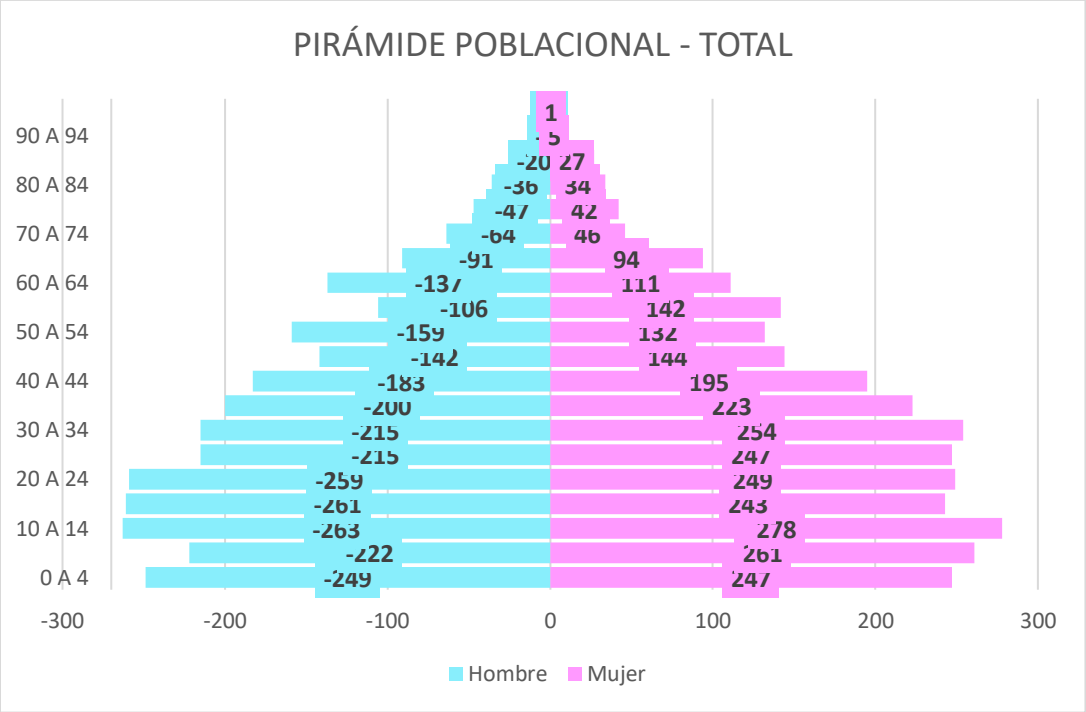
Para complementar lo mencionado, se presenta a continuación los métodos de cálculo del índice de feminidad, donde las fórmulas que se han utilizado para su cálculo son:

$$\text{Í}\boldsymbol{NDICE\ DE\ FEMINIDAD} = \frac{TOTAL\ MUJERES}{TOTAL\ HOMBRES}\ X\ 100$$

8.3.3.2. Población según grupos de edad y sexo.

La pirámide poblacional constituye la mejor forma de presentar la población y su diferenciación según sexo y grupos de edad, permitiendo visualizar la composición poblacional.

Figura 8-3-1. Pirámide poblacional total



FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC **ELABORACIÓN:** Equipo consultor, 2026.

En este sentido, se puede apreciar un comportamiento poblacional de tipo progresivo, es decir una mayor concentración de la población en las edades de niñez, adolescencia y adultez joven, donde la mayoría de la población se concentra en las edades por debajo de los 45 años. Adicionalmente se aprecia que desde los 45 año la población comienza un descenso un poco más pronunciado, agudizándose a partir de los 65 años, lo que conlleva a inferir que la esperanza debida de la población del área de estudio no alcanza niveles altos.

Este fenómeno observado de manera independiente en cada una de las comunidades consideradas muestra las siguientes tendencias:

Tabla 8-3-2. Grupo de edad

GRUPO DE EDAD	PARROQUIA ZAPOTILLO	
	Hombre	Mujer
0 A 4	249	247
5 A 9	222	261
10 A 14	263	278
15 A 19	261	243
20 A 24	259	249
25 A 29	215	247
30 A 34	215	254
35 A 39	200	223
40 A 44	183	195
45 A 49	142	144

50 A 54	159	132
55 A 59	106	142
60 A 64	137	111
65 A 69	91	94
70 A 74	64	46
75 A 79	47	42
80 A 84	36	34
85 A 89	20	27
90 A 94	5	5
95 Y MÁS	2	1
TOTAL	2876	2975

FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 - INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Otra situación a destacar es la disminución gradual de población desde los 45 años. Por lo tanto, dadas las tendencias marcadas y de mantenerse en el corto plazo no se esperaría que la estructura poblacional cambie de una progresiva a una estacionaria.

8.3.3.4. Tasa de dependencia e Índice de envejecimiento.

- Tasa de dependencia

La tasa de dependencia se mide como el cociente entre la población dependiente (menor de 15 años y mayor de 65) con respecto a la población productiva (15 a 64 años), donde es resultado constituye una medida de la carga que tiene cada persona en edad productiva.

Su cálculo se determina de la siguiente forma:

$$\boldsymbol{TASA\ DE\ DEPENDENCIA} = \frac{(POB\ MENOR\ DE\ 15\ AÑOS + POB\ DE\ 65\ Y\ MAS)}{POB\ DE\ 15\ A\ 64\ AÑOS}\ X\ 100$$

Tabla 8-3-3. Tasa de dependencia

TASA DE DEPENDENCIA			
AÑO	DEPENDIENTES	NO DEPENDIENTES	TASA DEPENDENCIA
ZAPOTILLO	2034	3817	53,29%

FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Puede observarse que la tasa de dependencia del área de estudio es de 53,29%, que implica que aproximadamente cada 2 personas en edad productiva resisten la carga de una persona dependiente, por lo que, esto manifiesta la posibilidad de que los recursos que genera la población productiva pueden ser sostenibles para cubrir las demandas tanto de la población productiva y de la dependiente. Es decir, cada persona con capacidad de generar recursos los comparte con menos de una persona.

- Índice de envejecimiento.

El índice de envejecimiento mide la proporción de la población adulta mayor con respecto a la población menor de 15 años, indicando el número de adultos mayores existentes en una población por cada 100 niños y adolescentes menores de 15 años, utilizando la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{TASA\ DE\ DEPENDENCIA} = \frac{POB\ DE\ 65\ Y\ MAS}{MENORES\ DE\ 15\ AÑOS}\ X\ 100$$

Tabla 8-3-4. Índice de envejecimiento

INDICE DE ENVEJECIMIENTO			
AÑO	ADULTO MAYOR	MENORES DE 15 AÑOS	INDICE DE ENVEJECIMIENTO
ZAPOTILLO	514	1520	33,82

FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022– INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Este indicador muestra que existen alrededor de 3 adultos mayores por cada 10 personas menores de 15 años, o su equivalente de 33 por cada 100. Esto puede ser una situación favorable porque indica que se cuenta con una potencial población joven que en su momento ejercerá la fuerza laboral del área de estudio que es la base para el sustento de la población dependiente.

8.3.3.5. Población según área urbana y rural.

La población se distribuye en los sectores amanzanados o considerados urbanos o en los dispersos del área rural.

Tabla 8-3-5. Población según área urbana y rural

LUGAR	URBANA		RURAL	
CENTRO CANTONAL ZAPOTILLO	3599	61,51%	2252	38,49%

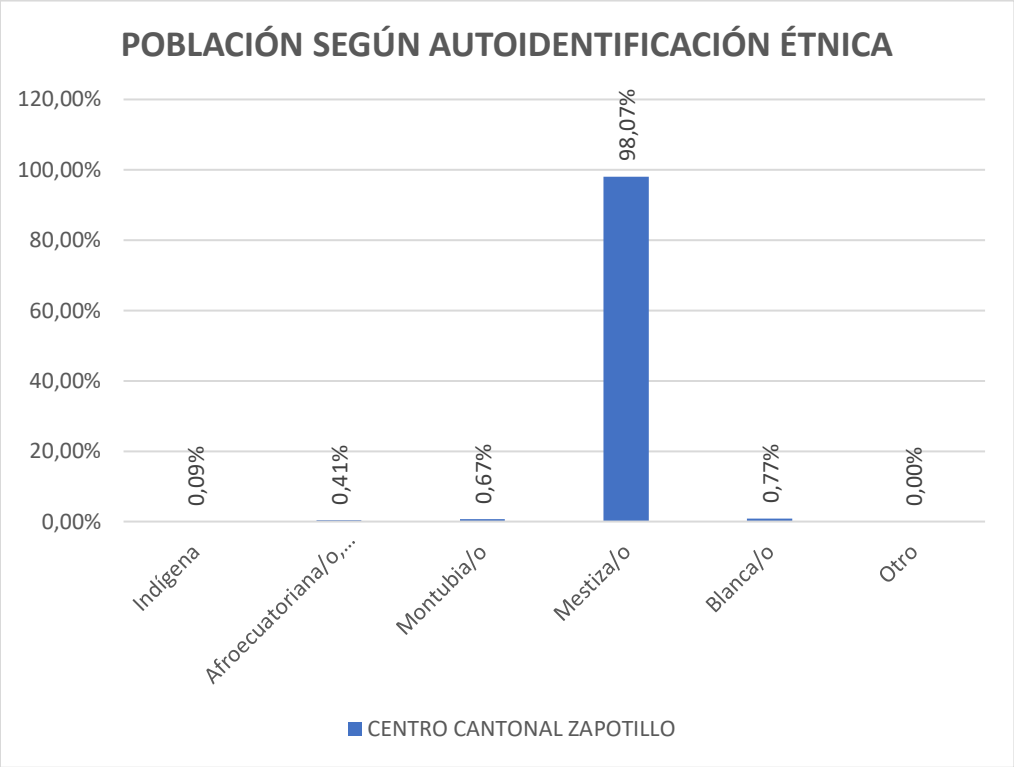
FUENTE: Censo de población y vivienda 2022 – INEC **ELABORACIÓN:** Equipo Consultor, 2026.

Por ende, se observa que la población de la parroquia Zapotillo se encuentra concentrada mayoritariamente en el área urbana.

8.3.3.6. Autoidentificación étnica.

Como se puede apreciar en la siguiente figura, que la parroquia Zapotillo se caracteriza por estar compuesta por una población predominantemente mestiza (98%).

Figura 8-3-2. Población según autoidentificación étnica



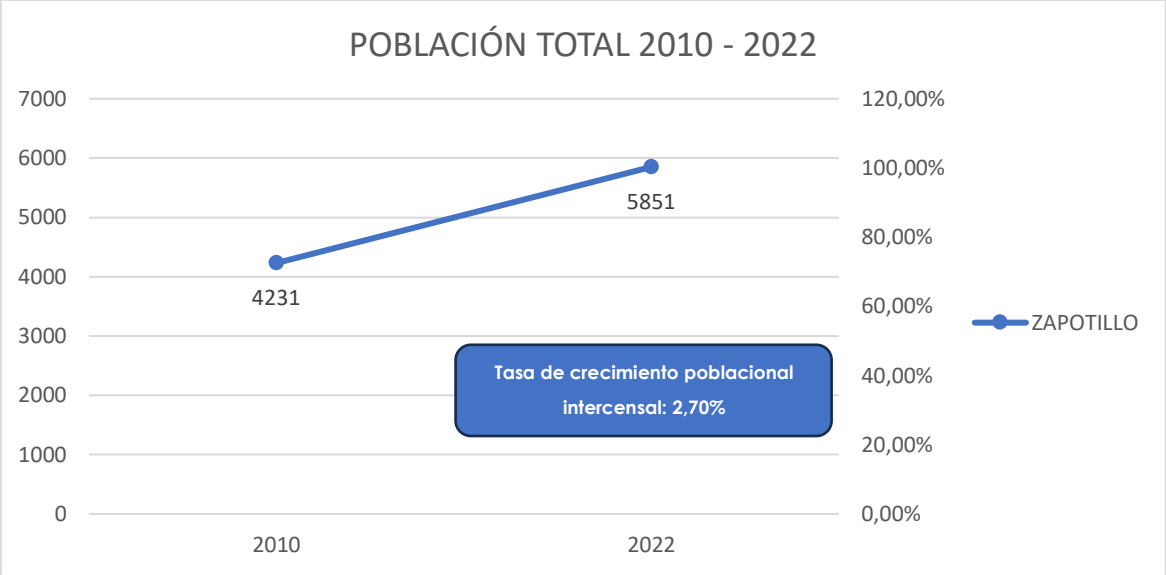
FUENTE: Censo de población y vivienda 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo Consultor, 2026.

8.3.3.7. Crecimiento poblacional y proyección poblacional.

- Crecimiento poblacional intercensal.

Este indicador mide el crecimiento promedio anual entre dos periodos determinados, en este caso los censos de población.

Figura 8-3-3. Población total 2010-2022



FUENTE: Censo de población y vivienda 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo Consultor, 2026.

Se observa que entre 2010 y 2022, la población de la parroquia Zapotillo ha crecido en un ritmo promedio de 2,70%, con lo que permite realizar una proyección como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 8-3-4. Proyección población a 2040

FUENTE: Censo de población y vivienda 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo Consultor, 2026.

De mantenerse las tendencias de crecimiento poblacional, se estima que para 2026, la población de la parroquia sea de 7242 habitantes, y se esperaría que pase a 9454 en 2040.

8.3.3.8. Densidad demográfica.

Mide el grado de dispersión poblacional expresado en kilómetros cuadrados, es decir, el número de habitantes por cada kilómetro cuadrado; para ello, es necesario contar con la información poblacional y de extensión territorial.

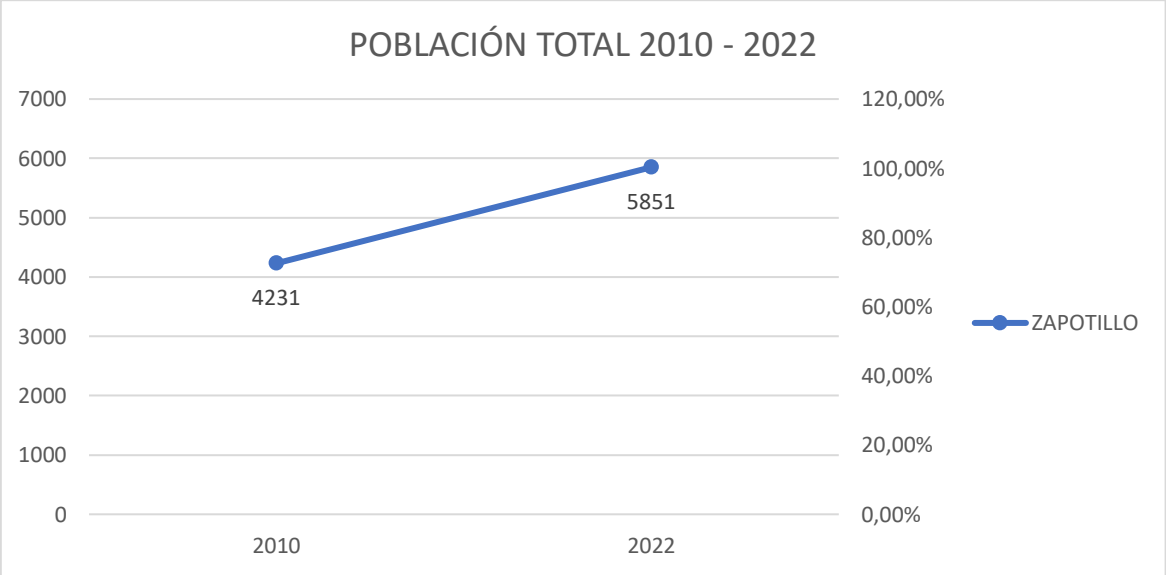
Tabla 8-3-6. densidad demográfica

LUGAR	POBLACIÓN	EXTESIÓN KM2	DENSIDAD DEMOGRÁFICA
CENTRO CANTONAL ZAPOTILLO	5851	194,95	30,01

FUENTE: Censo de población y vivienda 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo Consultor, 2026.

Puede apreciarse que el área total de la parroquia es de 194,95 Kilómetros cuadrados; resultando así, que a nivel parroquial la densidad demográfica es de 30,01 habitantes por km2, debiendo considerarse que este indicador frecuentemente está sesgado por la alta concentración poblacional del área urbana de la cabecera cantonal, o por la mayor extensión del área rural; por lo que, internamente generalmente pueden existir comunidades rurales con una menor concentración o inclusive una concentración muy por encima de la media en el área urbana.

Figura 8-3-5. Población total 2022



FUENTE: Censo de población y vivienda 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo Consultor, 2026.

8.3.3.9. Educación.

- Tasa de asistencia escolar.

La tasa de asistencia escolar indica el porcentaje de la población de un rango de edad acorde al nivel de instrucción que debería corresponderse que se encuentra asistiendo a un establecimiento de enseñanza regular. Es así que se presenta las diferentes tasas de asistencia escolar.

La tasa de asistencia escolar indica el porcentaje de la población de un rango de edad acorde al nivel de instrucción que debería corresponderse que se encuentra asistiendo a un establecimiento de enseñanza regular. Es así que se presenta las diferentes tasas de asistencia escolar, manejándose con las siguientes formas de cálculo y medición.

$$\boldsymbol{TASA\ DE\ ASIST.EDUCACIÓN\ BÁSICA} = \frac{Pob\ de\ 5\ a\ 14\ años\ que\ asiste\ a\ un\ Establecimiento\ de\ Enseñanza}{POB\ DE\ 5\ A\ 14\ AÑOS}\ X\ 100$$

$$\boldsymbol{TASA\ DE\ ASIST.EDUCACIÓN\ MEDIA} = \frac{Pob\ de\ 15\ a\ 17\ años\ que\ asiste\ a\ un\ Establecimiento\ de\ Enseñanza}{POB\ DE\ 15\ A\ 17\ AÑOS}\ X\ 100$$

$$\boldsymbol{TASA\ DE\ ASIST.EDUCACIÓN\ SUPERIOR} = \frac{Pob\ de\ 18\ a\ 24\ años\ que\ asiste\ a\ un\ Establecimeinto\ de\ Enseñanza}{POB\ DE\ 18\ A\ 24\ AÑOS}\ X\ 100$$

Tabla 8-3-7. Educación básica media y superior.

SECTOR	Asiste actualmente a educación regular o formal	EDUCACIÓN BÁSICA	EDUCACIÓN MEDIA	EDUCACIÓN SUPERIOR
		DE 5 A 14	DE 15 A 17	DE 18 A 24
PARROQUIA ZAPOTILLO	Sí	974	248	251
	No	50	44	469
	TASA ASISTENCIA	**95,12%**	**84,93%**	**34,86%**

FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Los niveles de asistencia a educación formal o regular presentan una relación inversa con el nivel de instrucción, siendo así, a mayor nivel educativo, es menor la tasa de asistencia; observándose que la tasa de asistencia a educación básica es del 95,12%, que desciende en 10 puntos porcentuales cuando se cambia al acceso a educación superior; y finalmente, solo el 35% de la población joven de 18 a 24 años asiste a educación superior.

- Nivel de instrucción de la población.

El nivel de instrucción de la población se mide a partir de la población de 5 años y más, dado que, esta es la edad a partir de la cual se asiste a la enseñanza regular. Se considera la población de acuerdo al nivel de instrucción más alto al que asiste o ha asistido.

Tabla 8-3-8. Nivel de instrucción

NIVEL DE INSTRUCCIÓN	ZAPOTILLO	
	N°	%
Ninguno	394	6,73%
Centro de Desarrollo Infantil/Creciendo con nuestros hijos/Guardería	181	3,09%
Educación inicial/Preescolar/SAFPI	116	1,98%
Alfabetización/Post Alfabetización	9	0,15%
Educación General Básica (EGB)	2645	45,21%
Bachillerato	1617	27,64%
Ciclo Postbachillerato (No superior)	8	0,14%
Educación Técnica o Tecnológica Superior (institutos superiores técnicos y tecnológicos)	70	1,20%
Educación Superior (universidades, escuelas politécnicas)	741	12,66%
Maestría/ Especialización	68	1,16%
PHD/Doctorado	2	0,03%
TOTAL	5851	100,00%

FUENTE: Censo de población y vivienda 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo Consultor, 2026.

Se observa que alrededor del 72% de la población de 5 años y más cuenta con un nivel de instrucción de hasta bachillerato, donde a nivel global solo el 16% cuenta con una educación de tercer nivel.

- Analfabetismo.

La tasa de analfabetismo constituye un indicador que mide el porcentaje de la población de 15 años y más que sabe leer y escribir.

$$\boldsymbol{TASA\ DE\ ANALFABETISMO} = \frac{POB\ DE\ 15\ Y\ MAS\ QUE\ SABE\ LEER\ Y\ ESCRIBIR}{TOTAL\ POBLACIÓN\ DE\ 15\ AÑOS\ Y\ MÁS}\ X\ 100$$

Tabla 8-3-9. Tasa de analfabetismo

SECTOR	ANALFABETISMO	NO ANALFABETISMO	TASA ANALFABETISMO
ZAPOTILLO CABECERA CANTONAL	141	1698	7,67%

FUENTE: Censo de población y vivienda 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

La tasa de analfabetismo a general se ubica en 7,67%, que indica que por cada 100 habitantes de 15 años y más, existen entre 7 y 8 personas que no saben leer ni escribir.

- Oferta y demanda de servicios de educación.

Para este análisis se ha tomado como base la información que reposa en las bases de datos de la web del Ministerio de Educación, correspondiente al periodo 2024 - 2025, donde se ha considerado los establecimientos y su clasificación según niveles de instrucción, número de docentes y número de

estudiantes. Por ende, en cuanto a la oferta de educación se observa que en la parroquia Zapotillo existen 15 establecimientos, distribuidos conforme la siguiente tabla.

Tabla 8-3-10. Nivel de educación

NIVEL DE EDUCACIÓN	CANTIDAD
Educación Básica	9
EGB y Bachillerato	1
Inicial y EGB	3
Inicial, Educación Básica y Bachillerato	2
Total Inicial y EGB	**15**

FUENTE: Ministerio de Educación y Cultura https://educacion.gob.ec/base-de-datos/, datos del periodo lectivo 2024 - 2025
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

En este sentido, se observa que los 15 establecimientos ofertan la educación básica, mientras que, solo 5 ofertan el nivel inicial, y el bachillerato se encuentra ofertado por parte de 3 establecimientos educativos.

Ahora bien, se presenta a continuación el resumen de oferta y demanda académica resumida como el número de estudiantes y docentes por cada establecimiento.

Tabla 8-3-11. Nombre de la institución educación

Nivel Educación	Nombre de la Institución	Total, Docentes	Total, Estudiantes	ESTUDIANTES X DOCENTE
Educación Básica	ESCUELA DE EDUCACION BASICA MAYAYCU	1	18	18,00
Educación Básica	ESCUELA DE EDUCACION BASICA AMAZONAS	1	21	21,00
Educación Básica	ESCUELA DE EDUCACION BASICA CAPITAN PEDRO BOUGUER	1	16	16,00
Educación Básica	ESCUELA DE EDUCACION BASICA DAVID VICENTE NAULA	1	10	10,00
Educación Básica	ESCUELA DE EDUCACION BASICA ESPARTA	1	3	3,00
Educación Básica	ESCUELA DE EDUCACION BASICA GENERAL MARIANO VALDIVIESO	1	5	5,00
Educación Básica	ESCUELA DE EDUCACION BASICA MACAS	1	7	7,00
Educación Básica	ESCUELA DE EDUCACION BASICA PROF DARÍO GUEVARA	1	5	5,00
Educación Básica	ESCUELA DE EDUCACION BASICA ZOILA LUZ GONZALES	1	4	4,00
Total Educación Básica		**9**	**89**	**9,89**
EGB y Bachillerato	UNIDAD EDUCATIVA ZAPOTILLO	26	384	14,77
Total EGB y Bachillerato		**26**	**384**	**14,77**
Inicial y EGB	ESCUELA DE EDUCACION BASICA JOSE FELIX DE VALDIVIESO	2	27	13,50
Inicial y EGB	UNIDAD EDUCATIVA HECTOR MANUEL ROJAS	2	30	15,00
Inicial y EGB	UNIDAD EDUCATIVA JOSÉ ANTONIO CAMPOS	20	399	19,95
Total Inicial y EGB		**24**	**456**	**19,00**

Nivel Educación	Nombre de la Institución	Total, Docentes	Total, Estudiantes	ESTUDIANTES X DOCENTE
Inicial, Educación Básica y Bachillerato	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL REINA MATERNAL DE LA FRONTERA	17	380	22,35
Inicial, Educación Básica y Bachillerato	UNIDAD EDUCATIVA PROFESOR JORGE AMABLE QUEZADA PINZON	17	230	13,53
Total Inicial, Educación Básica y Bachillerato		**34**	**610**	**17,94**
TOTAL GENERAL		**93**	**1539**	**16,55**

FUENTE: Ministerio de Educación y Cultura https://educacion.gob.ec/base-de-datos/, datos del periodo lectivo 2024 - 2025
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

A nivel general, se observa que existe en la parroquia Zapotillo un total de 1539 estudiantes y 93 maestros, de lo cual resulta una carga de 15,55 estudiantes por cada profesor, donde la carga mayor de estudiantes es de 22,35, observándose que en la mayoría de establecimientos que ofertan únicamente educación básica existe un solo docente, lo que hace que se encargue de impartir las clases en los diferentes cursos o grados. Mientras que, en los establecimientos que ofertan los niveles de EGB y bachillerato cuentan con un mayor número de docentes. Por su parte, según (educacion.gob.ec, s.f.) se manifiesta que el número de estudiantes por paralelo y docente no será mayor a 25. En el caso de superar este número, se deberá buscar otro ambiente a fin de dividir el grupo para que se le pueda asignar otro docente. Por tanto, con los indicadores presentados se puede inferir que no existe una sobrecarga de estudiantes para los docentes que existen en los diferentes establecimientos de educación.

8.3.3.10 Salud

- Oferta de salud en la Parroquia Zapotillo

Dentro de la parroquia Zapotillo, la oferta de salud viene determinada por la presencia de dos establecimientos de salud del MSP, donde uno de ellos es un establecimiento Tipo B con atención de 24 horas, que tiene anclada una ambulancia las 24 horas para el servicio de traslados de emergencia, y un puesto de Salud de 8 horas, estos datos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 8-3-12. Establecimientos de salud MSP – Parroquia Zapotillo

TIPOLOGIA	Nombre Oficial	24 Horas	8 Horas
AMBULANCIA DE SOPORTE VITAL BASICO TERRESTRE	AMBULANCIA ECU 911-ALFA 14 DIRECCIÓN DISTRITAL 11D09 ZAPOTILLO SALUD	1	
CENTRO DE SALUD B	ZAPOTILLO [24H]	1	
PUESTO DE SALUD	MIRAFLORES		1

FUENTE: Geosalud - MSP https://geosalud.msp.gob.ec/geovisualizador/,
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Por su parte, cabe resaltar que el Centro de Salud tipo B Zapotillo, ofrece una cartera de servicios de:

Tabla 8-3-13. Servicios identificados en el centro de salud tipo B.

CARTERA DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN
CUIDADOS DE ENFERMERÍA	Atención en el cuidado de un paciente
ECOGRAFÍA	Servicio de imágenes para pacientes.
EMERGENCIA	Atención a pacientes en estado de emergencia
ENFERMERÍA	Atención y ayuda a pacientes en su tratamiento y diagnóstico.
INTERNACIÓN	Servicio disponible para internar a un paciente
MEDICINA FAMILIAR	Atención al paciente y a la familia. Todas las edades y las enfermedades.
ODONTOLOGÍA	Diagnóstico y tratamiento de dolencias y enfermedades de dientes y encías

FUENTE: Geosalud - MSP https://geosalud.msp.gob.ec/geovisualizador/,
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Mientras que El Puesto de Salud Miraflores, Ofrece los siguientes servicios

Tabla 8-3-14. Servicios identificados en el puesto de salud Miraflores.

CARTERA DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN
APOYO DIAGNÓSTICO Y TERAPÉUTICO	Técnicas y procedimientos diagnósticos y terapéuticos en circunstancias en que los servicios médicos así lo soliciten y que sean aceptados voluntariamente por el paciente.
CUIDADOS DE ENFERMERÍA	Atención en el cuidado de un paciente
EMERGENCIA	Atención a pacientes en estado de emergencia
ENFERMERÍA	Atención y ayuda a pacientes en su tratamiento y diagnóstico.
INTERNACIÓN	Servicio disponible para internar a un paciente
MEDICINA FAMILIAR	Atención al paciente y a la familia. Todas las edades y las enfermedades.

FUENTE: Geosalud - MSP https://geosalud.msp.gob.ec/geovisualizador/,
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Estos establecimientos de Salud, son los que prestan los servicios a la población de la parroquia Zapotillo; sin embargo, es importante mencionar que para los casos de salud que requieren mayor complejidad de atención, se hace uso de la Red Pública Integral de Salud, mediante el sistema de Referencia y Contrareferencia, donde se refieren los pacientes a los Hospitales de Segundo Y tercer nivel más cercanos dentro de la provincia o provincias vecinas.

8.3.3.11. Población económicamente activa.

Se considera como población económicamente activa (PEA) a aquellas personas de 10 años y más que trabajen al menos una hora, o se encuentren disponibles para trabajar.

Tabla 8-3-15. Población económicamente activa

SECTOR	POBLACIÓN	PET	% PET / POB	PEA	% PEA / PET	OCUPADO	DESOCUPADO	TASA OCUPACIÓN PEA
CENTRO CANTONAL ZAPOTILLO	5851	4872	83,27%	2625	53,88%	2361	264	89,94%

FUENTE: Censo de población y vivienda - 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Se considera población en edad de trabajar aquella con edades de 10 años y más, donde en la parroquia Zapotillo se observa que el 83% de la población total se encuentra en edad de trabajar. Por su parte, la PEA se compone de aquellas personas que se encuentran trabajando o están disponibles para trabajar, y se evidencia que alrededor del 54% de la población en edad de trabajar compone la PEA. Adicionalmente, se observa que la tasa de ocupación de la PEA se encuentra alrededor del 90%. Finalmente, es importante aclarar que la tasa de desocupación se compone por aquellas personas en edad de trabajar que se encuentran cesantes (sin trabajo después de haber trabajado alguna vez) o son trabajadores nuevos (por primera vez buscan un empleo).

- Ramas de actividad de la población económicamente activa.

Permiten identificar las ramas de actividad donde se encuentra ocupada principalmente la PEA de los sectores considerados.

Tabla 8-3-16. Rama de actividad

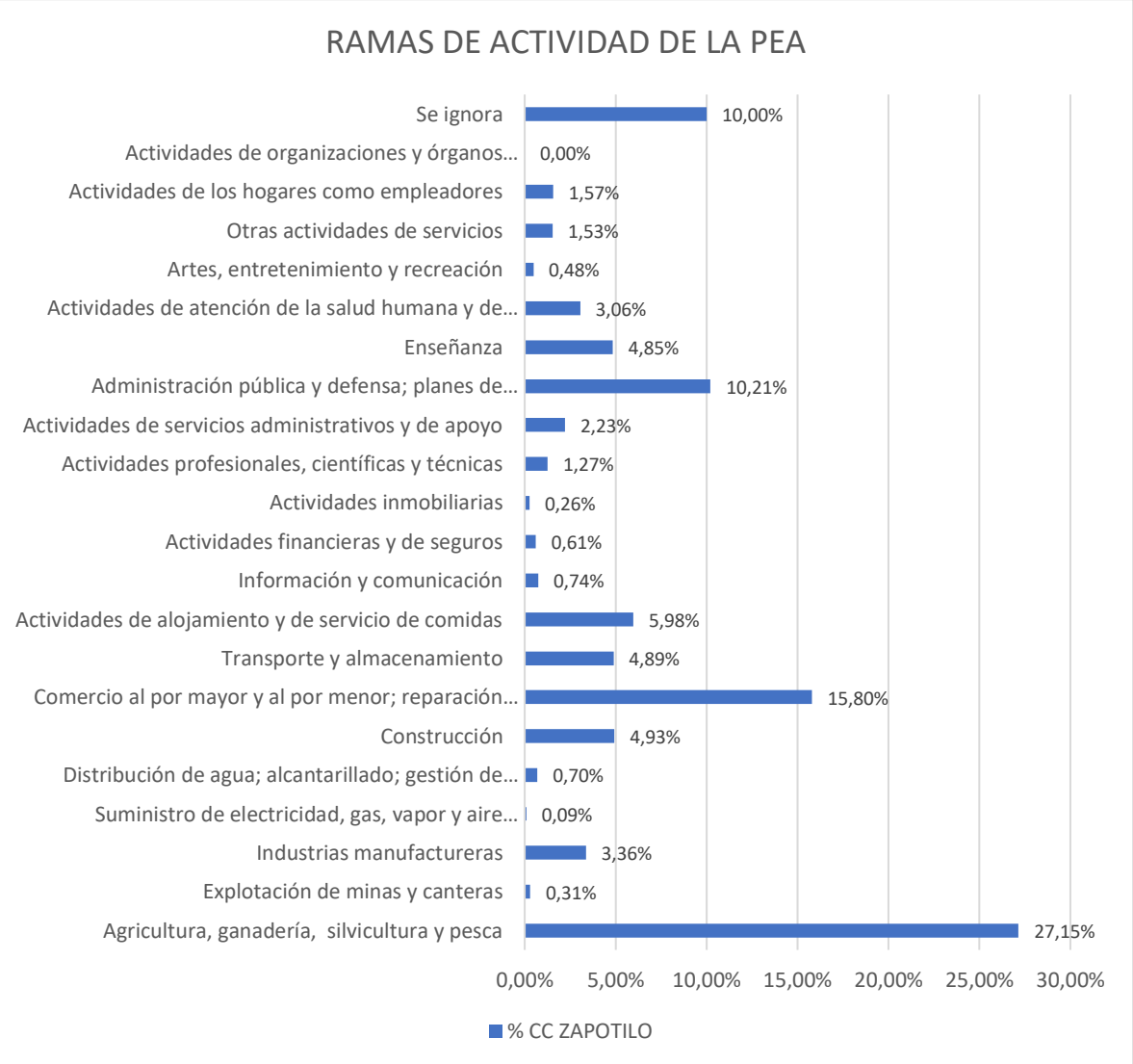
RAMA DE ACTIVIDAD	PARROQUIA ZAPOTILLO	
	CASOS	% CC ZAPOTILO
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	622	27,15%
Explotación de minas y canteras	7	0,31%
Industrias manufactureras	77	3,36%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	2	0,09%
Distribución de agua; alcantarillado; gestión de desechos y actividades de saneamiento	16	0,70%
Construcción	113	4,93%
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	362	15,80%
Transporte y almacenamiento	112	4,89%
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	137	5,98%
Información y comunicación	17	0,74%
Actividades financieras y de seguros	14	0,61%
Actividades inmobiliarias	6	0,26%
Actividades profesionales, científicas y técnicas	29	1,27%
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	51	2,23%
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	234	10,21%
Enseñanza	111	4,85%
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	70	3,06%
Artes, entretenimiento y recreación	11	0,48%
Otras actividades de servicios	35	1,53%

RAMA DE ACTIVIDAD	PARROQUIA ZAPOTILLO	
	CASOS	% CC ZAPOTILO
Actividades de los hogares como empleadores	36	1,57%
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0	0,00%
Se ignora	229	10,00%
TOTAL	2291	100,00%

FUENTE: Censo de población y vivienda - 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

La tabla resume en cantidad y porcentaje la población que labora en cada una de las ramas de actividad económica. Sin embargo, se presenta a continuación de manera gráfica, de modo que se pueda apreciar si existe diferente tendencia entre los sectores.

Figura 8-3-6. Ramas de actividad de la PEA



FUENTE: Censo de población y vivienda - 2022 – INEC **ELABORACIÓN:** Equipo consultor, 2026.

Se observa que, en la parroquia Zapotillo, predomina la PEA que se ocupa o se ha ocupado en el sector de Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, seguido de Comercio al por mayor y al por menor y Administración pública, como las actividades más representativas en las que se ocupa la población económicamente activa de la parroquia.

- **Pobreza por necesidades básicas insatisfechas.**

La pobreza por necesidades básicas insatisfechas es un indicador directo de medición de la pobreza; es decir, considera las carencias de la población, más allá de su nivel de ingresos. Para la medición de la pobreza por necesidades básicas insatisfechas, se considera 5 dimensiones, las mismas que son: ACCESOA VIVIENDA; HACINAMIENTO; ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS; ACCESO A EDUCACIÓN; y, CAPACIDAD ECONÓMICA. Esta metodología considera a todas estas dimensiones y sus variables para la medición, asumiéndose como pobre un hogar que no cumpla con el umbral en cualquiera de sus dimensiones.

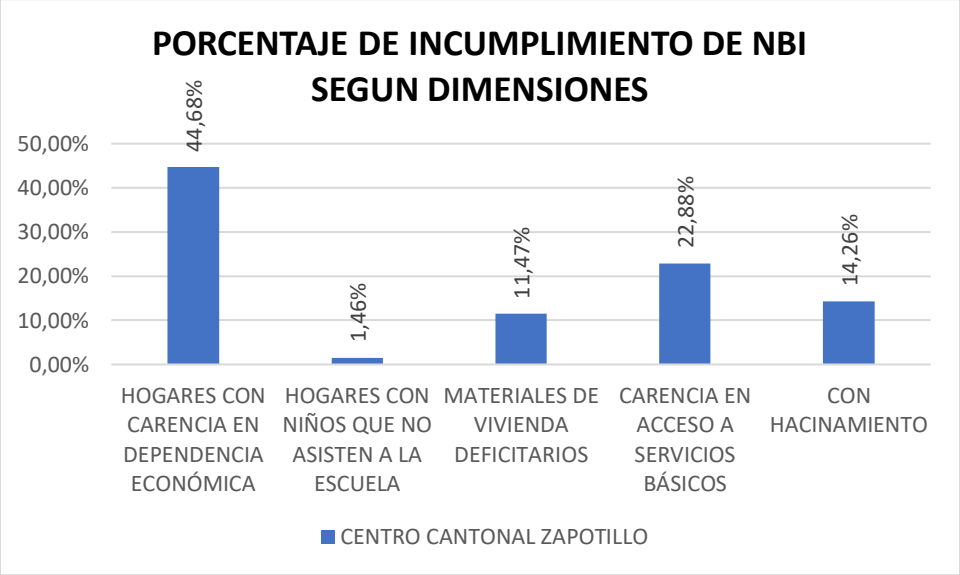
Tabla 8-3-17. Tasa Pobreza por NBI

SECTOR	NO POBRE	POBRE	TOTAL	TASA POBREZA POR NBI
ZAPOTILLO	2383	3452	5835	59,16%

FUENTE: Censo de población y vivienda 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo Consultor, 2026.

La tasa de pobreza por necesidades básicas insatisfechas en parroquia es del 59,16%, que implica que, de cada 100 personas 59 viven en hogares que no cumplen con alguna o algunas de las 5 dimensiones de las necesidades básicas. Ahora bien, para tener una idea de cuáles son las dimensiones que tienen mayor impacto en estas tasas de pobreza se presenta los porcentajes de población que no cumplen con las necesidades básicas contempladas en cada dimensión:

Figura 8-3-7. Porcentaje de incumplimiento de NBI según dimensiones



FUENTE: Censo de población y vivienda 2022 – INEC **ELABORACIÓN:** Equipo Consultor, 2026.

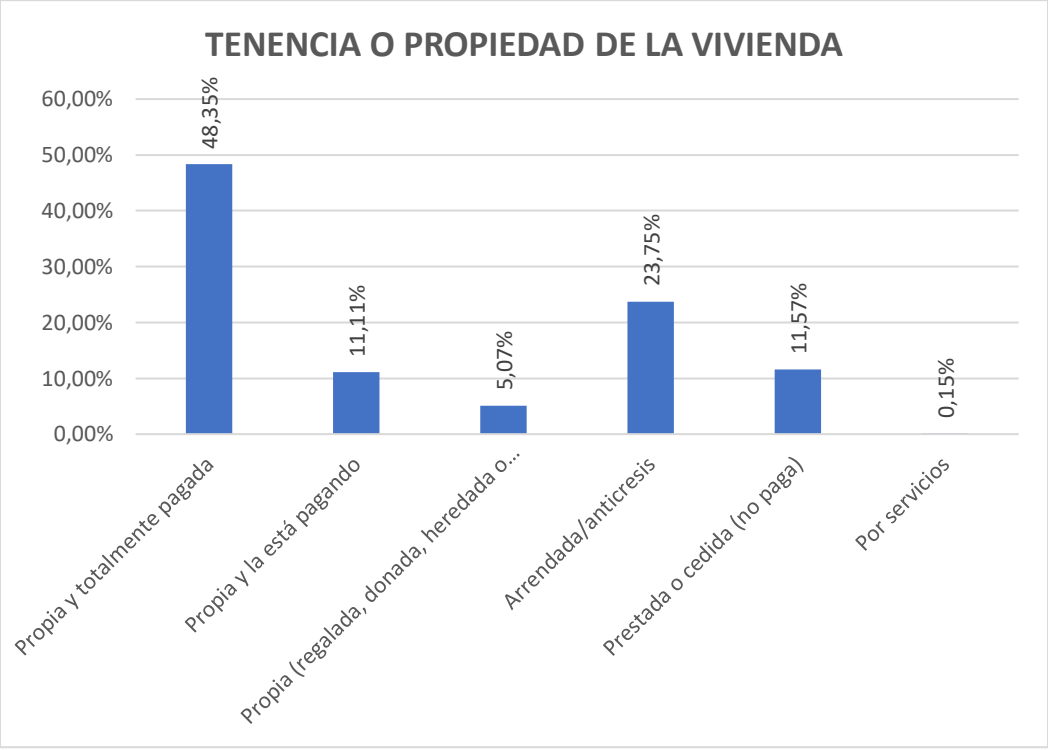
Se observa que, la dimensión que más peso tiene dentro de la tasa de pobreza por NBI es la de la dependencia económica, y eso se refiere a que la mayoría de hogares no cumplen con las variables que integran esta dimensión, que son: jefe de hogar con más de 4 años de escolaridad, o la existencia de un promedio de más de 3 personas por cada persona ocupada en el hogar. Además, se observa un fuerte peso también en el incumplimiento de Acceso a Servicios básicos, donde se encuentran contempladas las variables de: Servicio higiénico conectado a red pública, pozo séptico, o biodigestor, agua para consumo humano de fuente de red pública o junta de agua, y, conexión de agua por tubería dentro de la vivienda.

Por su parte, el hacinamiento también es una variable de peso dentro de la tasa de pobreza por NBI, esto es, población que vive en hogares donde existe un promedio de más de 3 personas por dormitorio. Por otra parte, en cuanto a los materiales de la vivienda, se observa que estos aportan también con más del 10% a la tasa de pobreza, y es que aquí se contempla materiales del piso y paredes. Por lo tanto, a continuación, se presenta una descripción de variables relacionadas a las condiciones de vivienda y acceso a servicios, donde algunas son parte del indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas; y que, por lo tanto, presentan una idea a cerca de los factores que inciden en la condición de pobreza de la población de la parroquia de estudio.

8.3.3.12. Vivienda y características del hogar

Para realizar el análisis de datos correspondientes a las características de la vivienda y del hogar, se presenta a continuación las variables relacionadas a la tenencia o propiedad de la vivienda, tipo de vivienda, y los materiales predominantes de la misma; así como, la dotación de servicios en los hogares.

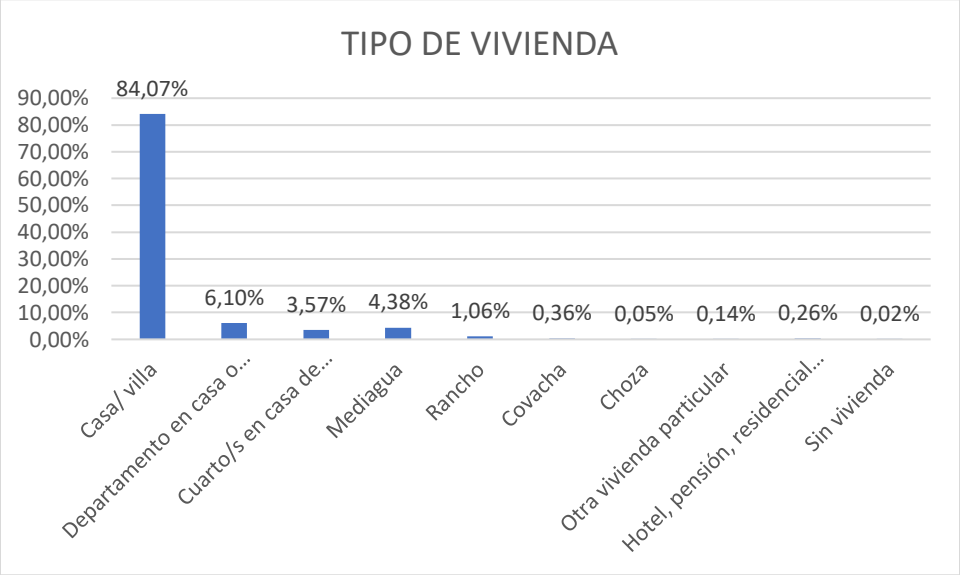
Figura 8-3-8. Tenencia o propiedad de la vivienda



FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC **ELABORACIÓN:** Equipo consultor.

Se observa que alrededor del 48% de la población vive en vivienda propia y totalmente pagada, seguida de aquellas personas que viven arrendando, aquellas que habitan en casas prestada, y en menores porcentajes aquellos que tienen casa propia y la están pagando.

Figura 8-3-9. Tipo de vivienda



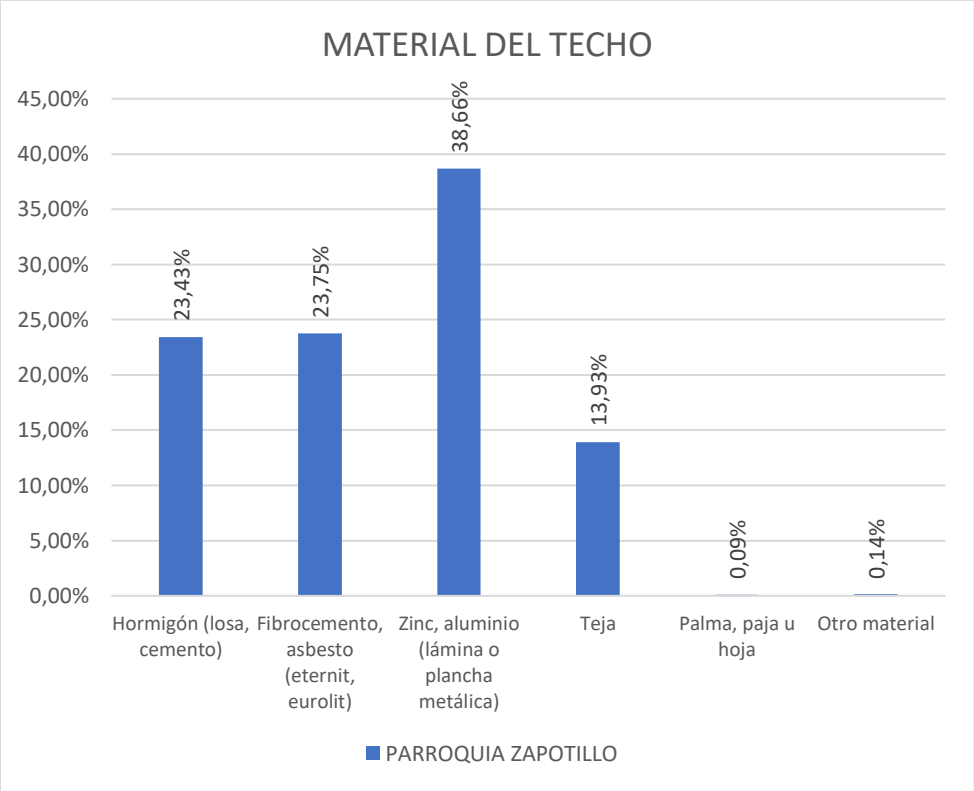
FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

El tipo de vivienda predominante es el de casa o villa, representando más del 84% de la totalidad de la población, donde además se videncia que los otros tipos de residencia representan menos del 7% de manera individual.

- Materiales de la vivienda

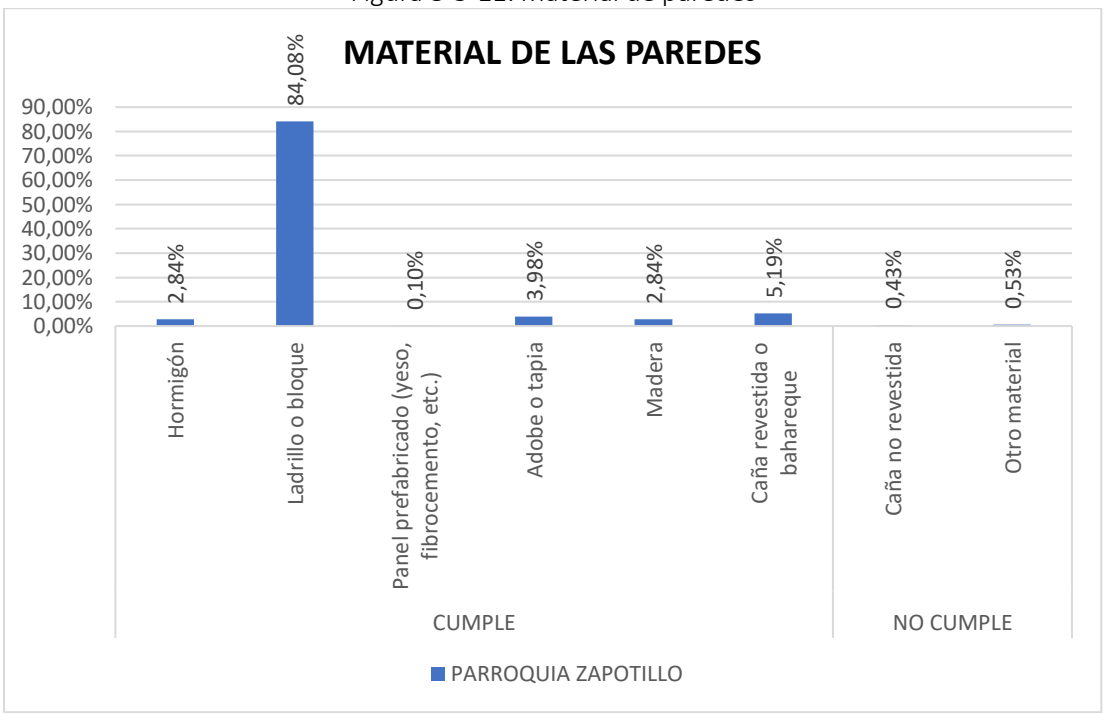
Dentro de los materiales del techo en las viviendas en las que vive la población de la parroquia de estudio, predominan el zinc, seguido del hormigos y asbesto, y en menos medida la teja.

Figura 8-3-10. Material del techo



FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC **ELABORACIÓN:** Equipo consultor, 2026.

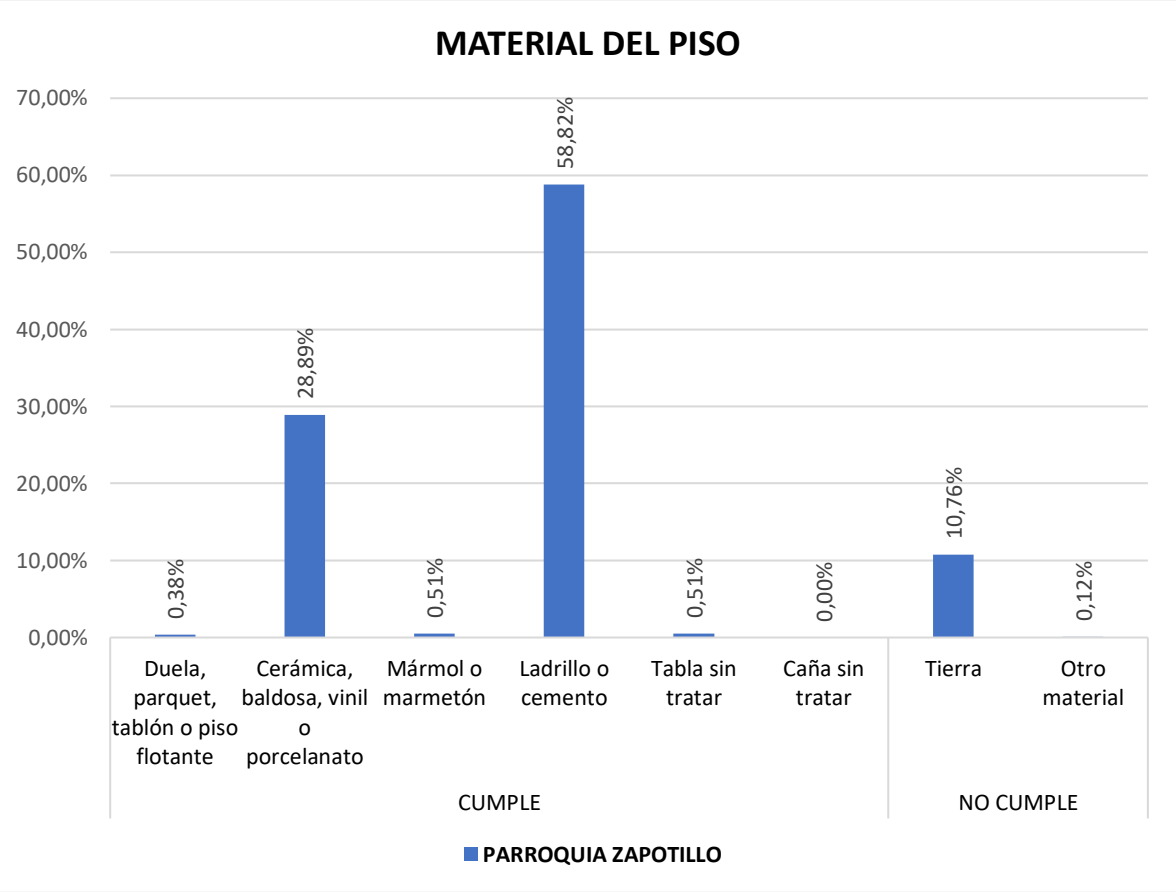
Figura 8-3-11. Material de paredes



FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC **ELABORACIÓN:** Equipo consultor, 2026.

Esta variable constituye uno de los indicadores de Necesidades Básicas Insatisfechas, donde el umbral para considerar como insatisfecha la necesidad de Paredes de la vivienda es caña revestida o bahareque. Por lo tanto, como se observa, en el área de estudio, la mayoría de casas son de ladrillo o bloque, seguidas, en menor representatividad, de aquellas de otros materiales. De esta forma, solo el 0,96% de la población vive en domicilios que no cumplen con los requerimientos mínimos para cumplir con esta necesidad básica. Es decir, este indicador aporta con solo 0,96% de pobreza, lo que permite concluir que no es un indicador mayormente incidente dentro de la tasa de pobreza la localidad.

Figura 8-3-12. Material de piso



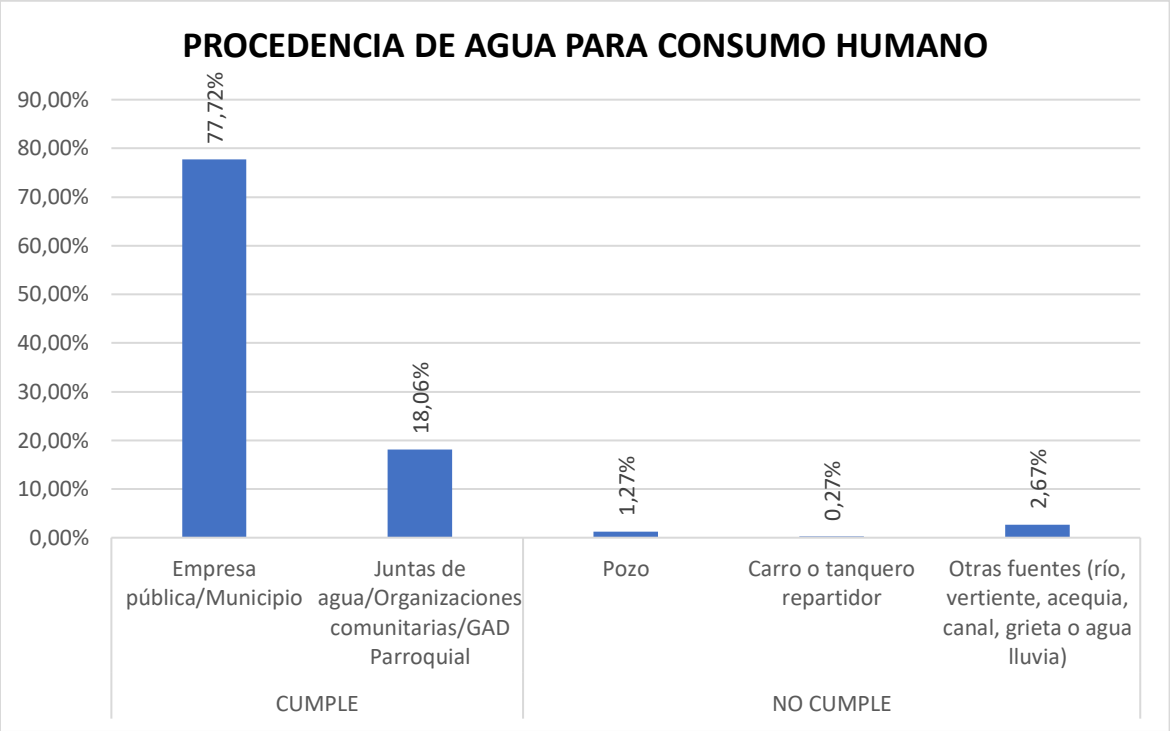
FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Esta variable también constituye uno de los indicadores de Necesidades Básicas Insatisfechas, donde el umbral para considerar como insatisfecha la necesidad de materiales del piso de la vivienda es piso de caña. Por lo tanto, en la parroquia de estudio, la mayoría de casas cuentan con piso de Ladrillo o cemento o de Cerámica, baldosa o vinilo. Sin embargo, existe un importante porcentaje de casas que mantienen pisos de tierra, que no permite considerar cumplida o satisfecha esta necesidad. Aportando con un 10,88% a la tasa de pobreza por NBI.

- Acceso a servicios básicos

En la dimensión de acceso a servicios básicos, se ha considerado aquellos que están contemplados dentro de las necesidades básicas insatisfechas.

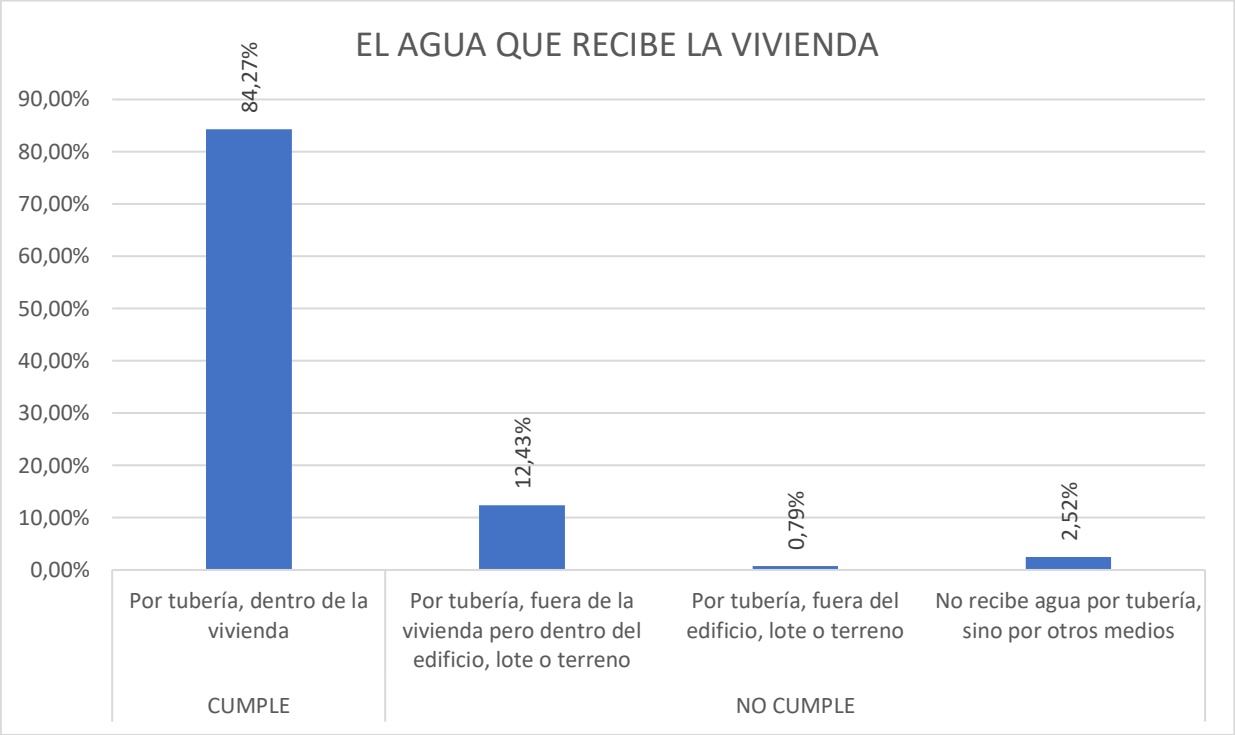
Figura 8-3-13. Procedencia de agua para consumo humano



FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Para que se considere cumplida esta necesidad, la población debe acceder a agua de red pública. Por lo tanto, se aprecia que la mayoría de la población cumple con esta necesidad básica. Es decir, reciben agua de Empresas públicas o municipio, o de Junta de Agua / Organizaciones comunitarias / GAD parroquial. Sin embargo, no se debe ignorar los porcentajes de casi 4,19% de población que consume agua insegura.

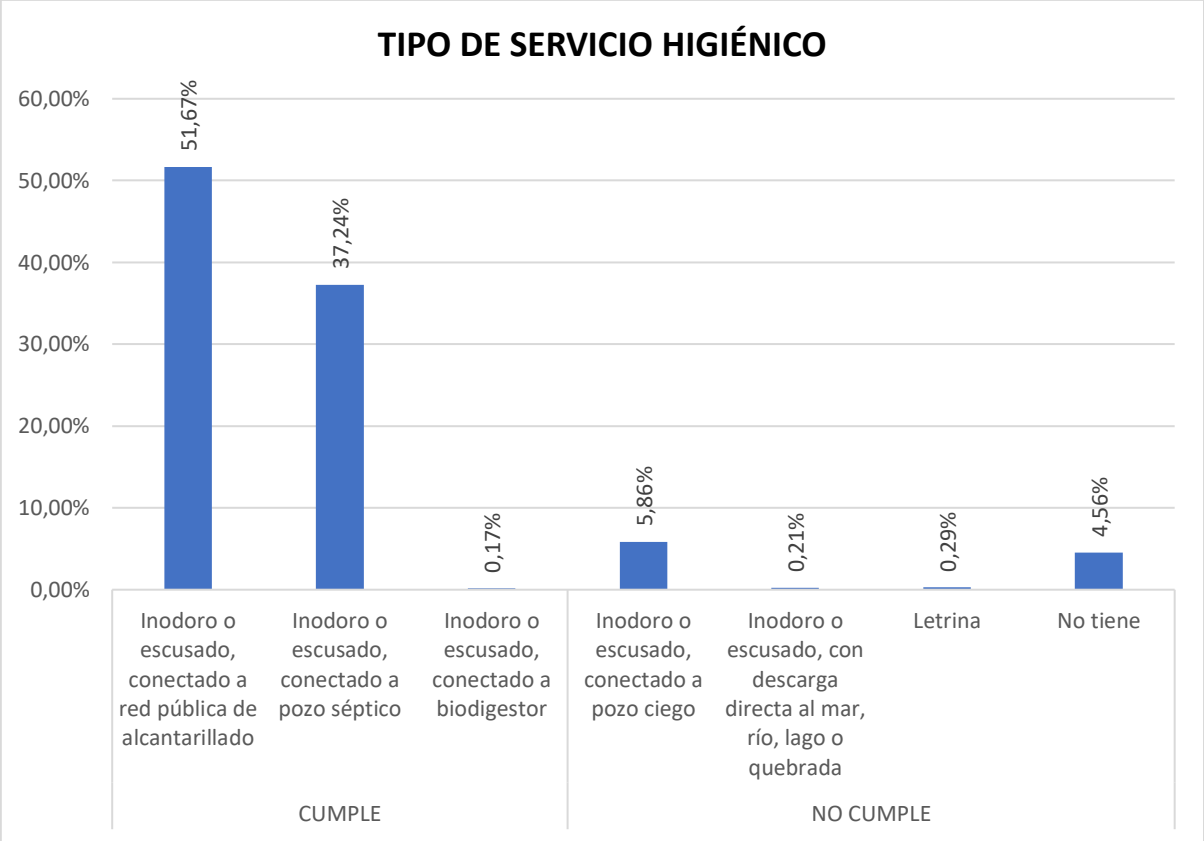
Figura 8-3-14. Agua que recibe la vivienda



FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

El límite para considerar satisfecha esta necesidad es contar con tubería dentro de la vivienda. Por lo tanto, se observa que la mayoría de la población pertenece a hogares que reciben el agua por tubería dentro de la vivienda. Más, sin embargo, existe al menos un 15% de la población que tiene la conexión de agua para consumo humano fuera de su domicilio, lo que hace que estas personas se encuentren en la categoría de pobreza por incumplir con esta necesidad básica.

Figura 8-3-15. Tipo de servicio



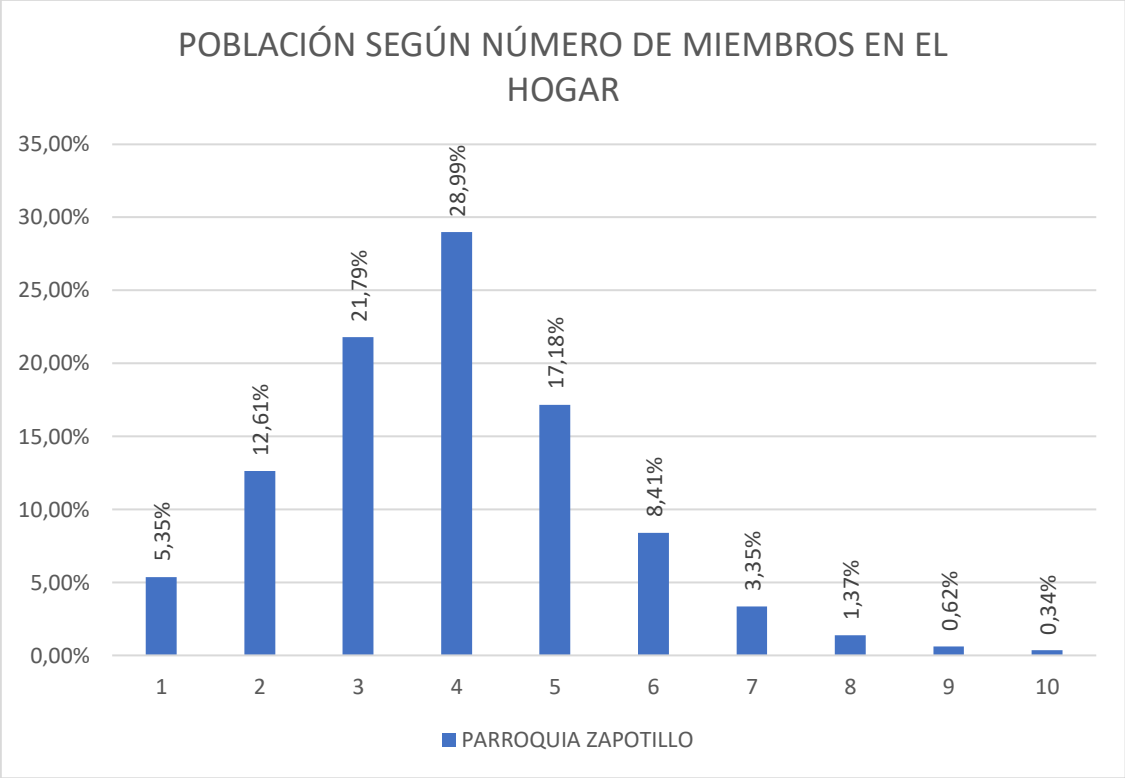
FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Esta variable relacionada a la eliminación de excretas, se considera satisfecha si en el hogar se dispone de al menos una conexión a pozo séptico o biodigestor. Es así que, en el sector de estudio, la mayoría de la población, superando el 89,08%, cumple con esta necesidad básica. Sin embargo, existen porcentajes importantes de la población que no tienen acceso a un sistema de eliminación de excretas, por lo que, estarían generando descargas directamente en el medioambiente.

- Tamaño del hogar y hacinamiento.

Si bien el hacinamiento constituye una de las variables de la medición de las Necesidades Básicas Insatisfechas, para su análisis se parte desde el tamaño de los hogares.

Figura 8-3-16. Población según número de miembros del hogar



FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Se observa que la mayoría de la población vive en hogares conformados por un número de entre 3 y 5 integrantes, siendo, el hogar típico el conformado por 4 integrantes.

Con estos resultados, se obtiene el tamaño promedio del hogar, mismo que resulta de la siguiente manera:

Tabla 8-3-18. T tamaño promedio del hogar

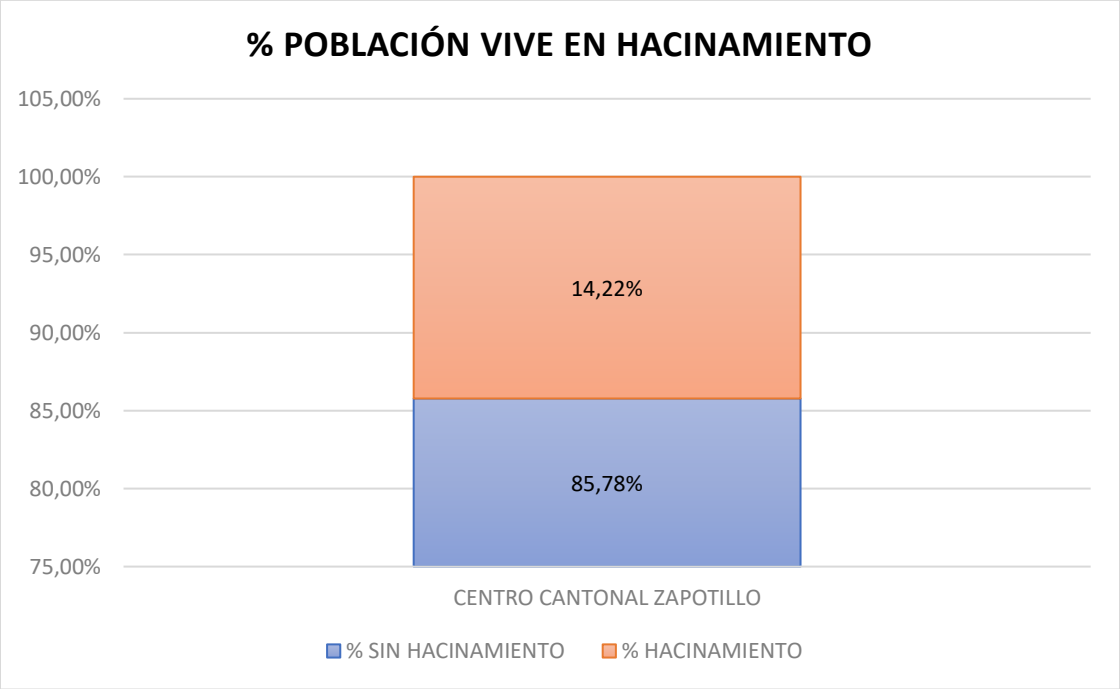
SECTOR	HOGARES	POBLACIÓN	PROMEDIO
PARROQUIA ZAPOTILLO	1858	5851	3,15

FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

Donde se observa que a nivel general los hogares se componen en promedio por 3,15 habitantes, es decir entre 3 y 4 integrantes.

A continuación, se presenta la dimensión del hacinamiento.

Figura 8-3-17. Porcentaje población vive en hacinamiento



FUENTE: Censo de población y vivienda – 2022 – INEC
ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2026.

La dimensión de hacinamiento mide el número de personas que duermen dentro de un mismo dormitorio exclusivo en la vivienda; se considera un hogar con hacinamiento cuando existe un promedio de más de 3 personas por dormitorio. Por lo tanto, se observa que el 14,22% de la población vive en condiciones de hacinamiento; siendo también un porcentaje que aporta de manera significativa a la tasa de pobreza por NBI.

8.3.4. Línea Base Social área de Influencia directa.

En este numeral se desarrolla la descripción y el análisis de los principales indicadores de la encuesta aplicada para determinar la situación socio económica cultural y organizativa del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto fotovoltaico La Ceiba, Cantón Zapotillo Provincia de Loja, bajo un muestro calculado de la población del área de influencia directa de Catamahillo de 42 hab. y de la Ceiba Chica 49 hab. presentado en tablas y graficas. Los principales resultados se detallan a continuación.

Tabla 8-3-19. Listado de informantes calificados – Catamahillo.

Coordenada Geográfica		Altitud m s.n.m.	Encuestado	Teléfono
Este X	Norte Y			
584834	9517534,61	236,3	Federico Wilmer Sánchez Moncada	-
584834,78	9517542,68	236,3	Amparito Hernández Gálvez	990308682
584833,21	9517556,94	236,3	Verónica Ajila Romero	997539662
585346,54	9518404,88	236,3	Ilde Gálvez Jumbo	997671888
585338,76	9518417,49	223	Franco Porras Gálvez	-

Coordenada Geográfica		Altitud m s.n.m.	Encuestado	Teléfono
Este X	Norte Y			
585345,09	9518413,06	296,7	Fulvia Castro	-
585353,99	9518384,28	245,4	Nelson Valdiviezo	980384274
585390,65	9518408,06	225,5	Mariela Sánchez Gonzales	988525766
584850,04	9517545,65	236,3	Ninfa Piedad Santos Rodríguez	-
584819,42	9517555,61	236,3	Ronal Gálvez Gálvez	-
584849,83	9517540,79	236,3	Mariuxi Álvarez Gutiérrez	993859505
585108,75	9518053,56	237,66	Orlando Porres Gálvez	-
585337,65	9518414,17	247,39	Javier Sánchez Castro	983627576
585348,88	9518388,82	232,58	Disney Manuel Castro Hernández	-
585363,19	9518408,27	227,85	Luis Fernando Porras Hernández	997407426
585367,87	9518374,31	251,26	Lisseth Paulina Torres Freire	959144834
585018,42	9517956,53	213,7	Landya Johan Castro Hernández	990723575
585268,96	9518355,05	215,93	Victoria Teresa Hernández Gálvez	979626659
585005,79	9517950,12	176,81	Cindy Santiesteban	-
585327,21	9518384,72	231,28	Juan Carlos Frías Becerra	-
585036,39	9517980,31	212,1	Galo Oswaldo Gálvez Flores	988891101
585894,07	9519079,41	176,83	Domitila Barba	-
585349,74	9517971,64	176,81	Jhon Vicente mora	-
584968,77	9517869,4	234	Rocío Torres	-
585301,93	9518324,86	234	Jefferson Manuel Castro Gálvez	985649697
585762,93	9518107,53	236,12	Juan Olegario Hernández Gálvez	-
585342,43	9518412,18	233,6	Zuly Teresa Castro Hernández	986825939
586029,29	9519297,43	262,44	Geovanny Moncada	-
586088,51	9519241,11	262,44	Luis Moncada Girón	-
585374,37	9517989,51	242,2	Walter Sánchez	-
584832,11	9517527,43	236,3	Patricio Sánchez	-
584933,31	9517860,54	261,63	Jimmy Moncada	-
584891,57	9517858,23	233,43	Fernando Raón Carrión	-
584957,48	9517930,85	131,21	Isabel Rogel Malla	967665190
584899,69	9517864,54	186,7	Nancy Castillo	959525110
584916,56	9517862,2	249,5	Diego Ramón	-
584915,67	9517854,02	256,2	Luis Ramón	-
584911,56	9517860	239,7	Amparito Loyola	-
584928,75	9517846,27	211,5	Luis Loyola	-
584969,49	9517836,75	211,5	Willian Requena Vidal	-
585269,42	9518356,6	234	Rocio Castillo	-
585343,53	9518421,92	233,6	Ismeny Castillo Godos	-
585307,25	9518383,77	233,6	Gloria Amaningo	-
586087,01	9519261,43	262,44	Melissa Añazco	-
586087,23	9519260,99	262,44	Nancy del Pilar Olaya	-
584441,21	9517147,75	202,9	Diego Jiménez Monja	-

Coordenada Geográfica Este X	Coordenada Geográfica Norte Y	Altitud m s.n.m.	Encuestado	Teléfono
583760,29	9515174,43	183	José Granda	-

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026.

Tabla 8-3-20. Listado de informantes calificados– Ceiba Chica.

Coordenada Geográfica Este X	Coordenada Geográfica Norte Y	Altitud m s.n.m.	Encuestado	Teléfono
587097,43	9523503,44	246,6	Alex Becerra Santos	-
587102,1	9523487,19	246,7	Segundo Miguel Becerra Santos	-
587091,12	9523496,91	246,6	Merci Elizabeth Gálvez Gálvez	-
587063,75	9523477,09	249,03	José Julián Porres Gonzaga	982659206
587094,56	9523476,12	260,77	Elida Ruiz	-
587091,66	9523508,86	246,6	Edgar Severino	-
587093,33	9523501,45	246,6	María Celi Zapata	-
586817,84	9523378,14	245,5	Ana Celi	-
586903,79	9523386,96	245,8	Luis Oswaldo Soto	-
586904,35	9523385,52	245,2	Roberto Carreño	-
586936,17	9523299,4	245,5	Estefanía carrera	-
586969,68	9523291,24	245,5	Luis Celi Zapata	-
587024,28	9523369,09	249,4	Fernando Carreño	-
587081,08	9523324,13	247,8	Diego Soto Ruiz	-
586993,55	9523409,63	245,2	María Severino	-
586993,55	9523409,63	245,2	Maritza Jiménez	-
587113,12	9523617,82	248,1	Marco Jiménez Monja	-
587105,92	9523628,1	248,4	Marlon Ruiz	-
586901,52	9523326,91	245,5	Ana Paula Rodríguez	-
586968,47	9523287,92	249,4	Manuel Hidalgo Godos	991452934
586987,99	9523309,49	249,4	Alexander Córdoba	-
587003,19	9523407,42	245,2	Derlys Mite Hidalgo	-
587006,29	9523406,09	245,8	Pamela Mite Hidalgo	-
587134,95	9523604,23	248,1	Rosa Hidalgo	988132276
587043,07	9523534,53	246,6	Yanet Ruiz	-
586921,63	9523373,83	245,5	Violeta Ruiz	-
587137,39	9523609,21	248,1	Deysi consuelo Ortiz Villalta	-
587152,69	9523594,84	248,1	Segundo Severino zapata	-
587142,03	9523603,24	248,1	Ligia Carreño	-
587119,21	9523608,99	248,1	Luz zapata	-
587099,91	9523627,46	248,1	Rosa Soto Sánchez	988869648
587059,14	9523552,67	246,7	Ramiro Guarnizo	-
587089,36	9523595,36	248,1	Junior Farfán Flores	-
587098,69	9523624,7	247,6	Betty Morales	-
586958,03	9523421,78	227,7	Efigenia Carreño	-
586957,36	9523411,94	276,66	Marcos Aurelio Jiménez Mendoza	-
586959,25	9523419,24	245,8	Daniela Judith Ceverino	-
587111,46	9523625,11	227,7	Nelly Carreño	-
587111,46	9523625,11	227,7	Claudo Enrique Severino Celi	-
587126,3	9523612,53	248,1	María Soto Sánchez	-
586840,57	9523378,81	245,8	Luis Alfredo Soto Soto	-
586904,35	9523357,05	246,3	Blanca Hermita Olaya Asunción	-

Coordenada Geográfica Este X	Norte Y	Altitud m s.n.m.	Encuestado	Teléfono
586911,67	9523359,71	245,5	Marita Castillo Castillo	-
587121,51	9523613,13	248,1	Carlos Rentería Morales	-
587171,44	9523612,67	248,1	Geovanny Córdoba Requenes	-

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026.

No fue posible obtener los números de contacto de la totalidad de los encuestados, debido a que algunos informantes no disponían de este medio de comunicación o decidieron no proporcionarlo de manera voluntaria durante la encuesta, debido a los principios de confidencialidad, seguridad y privacidad de la información. Esta situación no afecta la validez, representatividad ni la trazabilidad del proceso de recopilación de información, el cual fue desarrollado conforme a la metodología establecida para el estudio

8.3.4.1. Demografía.

- Población

Tomando en cuenta la encuesta desarrollada en el área de influencia directa de Catamahillo, es de 110 habitantes y de la AID de La Ceiba Chica 141 habitantes. La población de la AID de Catamahillo en el muestreo realizado por sexo representa la población masculina el 49% y 51% son del sexo femenino.

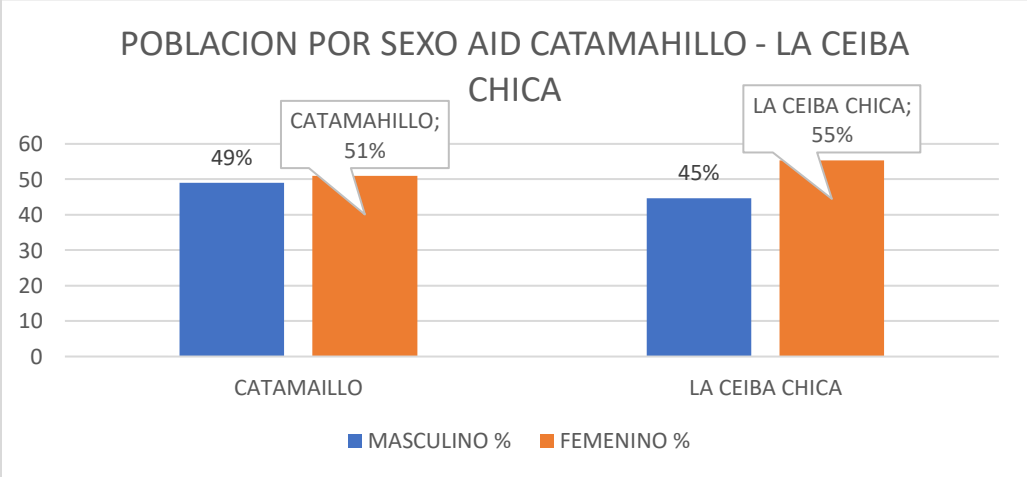
Tabla 8-3-21. Población por Sexo AID Catamahillo- La Ceiba

AID	MASCULINO	%	FEMENINO	%	TOTAL
CATAMAHILLO	54	49	56	51	110
LA CEIBA CHICA	63	45	78	55	141

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Entretanto en la AID de la Ceiba Chica, la población masculina representa el 45% y el 55% son de sexo femenino, como indica la presente grafica

Figura 8-3-18. Población por Sexo AID Catamahillo – La Ceiba Chica



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

El promedio de miembro de las familias de las áreas de influencia para el área de Catamahillo es de 2,59 promedio y de la Ceiba Chica es de 2,78, a nivel de número de familias el promedio en Catamahillo tenemos 25,67 familias y 56,78 en la Ceiba Chica.

Tabla 8-3-22. Promedio de miembro de las familias

AID	Promedio de miembros de la familia	Promedio se familia AID
Catamahillo	2,59	25,67
Ceiba Chica	2,78	56,78

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

- Población por rangos de edad

En las áreas de influencia directa, la población se asienta en mayor porcentaje en la Ceiba Chica entre los rangos de edad adulta - joven entre los 25 a 39 años, que son las edades de mayor actividad económica productiva representando por el 24% de la población, seguida de la edad de la infancia temprana e infancia entre los 0-4 años con el 10% de la población.

La población adolescente entre los 15-19 años edad de los estudios secundarios, representa el 9%, los jóvenes comprendidos entre 20 a 24 años representa el 7%, en si con estos indicadores tenemos una población con características socio económicas que se reflejan en una población estudiantil y población con edad para producir, porque muy pocos de los jóvenes acceden al tercer nivel de educación superior.

Tabla 8-3-23. Edad por rango de edad AID de Catamahillo- La Ceiba Chica

AID Catamahillo			AID La Ceiba Chica		
Rango de Edad	Total por rango	%	Rango de Edad	Total por rango	%
0 a 4 años	8	6	0 a 4 años	14	10
5 a 9 años	8	6	5 a 9	12	9
10 a 14 años	8	6	10 a 14	5	4
15 a 19 años	8	6	15 a 19	13	9
20 a 24 años	3	2	20 a 24	10	7
25 a 29 años	5	4	25 a 29	9	6
30 a 34 años	**43**	31	30 a 34	12	9
35 a 39 años	15	11	35 a 39	12	9
40 a 44 años	12	9	40 a 44	8	6
45 a 49 años	10	7	45 a 49	7	5
50 a 54 años	2	1	50 a 54	11	8
55 a 59 años	5	4	55 a 59	4	3
60 a 64 años	1	1	60 a 64	7	5
65 a 69 años	3	2	65 a 69	8	6

70 a 74 años	5	4	70 a 74	6	4
80 a 84 años	2	1	75 a 79	0	0
85 a 89 años	2	1	80 a 84	3	2

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

En la área de Catamahillo la población comprendida entre los 30 a los 39 años representa el 42% , población normalmente dedicada a la producción y a las actividades económicas, la zona de igual forma presentan poblaciones adolescentes -juvenil en porcentajes menores del 8%, y poblaciones adulto mayor (65-74 años) en el orden del 6%, entre los dos rangos de edad.

8.3.4.2. Migración

- Migración Externa

La movilidad humana en los últimos años, se presentan según la encuesta realzado se da en La Ceiba Chica y no así en Catamahillo, teniendo a 9 personas en esta condición de movilidad (fuera de la comunidad), los motivos son esencialmente económicos (trabajo), salieron hacia los EEUU.

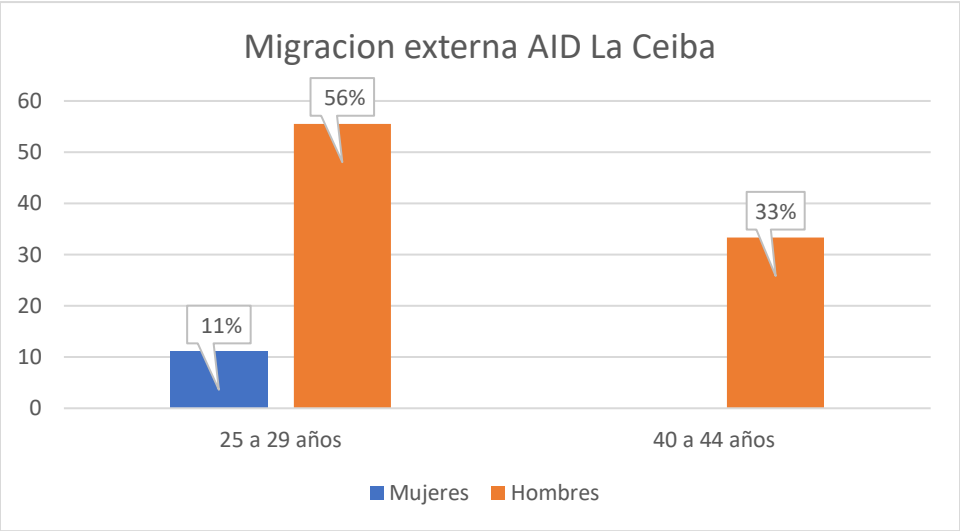
Tabla 8-3-24. Migración externa AID La Ceiba Chica

Rango de Edad	Mujeres	Hombres	Total por Rango
25 a 29 años	1	5	6
40 a 44 años	0	3	3
Total			9

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

De los 9 casos presentados el 67% está en el rango edad de los 25 a 29 años, rango de mayores posibilidades económicas productivas, de los cuales la mayoría son hombres con el 56 % de los casos presentados, entre tanto las mujeres representan el 11%. En el mayor rango de edad entre los 40 a 44 años solo los hombres los que migraron, representando el 33% del total de los casos que salieron del país. Los casos presentados en movilidad humana en su totalidad representan el 6,33 % frente a la población considerada en el estudio.

Figura 8-3-19. Migración Externa AID La Ceiba

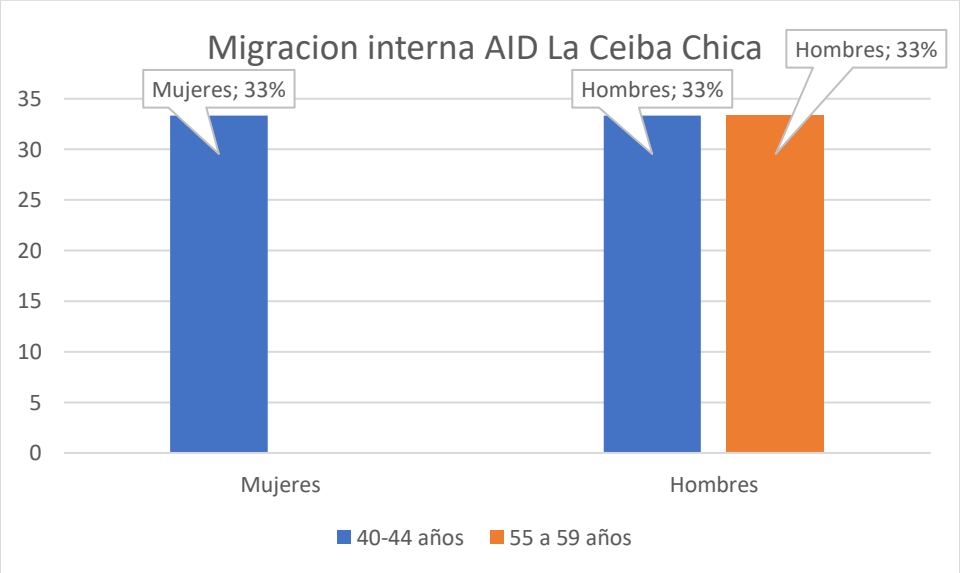


ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

- Migración interna

En las áreas de influencia del proyecto, no es significativo la movilidad humana de la población (personas fuera de la comunidad), en el estudio se han presentado 3 casos en la Ceiba Chica, de las cuales 2 casos están en los rangos de edad de 40-44 años y uno en los rangos de los 55 a 59 años, que practica están en una edad adulta, saliendo hacia la Provincia de El Oro y Loja por motivos laborales.

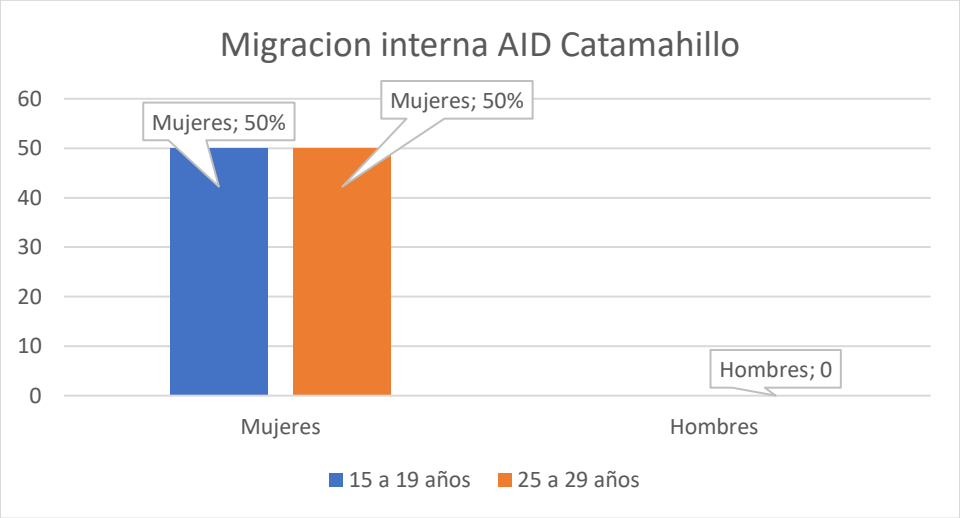
Figura 8-3-20. Migración interna AID La Ceiba Chica



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

En el área de influencia de Catamahillo se ha identificado dos casos en rangos de edad 15-19 años adolescentes y jóvenes entre 25 a 29 años, por motivos educativos, trasladándose a la ciudad de Loja, año de salida 2024, todas siendo mujeres.

Figura 8-3-21. Migración interna AID Catamahillo



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

8.3.4.3. Conocimiento histórico del territorio

Sobre la pregunta del conocimiento del número de familias fundadoras de las dos áreas de influencia directa como Catamahillo y La Ceiba Chica, nos indica los temas de identidad y el cambio y transformación del espacio, su desconocimiento nos podría indicar la perdida de identidades colectivas como el sentido de pertenencia y de cohesión social por los aspecto culturales, económicos, sociales que se dieron y que el día es posible que no estén presentes en la memoria colectiva.

Tabla 8-3-25. Conocimiento sobre las familias fundadoras La Ceiba- Catamahillo

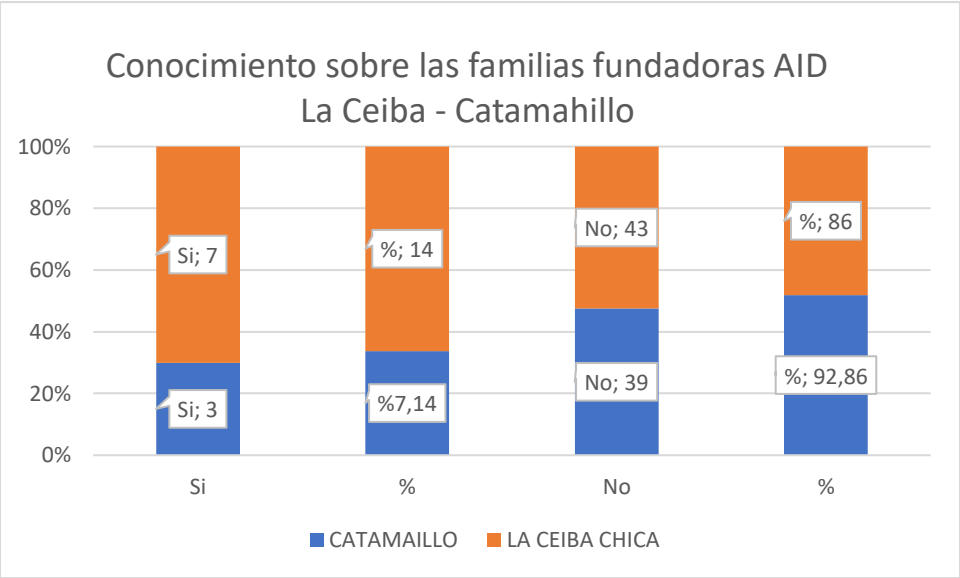
AID	Si	%	No	%	Total	No Familias fundadoras
CATAMAHILLO	3	7,14	39	92,86	42	25
LA CEIBA CHICA	7	14	43	86	50	17

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

En el área de influencia directa de Catamahillo sobre el conocimiento de cuantas familias fundaron la comunidad nos indica, que no conocen representan el 92,86% y si conocen nos indican el 7,14%, esta última manifiestan que fue fundado con 25 familias

En la Ceiba Chica, esta tendencia el desconocimiento sobre las familias fundadoras representa el 86% y el 14%, si conocen, manifestando que se fundó con 17 familias.

Figura 8-3-22. Conocimiento sobre las familias fundadoras La Ceiba- Catamahillo



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026.

- **Familias fundadoras de las AID de Catamahillo y La Ceiba Chica**

Sobre las familias fundadoras en la comunidad de Catamahillo, sobre si pertenece o no a esta condición originaria, el 35,71% manifiestan que son de las familias fundadoras de la comunidad y la mayoría manifiestan que no pertenecen a las familias fundadoras (64,29%), notándose el desplazamiento de las generaciones locales para dar paso a nuevas familias o personas que vienen de afuera del área.

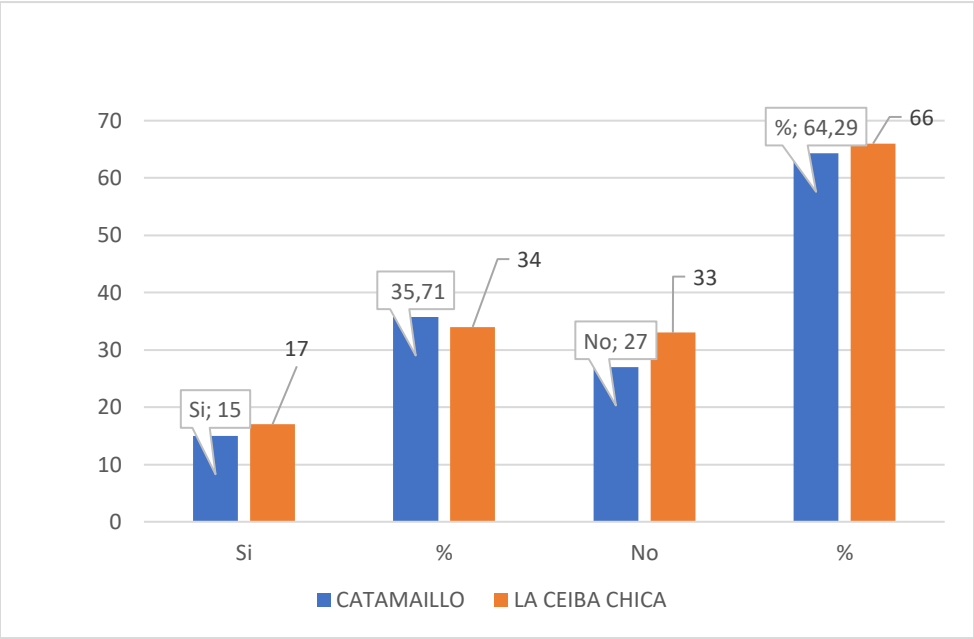
Tabla 8-3-26. Familias fundadoras de las AID Catamahillo – La Ceiba

AID	Si	%	No	%	Total
CATAMAHILLO	15	35,71	27	64,29	42
LA CEIBA CHICA	17	34	33	66	50

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

De igual manera en el área de la comunidad de La Ceiba Chica, las familias fundadoras son menor a las que no son, el 66%, entre tanto el 34% son parte de las familias fundadoras, la diferencia en si marcan la disminución de las poblaciones originarias frente a nuevas familias o población que se trasladan a la zona por distintas razones como se verá más adelante.

Figura 8-3-23. Familias fundadoras de AID Catamahillo- La Ceiba Chica



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

8.3.4.4. Lugar de nacimiento

Sobre el lugar de nacimiento la población encuestada nos indica que el 52,38% nacieron en Catamahillo y el 47,62% vinieron de otras áreas, indicándonos una constante movilidad hacia la comunidad.

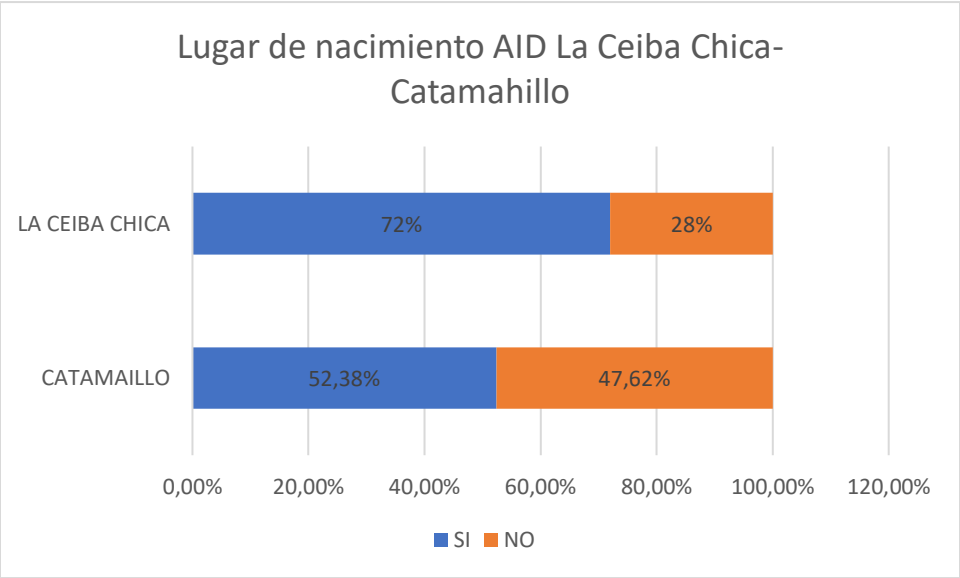
Tabla 8-3-27. Lugar de nacimiento de las AID Catamahillo- La Ceiba Chica

AID	Si	%	No	%	Total
CATAMAHILLO	22	52,38	20	47,62	42
LA CEIBA CHICA	36	72	14	28	50

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Entre tanto en la dinámica poblacional de la Ceiba Chica los nacidos en la comunidad representan el 72%, y los no nacidos el 28%, la movilidad que se observan sobre este indicador del lugar de nacimiento, aporta a la compresión de los procesos de movilidad humana entre distintas zonas por motivos socio económicos o culturales.

Figura 8-3-24. Lugar de nacimiento de las AID Catamahillo- La Ceiba Chica



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

La población no nacida en las aéreas de Catamahillo, presenta periodos de mayor o menor movilidad hacia la comunidad, es así que en los años 2020- al 2021 se registrar el 45% como el año que vinieron a la comunidad.

Tabla 8-3-28. Año que vino a la comunidad AID Catamahillo

Año que vino a la comunidad	%	Total
1965	5,00%	1
2000	5,00%	1
2008	5,00%	1
2010	5,00%	1
2015	10,00%	2
2016	10,00%	2
2018	5,00%	1
2019	5,00%	1
2020	25,00%	5
2021	20,00%	4
2024	5,00%	1
TOTAL	100,00%	20

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

La población no nacida en la comunidad de Catamahillo vinieron esencialmente de la ciudad de Loja 20% cantón Loja, y de los lugares cercanos a la misma comunidad como es Zapotillo el 50%, y con presencia de otros sectores del cantón Zapotillo como la Ceiba Grande (5%), Sabanilla (5%), Chabarango (5%), Jaguay Grande (5%) y de la ciudad de Cariamanga del cantón de Cariamanga

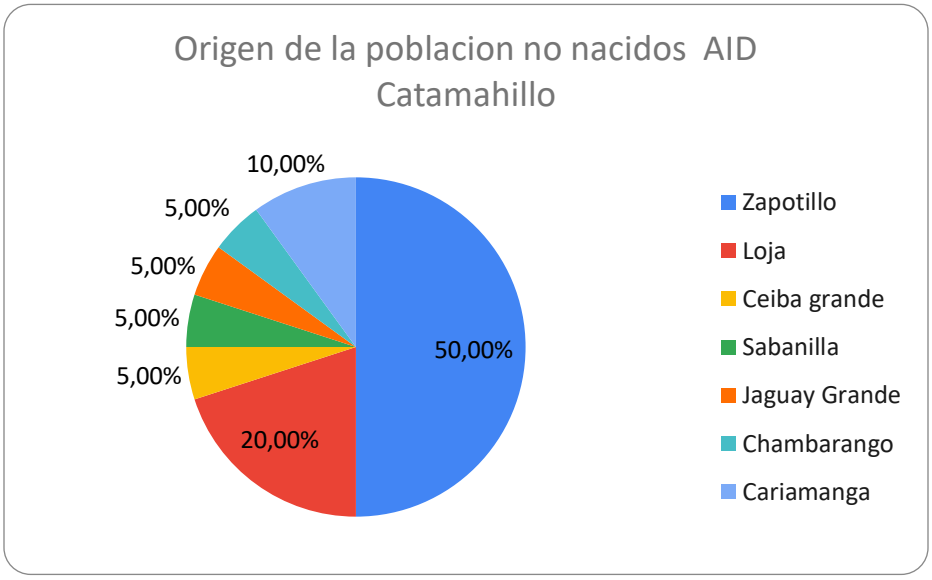
Tabla 8-3-29. Origen de la población no nacida en el AID Catamahillo.

De donde vino	Total
Lugar de Origen	

Zapotillo	50,00%	10
Loja	20,00%	4
Ceiba Grande	5,00%	1
Sabanilla	5,00%	1
Jaguay Grande	5,00%	1
Chambarango	5,00%	1
Cariamanga	10,00%	2
TOTAL	100,00%	20

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Figura 8-3-25. Origen de la poblacion no nacidos en la AID Catamahillo



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

En la área de influencia directa (AID) de La Ceiba Chica, las personas no nacidas en la comunidad vinieron esencialmente en los años 1995(14,29%), 2015(14,29%), 2021(14,29%), 2023 (14,29%), años que reciben o se asientan la población en mayor cantidad frente a los otros años, llegan de distintas partes del país, se observa una dinámica de movilidad periódica continua, siempre está recibiendo personas o familias.

Tabla 8-3-30. Tabla No Año que vino a la comunidad AID Catamahillo

Año que vino a la comunidad	%	Total
1989	7,14%	1
1995	14,29%	2
1996	7,14%	1
2010	7,14%	1
2013	7,14%	1
2015	14,29%	2
2016	7,14%	1
2019	14,29%	2

2020	7,14%	1
2021	14,29%	2
2023	14,29%	2
2025	7,14%	1
TOTAL	100,00%	14

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

La población no nacidos en el área de influencia directa del proyecto (AID) de La Ceiba, vienen de distintas partes del país inclusive del extranjero, así tenemos los siguientes orígenes de la población mencionada.

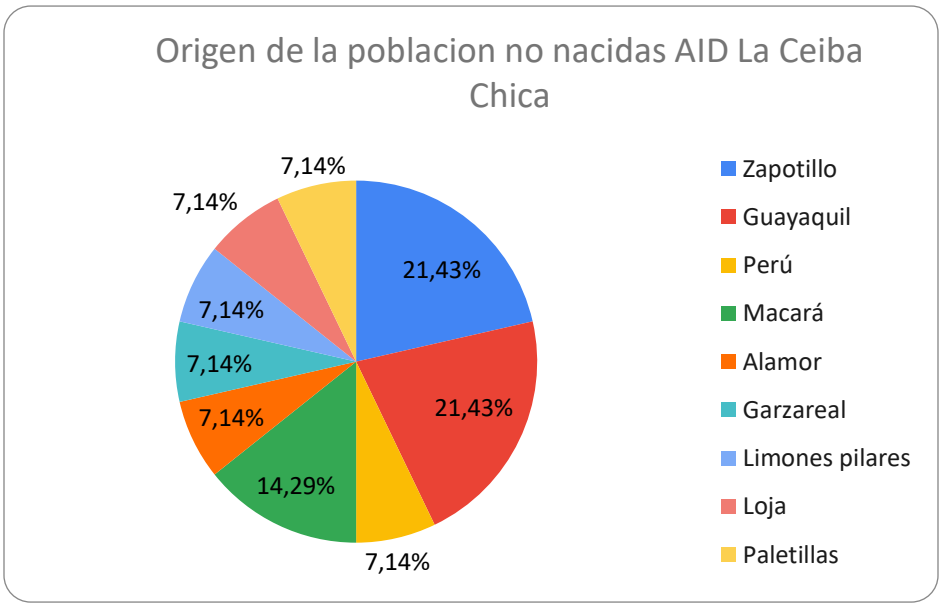
Tabla 8-3-31. Origen de la población no nacida en la AID La Ceiba Chica

De donde vino: Lugar de Origen	%	Total
Zapotillo	21,43%	3
Guayaquil	21,43%	3
Perú	7,14%	1
Macará	14,29%	2
Alamor	7,14%	1
Garzareal	7,14%	1
Limones Pilares	7,14%	1
Loja	7,14%	1
Paletillas	7,14%	1
TOTAL	100,00%	14

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Como podemos observar la población que vine de afuera de la comunidad, la de mayor incidencia es de la ciudad de Guayaquil con el 23,43%, del centro cantonal de Zapotillo con un 21,43%, a nivel del extranjero se tiene ciudadanos de nacionalidad peruana (7,14%) y de los cantones de Macara, Loja y Macara, y de las comunidades cercanas como Paletillas, Limones Pilatares y de la parroquia Garza Real.

Figura 8-3-26. Origen de la poblacion no nacida en la AID La Ceiba Chica



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

8.3.4.5. Movilidad humana

- **Personas que han llegado en el último año AID La Ceiba – Catamahillo**

En la comunidad de Catamahillo, se indica que dos personas han llegado en el 2025, que en si no inciden en los aspectos económicos, sociales entre otros aspectos de la vida cotidiana de la zona.

En cambio, en la comunidad de La Ceiba Chica el promedio de personas que han llegado a la zona es de 75 p, que nos podría estar indicando que la comunidad es de importancia socio económica en el área de influencia directa del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, esta población así mismo demandaría y estaría presionando los servicios sociales de la comunidad como educación, salud, vivienda y servicios básicos. Por observación directa efectivamente se puede considerar una zona agrícola dedicados a la producción arrocera que demanda jornaleros o trabajadores agrícolas.

Estas personas según la percepción de la gente encuestada vienen de las zonas costaneras del país es así que de Guayaquil (14%), Machala (10%), Santo Domingo (2%), Huaquillas (6%), de la costa en general (8%).

Tabla 8-3-32. Persona que han llegado en el último año al AID La Ceiba Chica

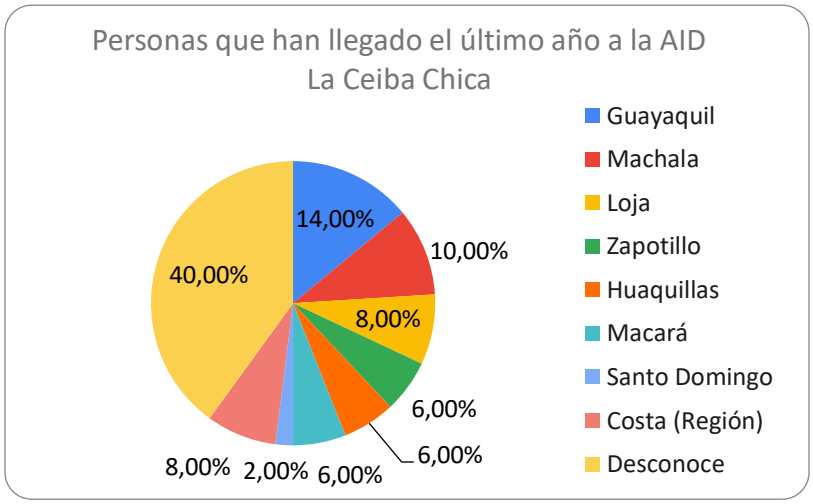
Desde que sitio llegaron	%	Total
Guayaquil	14%	7
Machala	10%	5
Loja	8%	4
Zapotillo	6%	3
Huaquillas	6%	3

Desde que sitio llegaron	%	Total
Macará	6%	3
Santo Domingo	2%	1
Costa (Región)	8%	4
Desconoce	40%	20
Total	100%	50

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

De la provincia de Loja, vienen de Loja (8%), de Macara (6%) y de Zapotillo el 6%, esta diversidad de áreas que vienen a la Ceiba Chica, en cierta forma le da una importancia dentro del área de influencia directa del proyecto, sea por sus servicios y actividades económicas, como veremos a continuación.

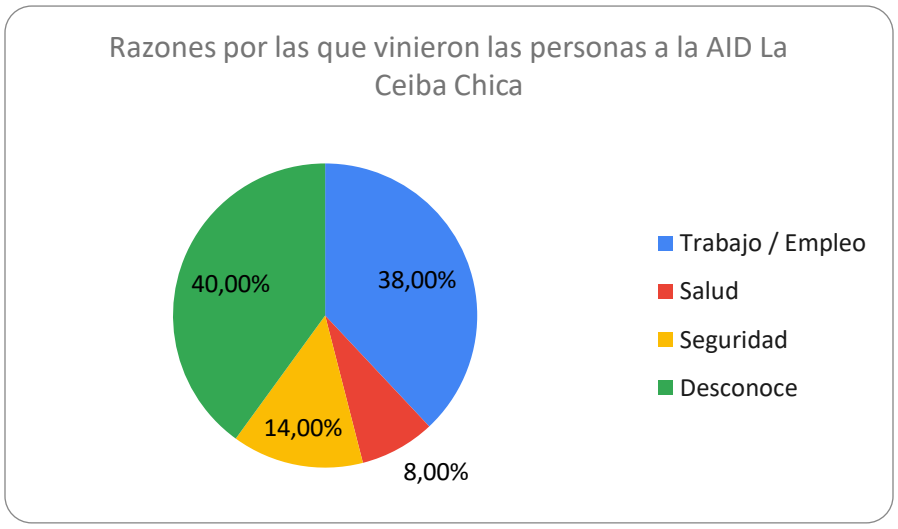
Figura 8-3-27. Personas que han llegado el último año a la AID La Ceiba Chica



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Las motivaciones de la presencia de las personas en la comunidad de La Ceiba Chica, por trabajo/ empleo (38%), salud (8%) y seguridad (14%), como se ha manifestado anteriormente, la población que llega también demanda servicios y acciones que necesitan para sostenerse en la comunidad.

Figura 8-3-28. Razones por las vinieron las personas a la AID La Ceiba Chica



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

8.3.4.6. Auto identificación étnica de las familias

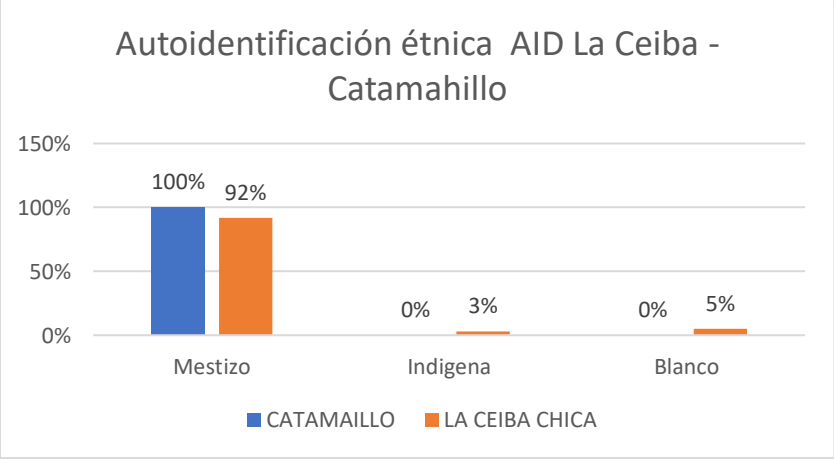
El auto reconocimiento cultural de la población de las áreas de influencia directa de Catamahillo se reconoce como mestiza el 100%, entre tanto en la Ceiba Chica está identificado por sus pobladores el 92% como población mestiza, 3% indígena y el 5% blanca

Tabla 8-3-33. Autoidentificación étnica de las AID Catamahillo- La Ceiba Chica

AID	Mestizo	Indígena	Blanco
CATAMAHILLO	100%	0%	0%
LA CEIBA CHICA	92%	3%	5%

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Figura 8-3-29. Autoidentificación étnica AID Ceiba Chica- Catamahillo



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

8.3.4.7. Idioma

De igual manera se reconoce al español en un 100% como el idioma empleado en las comunidades de Catamahillo y la Ceiba Chica.

8.3.4.8. Religión

En las áreas de influencia directa de Catamahillo y la Ceiba Chica, se practica la religión católica y protestante en mayor y menor medida como indica el siguiente cuadro, generando una mayor cohesión social entorno a la práctica católica.

Tabla 8-3-34. Prácticas religiosas en las AID de Catamahillo – La Ceiba Chica

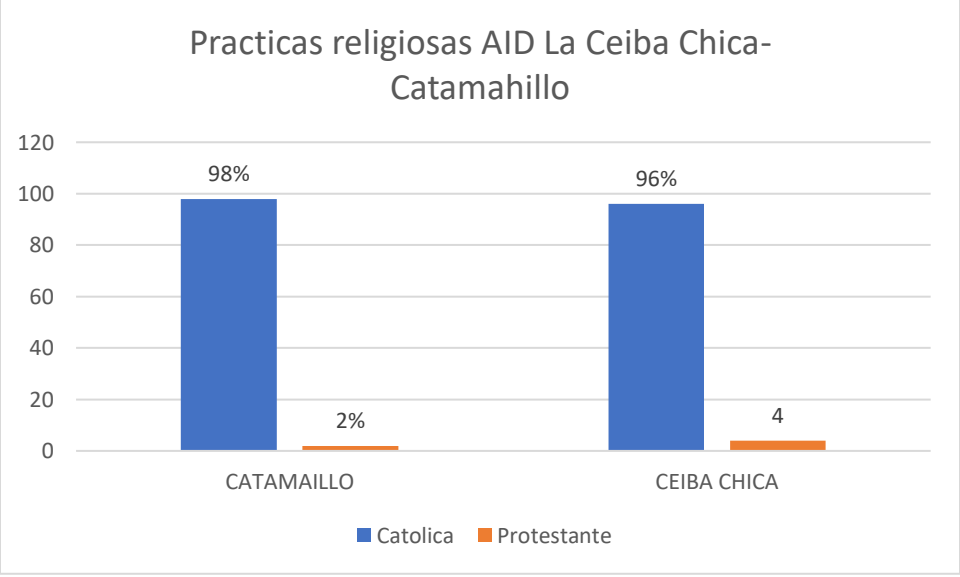
AID	Católica	%	Protestante	%	Total
CATAMAHILLO	41	98	1	2	42
LA CEIBA CHICA	48	96	2	4	50

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Es así que en la comunidad de Catamahillo la práctica religiosa católica representa el 98% de la población y 2% practican la religión protestante.

En La Ceiba Chica la práctica religiosa católica en las familias de la zona representa el 96% y el 4% practican la religión protestante

Figura 8-3-30. Prácticas religiosas AID La Ceiba Chica-Catamahillo



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

- Fiestas religiosas

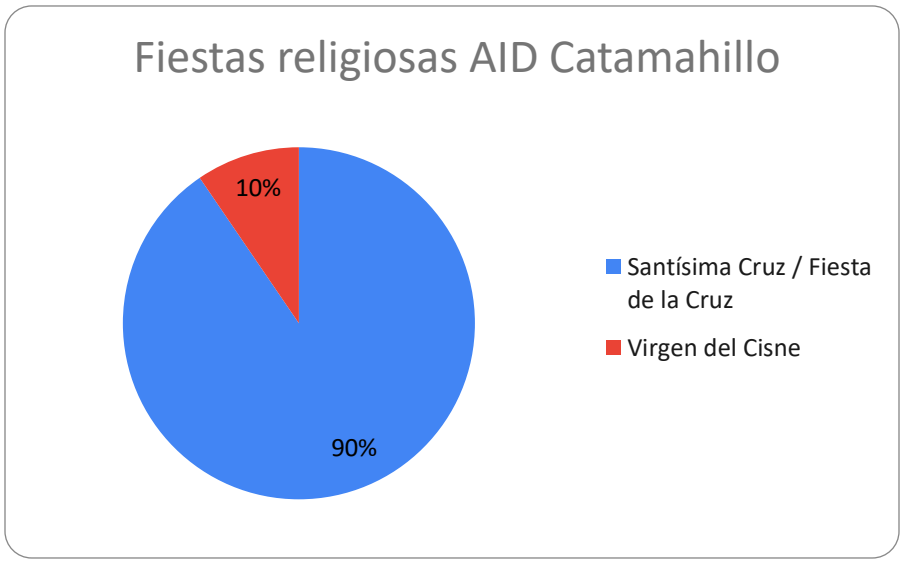
En el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico de la Ceiba, en la comunidad de Catamahillo se desarrollan fiestas religiosas católicas como la fiesta de la Santa Cruz/Santísima Cruz (90%), siendo la de mayor aceptación y cohesión social, una segunda fiesta de menor practica social es la fiesta de la Virgen del Cisne.

Tabla 8-3-35. Fiestas religiosas de AID Catamahillo

Festividad Religiosa	%	Total
Santísima Cruz / Fiesta de la Cruz	90	38
Virgen del Cisne	10	4
TOTAL	100	**42**

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Figura 8-3-31. Fiestas religiosas AID Catamahillo



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

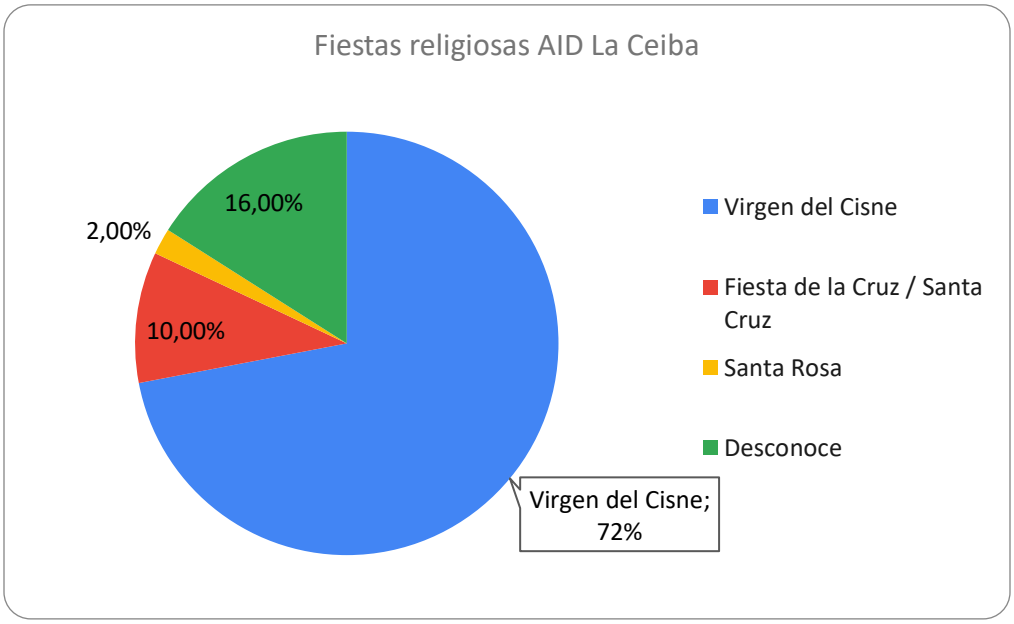
En La Ceiba Chica las principales fiestas religiosas son la de la Virgen del Cisne (72%) la de mayor aceptación y cohesión social, la Fiesta de la Cruz/Santa (10%) y la de Santa Rosa (2%) de menor convocatoria y aceptación como práctica religiosa.

Tabla 8-3-36. Fiestas religiosas de AID Catamahillo

Festividad Religiosa	%	Frecuencia Absoluta
Virgen del Cisne	72,00%	36
Fiesta de la Cruz / Santa Cruz	10,00%	5
Santa Rosa	2,00%	1
Desconoce	16,00%	8
TOTAL	100,00%	50

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Figura 8-3-32. Fiestas religiosas AID La Ceiba Chica



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

8.3.4.9. Principales costumbres socio culturales.

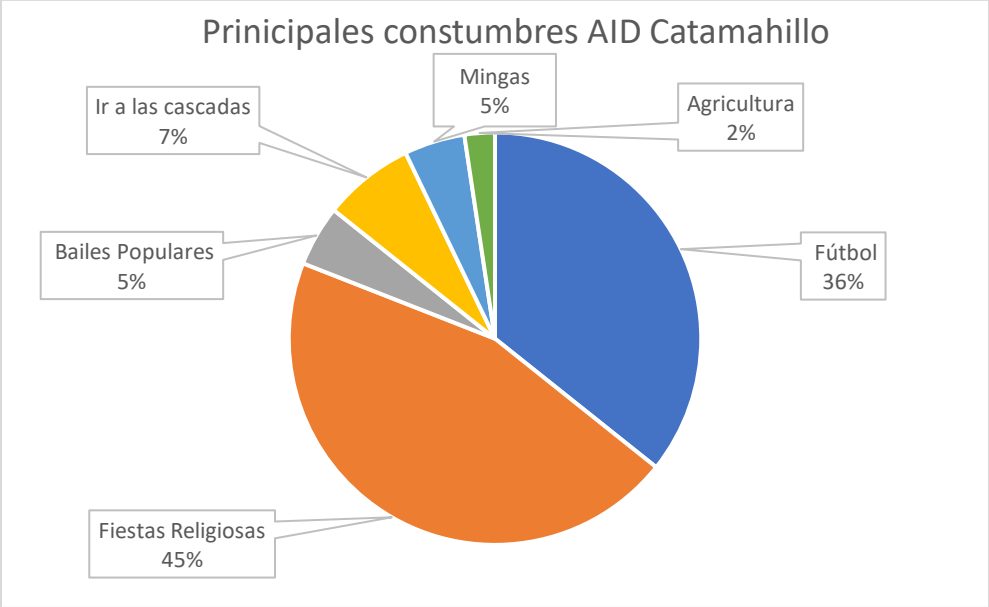
Las principales prácticas culturales, costumbres sociales que se van presentando en la comunidad de **Catamahillo**, esta las costumbres religiosas en este caso las fiestas católicas (45%), el futbol de igual forma se vuelve una práctica cotidiana en la zona (36%), seguida de la costumbre apegada a la naturaleza como es la visita a las cascadas (7%), los bailes populares también se constituye una costumbre de socialización importante en la vida de la comunidad (5%) y las mingas comunitarias (5%)

Tabla 8-3-37. Principales costumbres AID Catamahillo

Principales costumbres	%	Total
Fútbol	36	15
Fiestas Religiosas	45	19
Bailes Populares	5	2
Ir a las cascadas	7	3
Mingas	5	2
Agricultura	2	1
Total	100	42

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Figura 8-3-33. Principales costumbres AID Catamahillo



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

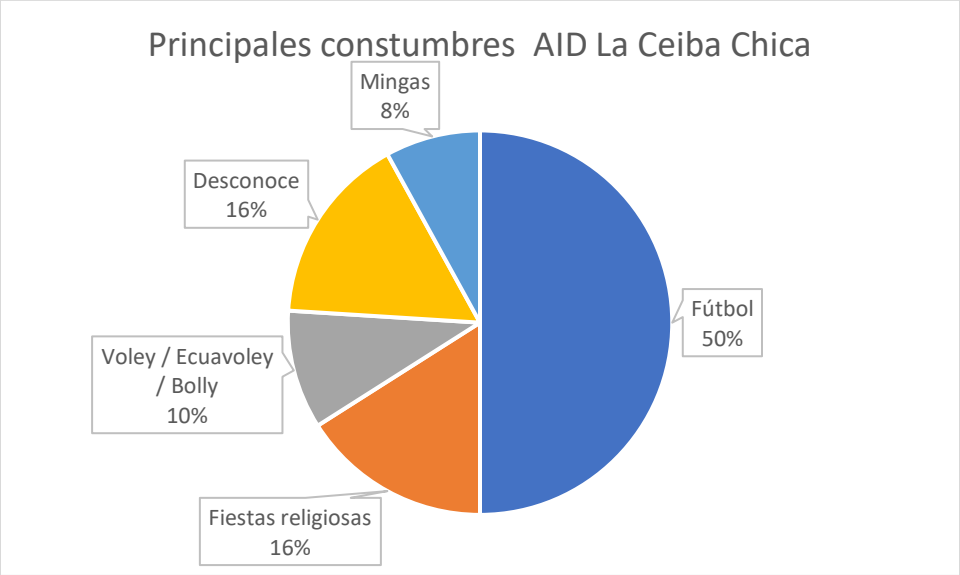
De igual forma en la comunidad de **La Ceiba Chica**, la principal costumbre socio cultural, se constituye el futbol (50%), seguido de las fiestas religiosas (16%), el ecuo vóley (10%) y las mingas el 8%, el resto manifiesta desconocer las costumbres de la comunidad (16%)

Tabla 8-3-38. Principales costumbres AID La Ceiba Chica

Principales costumbres	%	Total
Fútbol	50	25
Fiestas religiosas	16	8
Voley / Ecuavoley / Bolly	10	5
Desconoce	16	8
Mingas	8	4
Total	100	50

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Figura 8-3-34. Principales costumbres AID La Ceiba Chica



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

8.3.4.10. Principales atractivos turísticos

Dentro de las áreas de influencia directa del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, cuenta con recursos turísticos considerados por la población de las comunidades del área como en Catamahillo y la Ceiba Chica

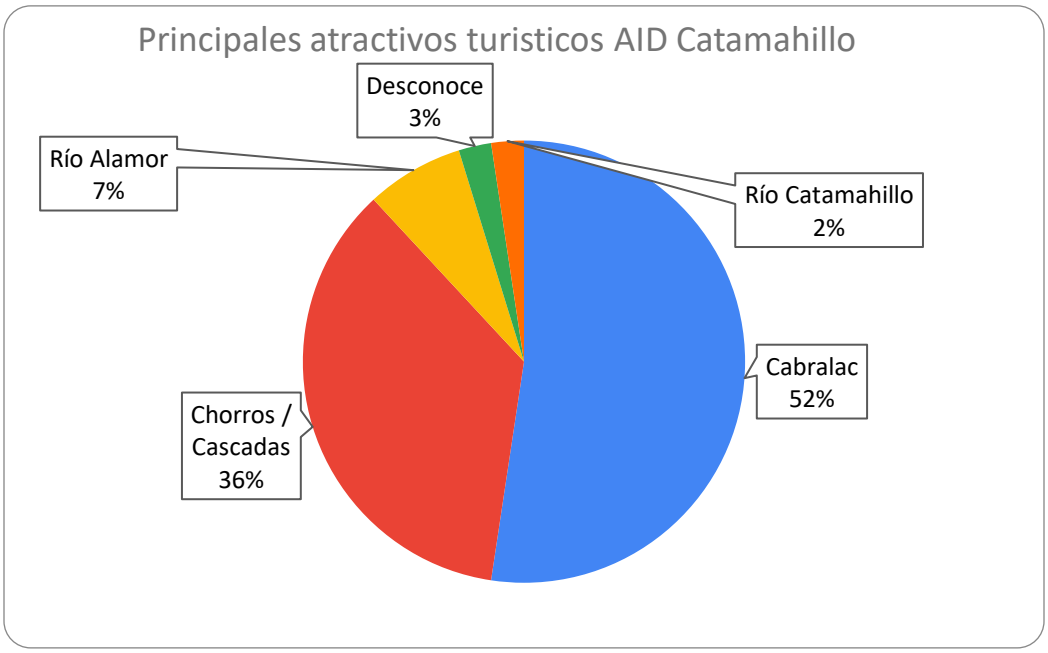
En la comunidad de **Catamahillo**, se reconoce con mayor frecuencia (52%) al emprendimiento lácteo de CABRALAC como un sitio agroturístico micro empresarial, donde se procesa los lácteos en base a la leche de cabra, produciéndose, manjares, quesos y yogurt, los otros sitios turísticos que reconoce la comunidad en mayor o menor proporción están conectados al agua como es el Chorro/cascada (36%), el Río Alamor (7%) y el Río Catamahillo (2%), el 7% de la población desconoce si se tiene atractivos turísticos

Tabla 8-3-39. Principales Atractivos Turísticos AID Catamahillo

Atractivo Turístico	%	Total
CABRALAC	52	22
Chorros / Cascadas	36	15
Río Alamor	7	3
Río Catamahillo	2	1
Desconoce	2	1
TOTAL	1	42

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Figura 8-3-35. Principales atractivos turísticos AID Catamahillo



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

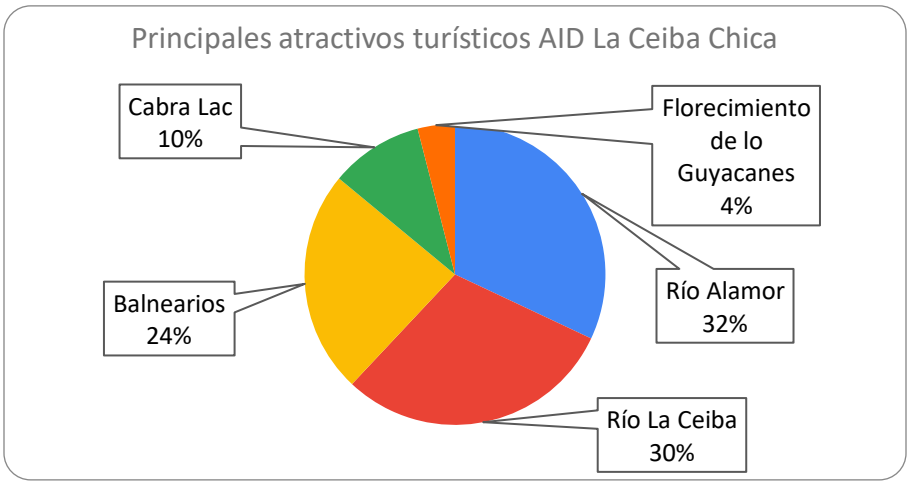
En la comunidad de **La Ceiba Chica**, los principales atractivos que se reconoce está ligado a os recursos naturales como son el agua mediante los atractivos de los ríos como Rio Alamor (32%) , Rio La Ceiba (30%), Los Balnearios (24%) ubicados en el Rio Alamor , otro atractivo que a pesar de no estar en la comunidad es el florecimiento de los Guayacanes (4%) que se ha convertido en un atractivo cantonal, de igual forma la población de la Ceiba Chica considera al micro emprendimiento agroturístico de la CABRALAC (10%), ubicado en la comunidad de Catamahillo

Tabla 8-3-40. Principales Atractivos Turísticos AID La Ceiba Chica

Atractivo Turístico	%	Total
Río Alamor	32	16
Río La Ceiba	30	15
Balnearios – Rio La Ceiba	24	12
Cabra Lac	10	5
Florecimiento de los Guayacanes	4	2
TOTAL	100	50

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Figura 8-3-36. Principales atractivos turísticos AID La Ceiba Chica



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

8.3.4.11. Estado Civil de la población

En las áreas de influencia directa el estado civil de la población presenta condiciones jurídicas y sociales que representan las familias y a los individuos, es así que se presentan en el área de La Ceiba Chica el 42% de las familias están en unión libre, condición que están juntos las parejas sin necesidad de tener un matrimonio por de medio, casados representan el 18% y solteros son el 40%.

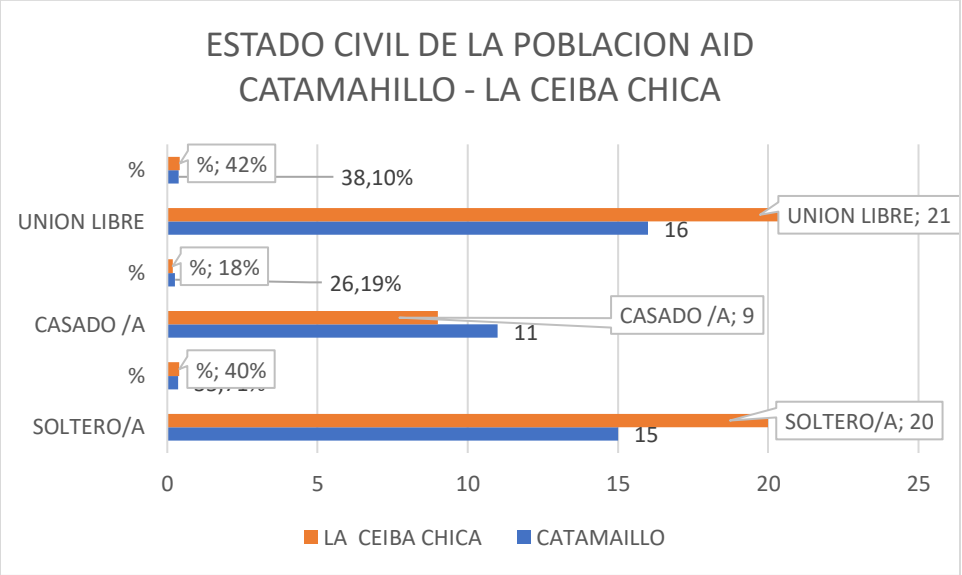
Tabla 8-3-41. Estado Civil de la población AID

AID	SOLTERO/A	%	CASADO /A	%	UNION LIBRE	%
CATAMAHILLO	15	35,71%	11	26,19%	16	38,10%
LA CEIBA CHICA	20	40%	9	18%	21	42%

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

En Catamahillo la situación civil de la población, el 35,71% son solteros, el 26,19% están en condición de casados y unión libre el 38,10%.

Figura 8-3-37. Estado Civil de la Población AID Catamahillo – La Ceiba Chica



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

Los datos observados ubican las condiciones de la estructura familiar de las áreas de influencia directas del proyecto, su legalidad y derechos que les asisten a los miembros de las familias.

8.3.4.12. Características del Área urbana y rural de AID Catamahillo y La Ceiba Chica

En el área de influencia directa del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, se cuenta con áreas con características urbanas y rurales, en las dos zonas de influencia como Catamahillo y La Ceiba Chica.

En Catamahillo se considera la población el 57,14% como urbano, guardando características de mayor concentración o densidad de viviendas, servicios básicos (agua luz alcantarillado, vías pavimentada y población, y de servicios de tinte económico como comercios y varios servicios, esta parte de la población y del suelo esta próximo al centro cantonal de Zapotillo. El área rural la población se identifica como tal en un 42,86%, con características de contar con áreas destinadas exclusivamente para la producción agropecuaria para el desarrollo del ganado caprino y de la producción de alimentos destinados para el hogar, contando con viviendas dispersas, con vías de acceso de tierra y ripio, el paisaje es completamente diferente a lo urbano, con recursos naturales en agua suelo y cubierta vegetal. El área rural de Catamahillo es la zona colindante del Proyecto Eólico La Ceiba.

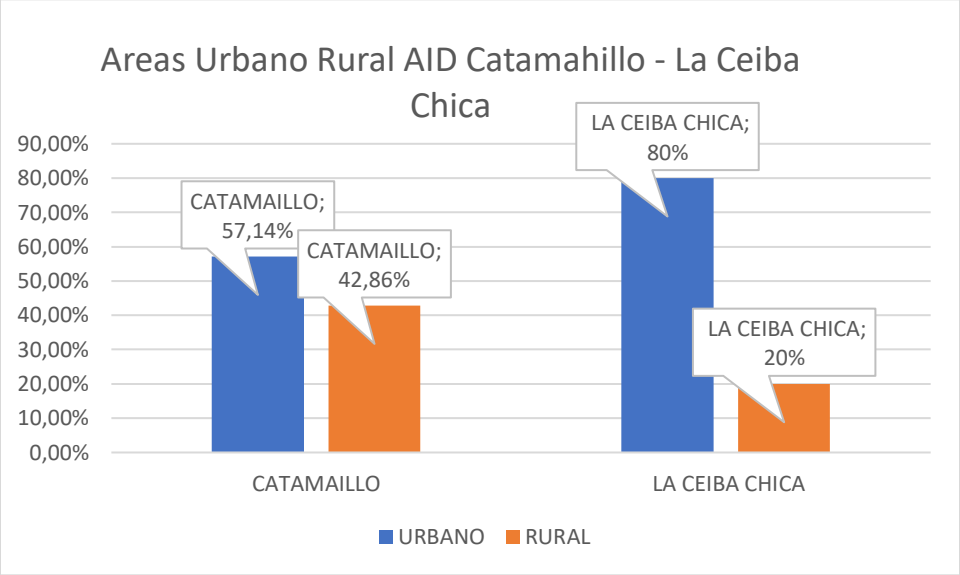
Tabla 8-3-42. Áreas Urbano Rural AID Catamahillo- La Ceiba

AID	URBANO	RURAL
CATAMAHILLO	57,14%	42,86%
LA CEIBA CHICA	80%	20%

ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

La Ceiba Chica de igual forma cuenta con esta identidad territorial dual urbano rural, aquí se concentra la población entorno a la vía Panamericana E25, contándose con una concentración de viviendas y servicios para el comercio y servicios públicos como la educación, con infraestructura comunitaria , como la iglesia, el coliseo de deportes, unidad educativa , con servicios básicos que le dan las características de centro poblados urbanos y así se considera pare de la población (80%) , entre tanto lo rural (20%), este espacio se concentra la producción agro industrial del arroz como principal cultivo, de la zona, viviendas dispersas, con servicios básicos, con infraestructuras de riego parcelario, que sin duda le da características rurales.

Figura 8-3-38. Áreas Urbano- Rural AID Catamahillo – La Ceiba Chica.



ELABORACION EQUIPO CONSULTOR, 2026

8.3.4.13. Educación

- Nivel de educación

En el muestreo realizado en las áreas de influencia directa del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, en el área de Catamahillo representa el nivel primario el 21,43%, el nivel secundario el 64,29% y el 14,29% el tercer nivel, de la población encuestada.

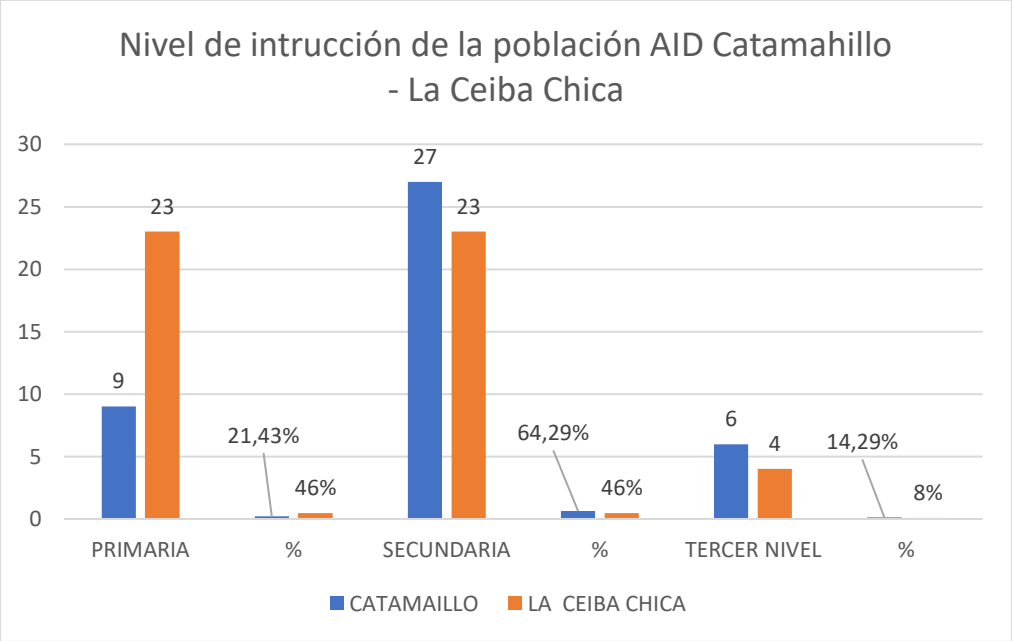
Tabla 8-3-43. Nivel de educación de la AID Catamahillo- La Ceiba

AID	PRIMARIA	%	SECUNDARIA	%	TERCER NIVEL	%
CATAMAHILLO	9	21,43%	27	64,29%	6	14,29%
LA CEIBA CHICA	23	46%	23	46%	4	8%

Elaboración equipo consultor, 2026

En el área de influencia de La Ceiba la instrucción primaria y secundaria de los encuestados representa el 46% y el 8% el nivel tercer nivel.

Figura 8-3-39. Nivel de instrucción de la población AID Catamahillo- La Ceiba



Elaboración equipo consultor, 2026

- Porcentaje de lectura y escritura.

En el área de influencia directas obre la condición de saber leer y escribir en lo que respecta al área de influencia directa (AID) de La Ceiba, en la población encuestada se presenta dos condiciones (4%) que no sabe leer ni escribir.

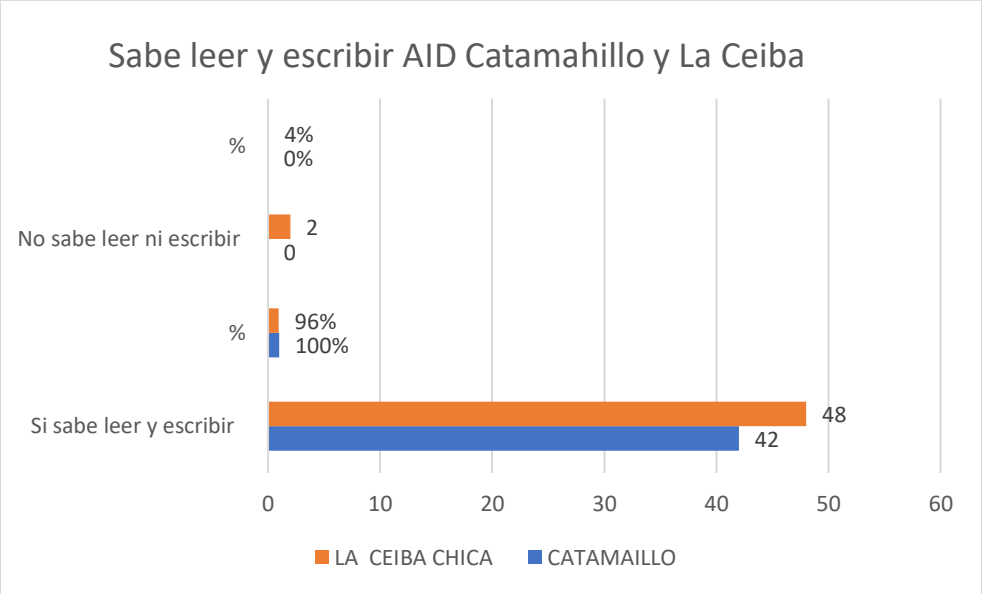
Tabla 8-3-44. Condición de saber leer y escribir AID Catamahillo y La Ceiba

AID	Sabe leer y escribir	%	No sabe leer ni escribir	%
CATAMAHILLO	42	100%	0	0%
LA CEIBA CHICA	48	96%	2	4%

Elaboración equipo consultor, 2026

En la AID de Catamahillo, no se presenta esta condición, el 100% sabe escribir y leer.

Figura 8-3-40. Sabe leer y escribir AID Catamahillo – La Ceiba



Elaboración equipo consultor, 2026

- Unidades educativas presentes

Las unidades educativas presentes en la zona de influencia del proyecto, en la comunidad de Catamahillo no tiene establecimientos de formación, los niños y adolescentes , asisten a las unidades públicas de formación ubicadas en el centro cantonal de Zapotillo a unos 5Km de distancia, asistiendo a las unidades educativas José Antonio Campos el 29%, a la Unidad Educativa Zapotillo el 33%, a nivel de la formación fisco misional asisten al establecimiento educativo Reina Maternal de la Frontera con el 19%, cabe señalar que existe un 14% de la población estudiantil, que asisten a la Unidad Educativa Jorge Amable Pizón de carácter público, ubicado en la comunidad de la Ceiba Chica ubicado a una distancia de 4,13 Km.

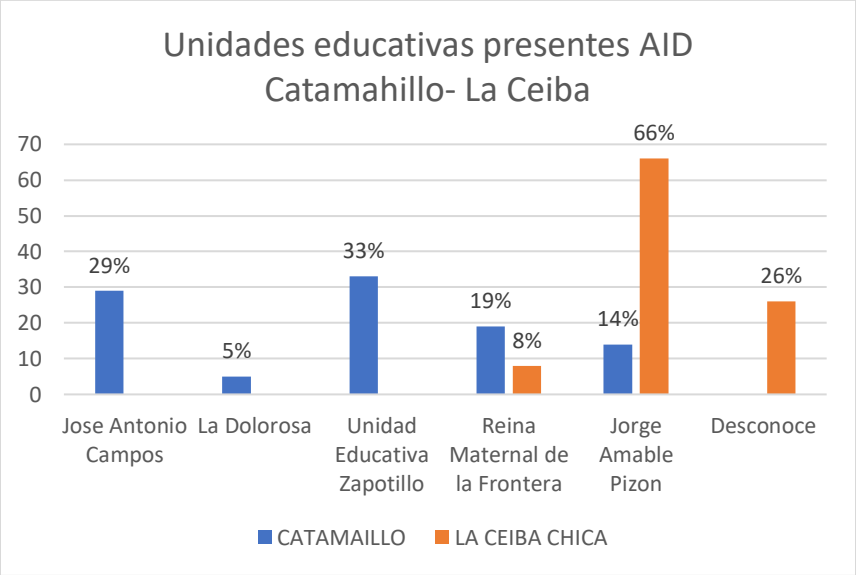
Tabla 8-3-45. Unidades educativas presentes en la AID Catamahillo – La Ceiba Chica

AID	José Antonio Campos	%	La Dolorosa	%	Unidad Educativa Zapotillo	%	Reina Maternal de la Frontera	%	Jorge Amable Pizón	%	Desconoce	%	Total
CATAMAHILLO	12	29	2	5	14	33	8	19	6	14			42
LA CEIBA CHICA							4	8	33	66	13	26	50

Elaboración equipo consultor, 2026

En la comunidad de la Ceiba Chica la mayor cantidad de niños y adolescentes asisten el 66% a la unidad educativa de educación pública Jorge Amable Pizón, ubicado en la propia comunidad, un 8% de estudiantes estudian en la unidad educativa Reina Maternal de la Frontera ubicada a 9km en el centro cantonal de Zapotillo.

Figura 8-3-41. Unidades educativas presentes AID Catamahillo- La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026

La cantidad de estudiantes y profesores de las unidades educativas presentes en la comunidad son las siguientes:

Tabla 8-3-46. Número de estudiantes y profesores por Unidad Educativa

AID	José Antonio Campos	Unidad Educativa Zapotillo	Jorge Amable Pizon
Número de estudiantes	316	360	230
Número de profesores	15	24	16

Elaboración equipo consultor, 2026

8.3.4.14. Actividades económicas - productivas

- Actividades socio económicas de Catamahillo.

Dentro de las principales actividades económicas identificadas en la comunidad de Catamahillo, se presentan las siguientes.

Tabla 8-3-47. Actividades económicas AID Catamahillo

Catamahillo Actividad / Profesión	%	Cantidad
Agricultura	35,71%	15
Ama de casa	21,43%	9

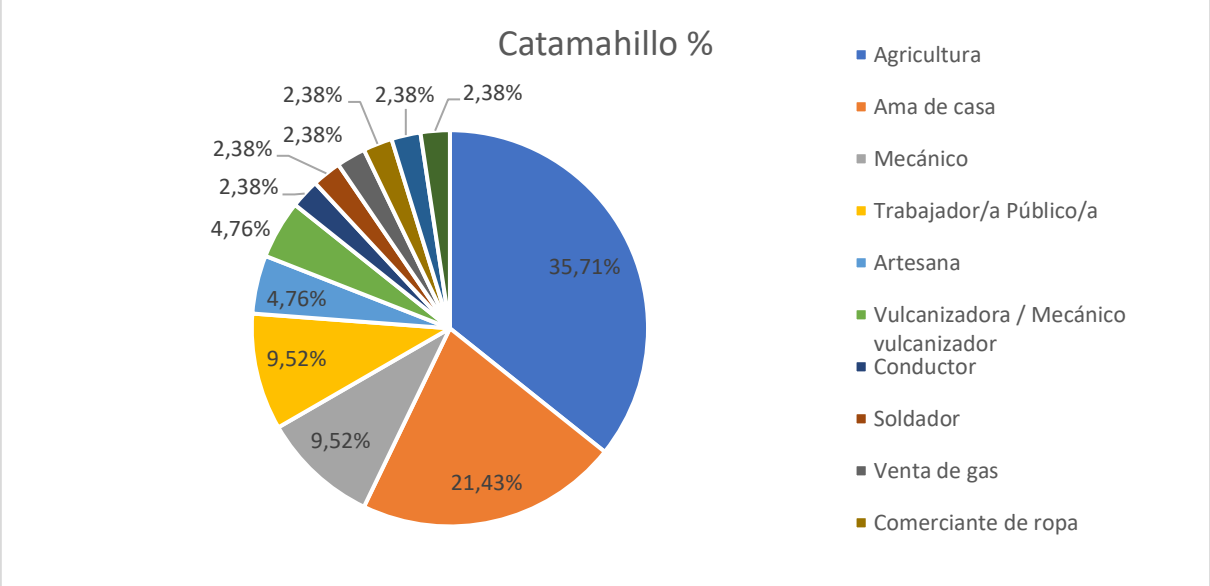
Catamahillo Actividad / Profesión	%	Cantidad
Mecánico	9,52%	4
Trabajador/a Público/a	9,52%	4
Artesana	4,76%	2
Vulcanizadora / Mecánico vulcanizador	4,76%	2
Conductor	2,38%	1
Soldador	2,38%	1
Venta de gas	2,38%	1
Comerciante de ropa	2,38%	1
Transportista	2,38%	1
No trabaja	2,38%	1
TOTAL	100,00%	42

Elaboración equipo consultor, 2026

Como se puede observar la agricultura (35,71%) es la principal actividad económica productiva de la zona, marcando además su dinámica socio cultural principal, seguido de la actividad de ama de casas con el 21, 43% del muestreo efectuada en la área, pero también es importante mostrar identidades económicas de la población no típicas de las áreas rurales como es el trabajador público con el 9,52% , seguramente debido a la cercanía de la área con el centro cantonal de Zapotillo, que en si se constituye un espacio de servicios públicos tanto a nivel del estado central como el municipal.

De igual forma esta cercanía genera servicios que presta la población en ramas como: artesanal, mecánica, vulcanizadora, comercio, transporte entre otras actividades.

Figura 8-3-42. Actividades económicas AID Catamahillo.



Elaboración equipo consultor, 2026

- Actividades socio económicas de La Ceiba Chica

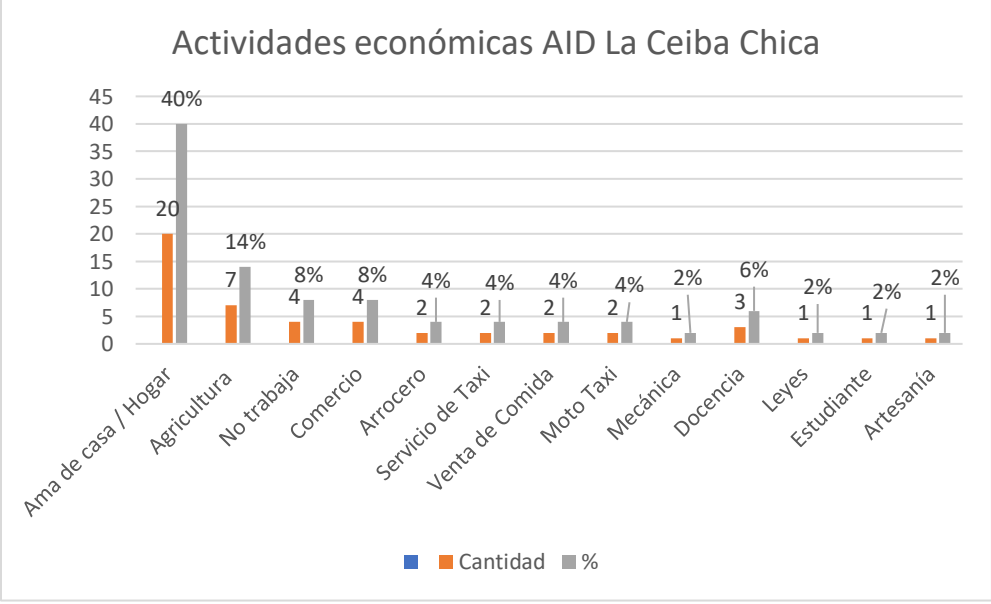
Las principales actividades socio económicas y productivas de La Ceiba Chica, se concentra en los quehaceres domésticos – amas de casas, la agricultura, un punto importante es el sector arrocero que son actividades productivas que dinamizan la zona así como la docencia generada por la presencia de la Unidad Educativa Jorge Amable Quezada Pinzón de la comunidad de La Ceiba Chica, seguida de actividades como el transporte público como son los servicios del moto taxi, el comercio entre otras actividades que se detalla a continuación.

Tabla 8-3-48. Actividades económicas AID La Ceiba Chica

La Ceiba Chica Actividad / Profesión	Cantidad	%
Ama de casa / Hogar	20	40
Agricultura	7	14
No trabaja	4	8
Comercio	4	8
Arrocero	2	4
Servicio de Taxi	2	4
Venta de Comida	2	4
Moto Taxi	2	4
Mecánica	1	2
Docencia	3	6
Leyes	1	2
Estudiante	1	2
Artesanía	1	2

Elaboración equipo consultor, 2026

Figura 8-3-43. Actividades económicas AID La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026

8.3.4.15. Promedio de ingresos mensuales de la población

Las dinámicas económicas productivas identificadas en el apartado anterior, las áreas de influencia directa, las personas obtienen ingresos promedios de $583,53 USD en la comunidad de Catamahillo y de $436,32USD en la comunidad de La Ceiba Chica.

Tabla 8-3-49. Ingresos promedios AID Catamahillo – La Ceiba Chica

AID	PROMEDIO DE INGRESO MENSUAL
CATAMAHILLO	$583,53USD
LA CEIBA CHICA	$436,32USD

Elaboración equipo consultor, 2026

8.3.4.16. Salud.

En la zona de La Ceiba Chica no se presentan enfermedades según los encuestados, sin embargo, este dato se cruzará con los datos de causas de fallecimiento que nos acercaría al perfil de morbilidad.

En la comunidad de Catamahillo el 71% manifiestan que no se ha presentado enfermedades recurrentes, sin embargo, el restante porcentaje (29%) manifiesta el siguiente perfil de morbilidad.

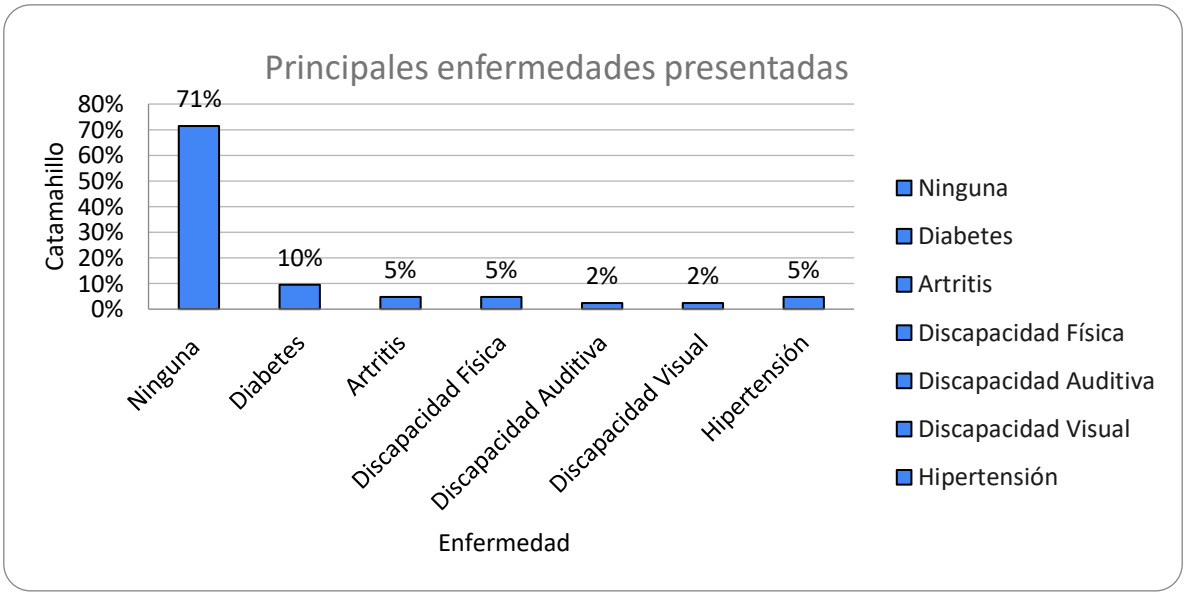
Tabla 8-3-50. Principales enfermedades

Enfermedades	%	Total	Hombres	Mujeres
Ninguna	71%	30		
Diabetes	12%	5	4	1
Artritis	5%	2	1	1
Discapacidad Física	5%	2	2	
Discapacidad Auditiva	2%	1	1	
Discapacidad Visual	2%	1	1	
Hipertensión	2%	1		1
TOTAL	100%	42	9	3

Elaboración equipo consultor, 2026

La mayor incidencia de las enfermedades según los datos obtenidos, está en la población masculina (75%), siendo la diabetes la enfermedad que tiene mayor afección en los hombres y mujeres .

Figura 8-3-44. Principales enfermedades presentadas



Elaboración equipo consultor, 2026

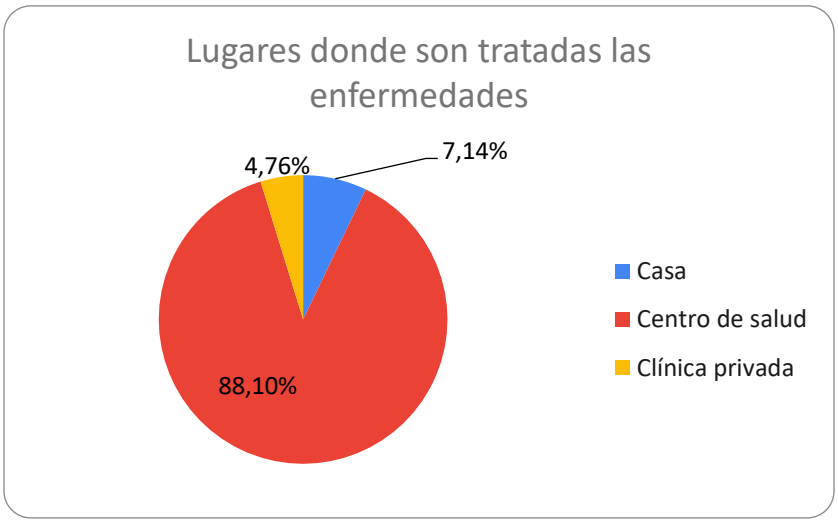
El tratamiento de estas enfermedades por parte de las familias, se manifiesta el empleo de la medicina convencional, la misma que utiliza los conocimientos científicos de profesionales médicos, además tratada desde la experiencia de las familias, los tratamientos médicos se dan en los siguientes lugares.

Tabla 8-3-51. Lugares donde se tratan las enfermedades

Lugares	%	Total
Casa	7,14%	3
Centro de salud	88,10%	37
Clínica privada	4,76%	2
Suma total	**100,00%**	**42**

Elaboración equipo consultor, 2026

Figura 8-3-45. Lugares donde son tratadas las enfermedades



Elaboración equipo consultor, 2026

Como se puede apreciar el Centro de Salud, es el espacio de mayor afluencia de la población (88,10%) para ser tratada las enfermedades presentadas, ubicada en el centro de cantonal de Zapotillo, a 10 a 20 minuto de las áreas de influencia directa del proyecto.

De igual forma las clínicas privadas es otros de los lugares de atención de las enfermedades tratadas (4,76%), las clínicas están especialmente en la ciudad de Loja, de igual forma las casas (7,14%) , los domicilios de las familias también son la primera respuesta frente a las enfermedades.

La atención que recibe que recibe en el sector público del Ministerio de Salud Pública, mediante el Sub Centro de Salud de Zapotillo, que es el espacio más frecuentado por la población de las áreas de influencia del proyecto manifiestan que es muy bueno 21,43% bueno 73,81% y malo 4,76%.

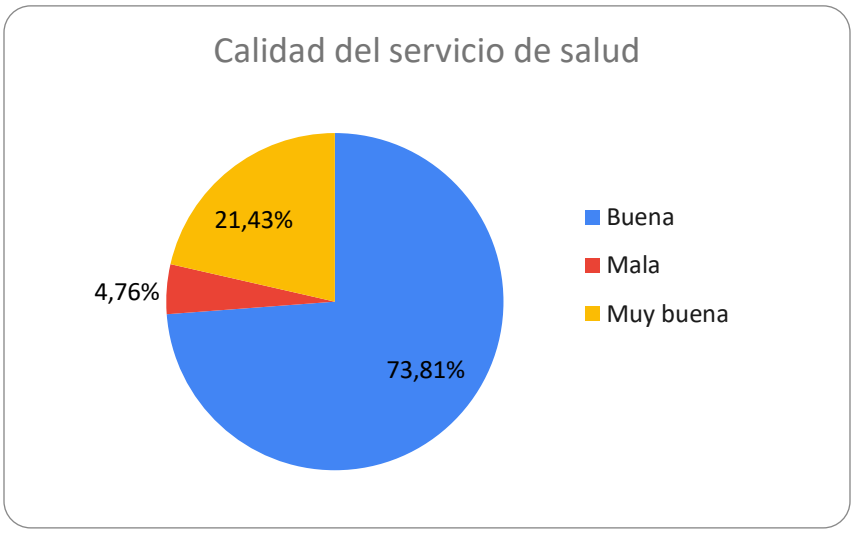
Tabla 8-3-52. Calidad del servicio de salud prestado

Atención recibida	%	Total
Buena	73,81%	31
Mala	4,76%	2
Muy buena	21,43%	9
Total	**100,00%**	**42**

Elaboración equipo consultor, 2026

Como se puede observar la calidad considerando entre buena y muy buena tienen porcentajes altos, percibiéndose por parte de la población como satisfechos (95,24%).

Figura 8-3-46. Calidad del servicio de salud



Elaboración equipo consultor, 2026

- Causas de fallecimientos

En los últimos cinco años en la comunidad de Catamahillo, no se ha presentado fallecimientos por enfermedades así lo indica el 93% de los encuestados, pero si por accidentes de tránsito (7%)

Tabla 8-3-53. Fallecimientos en la AID Catamahillo

Fallecimientos	%	Total	Causas de fallecimiento
No	93%	39	
Sí	7%	3	Accidente tránsito
Total	100,00%	42	

Elaboración equipo consultor, 2026

Entre tanto en la comunidad de La Ceiba Chica, en los últimos cinco años si se han presentado fallecimientos por enfermedades y accidentes de tránsito así lo indica el 20% de los encuestados y el 80% manifiestan que no se han presentado fallecimientos.

La causa de fallecimiento de mayor incidencia es los accidentes de tránsito (6%) seguido de la diabetes (4%), paro cardiaco (4%) entre otras como le indica la siguiente tabla.

Tabla 8-3-54. Causas de fallecimientos

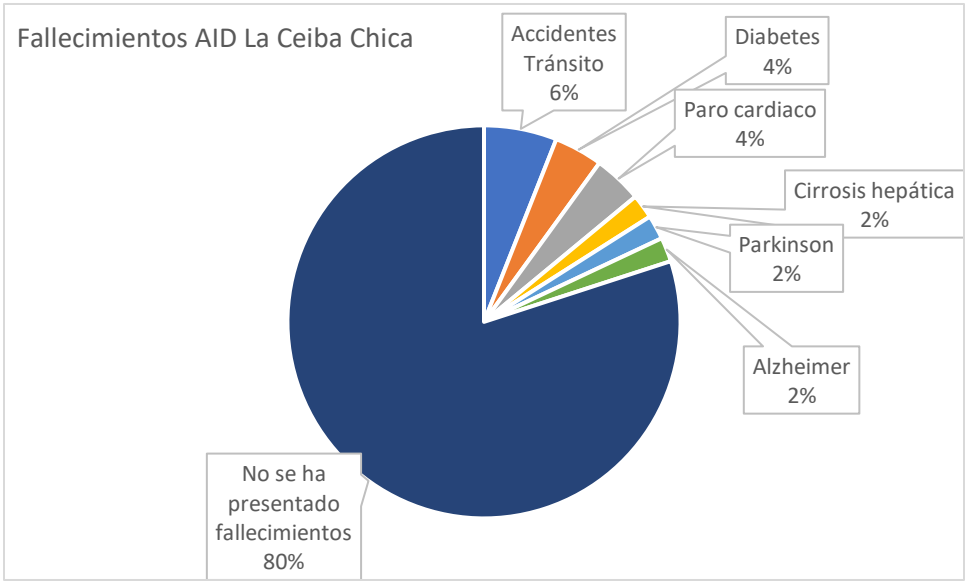
Fallecimientos	%	Total	Hombres	Mujeres
Accidentes Tránsito	6	3	3	
Diabetes	4	2	1	1
Paro cardiaco	4	2	2	
Cirrosis hepática	2	1		1
Parkinson	2	1	1	

Fallecimientos	%	Total	Hombres	Mujeres
Alzheimer	2	1		1
No se ha presentado fallecimientos	80	40		
TOTAL	100	50	7	3

Elaboración equipo consultor, 2026

De los casos observados en la tabla la mayor incidencia de fallecimientos está en la población masculina con 7 casos identificados que representa el 70% de lo observado y el 30% son mujeres de los casos presentados.

Figura 8-3-47. Fallecimientos AID La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026

8.3.4.17. Seguridad Social.

La seguridad social, es un sistema de protección social dirigida a las personas familias, garantizando la atención médica, la pensión económica al momento de jubilarse entre otras medidas de protección social que les asiste, en las áreas de influencia directas del proyecto tanto en las comunidades de Catamahillo y La Ceiba Chica, cuentan con la condición de afiliados a la seguridad social publica, en lo privado no se ha reportado.

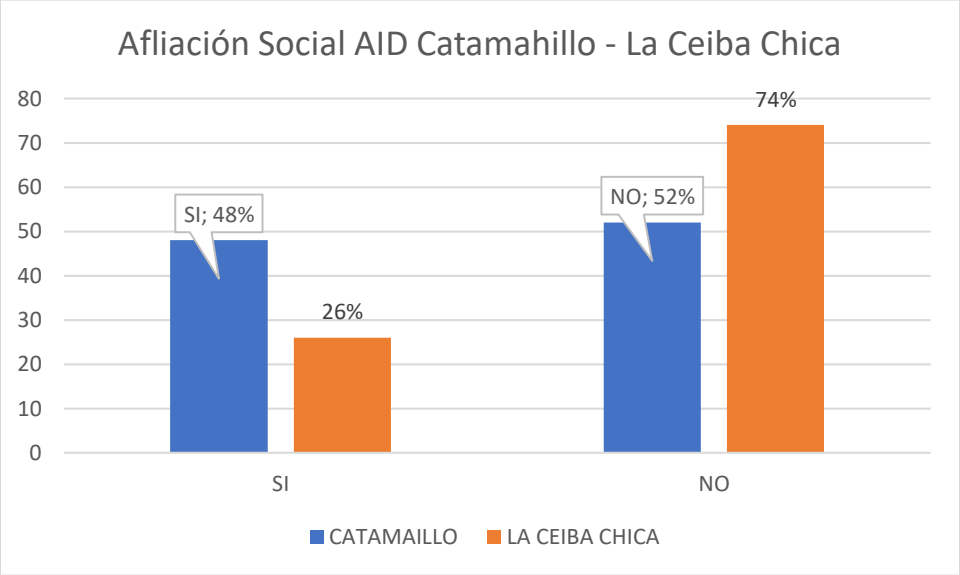
Tabla 8-3-55. Datos de seguridad social

AID	SI	%	NO	%	Total
CATAMAHILLO	20	48	22	52	42
LA CEIBA CHICA	13	26	37	74	50

Elaboración equipo consultor, 2026

La afiliación social de las personas en Catamahillo es del 48% y no tienen la afiliación social representa el 52%, de igual manera en la Ceiba Chica la afiliación al sistema de protección representa el 26% y la no afiliación al sistema el 74%

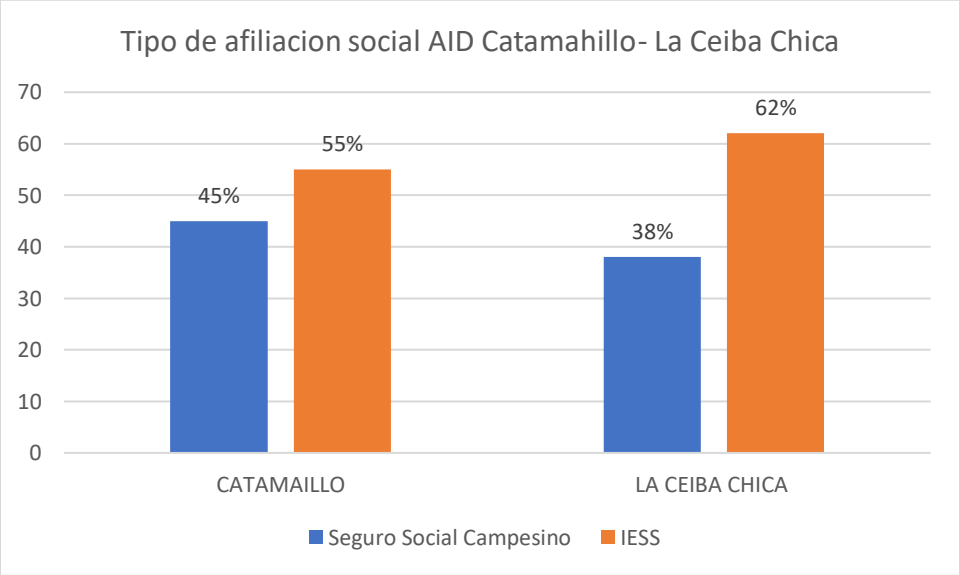
Figura 8-3-48. Afiliación Social AID Catamahillo- La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026

La afiliación social presente en las áreas de influencia del proyecto, esta distribuidas tanto en el IEES y el Seguro Social Campesino, sistemas públicos que les da las prestaciones sociales. En la comunidad de la Ceiba Chica en el Seguro Social Campesino representa el 38% y el 62% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IEES).

Figura 8-3-49. Tipo de afiliación social AID Catamahillo – La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026

En la comunidad de Catamahillo, la afiliación al Seguro Social Campesina representa el 45% de los afiliados al sistema social y al IEES el 55%.

Tomando en cuenta que en los dos sistemas se cubre la salud, las pensiones jubilares entre otras prestaciones.

8.3.4.18. Principales alimentos que consumen las familias

En el área de influencia directa del proyecto Fotovoltaico de la Ceiba, tanto en Catamahillo como la Ceiba se consumó los siguientes alimentos

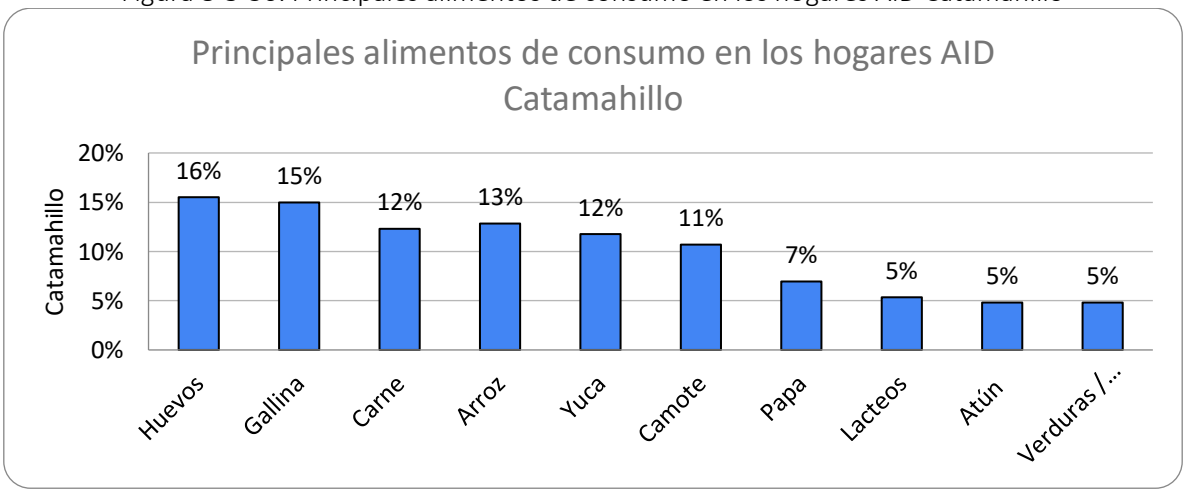
Tabla 8-3-56. Principales alimentos de consumo en los hogares AID Catamahillo

Alimento	%	Total
Huevos	16%	29
Gallina	15%	28
Carne	12%	23
Arroz	13%	24
Yuca	12%	22
Camote	11%	20
Papa	7%	13
Lacteos	5%	10
Atún	5%	9
Verduras / Legumbres	5%	9
Total	**100%**	**187**

Elaboración equipo consultor, 2026

Como se puede observar en la tabla y posterior gráfico, los alimentos de mayor consumo se dan en las proteínas como los huevos, la gallina y la carne, la dieta se complementa con el arroz, lácteos entre otros señalados en la tabla.

Figura 8-3-50. Principales alimentos de consumo en los hogares AID Catamahillo



Elaboración equipo consultor, 2026

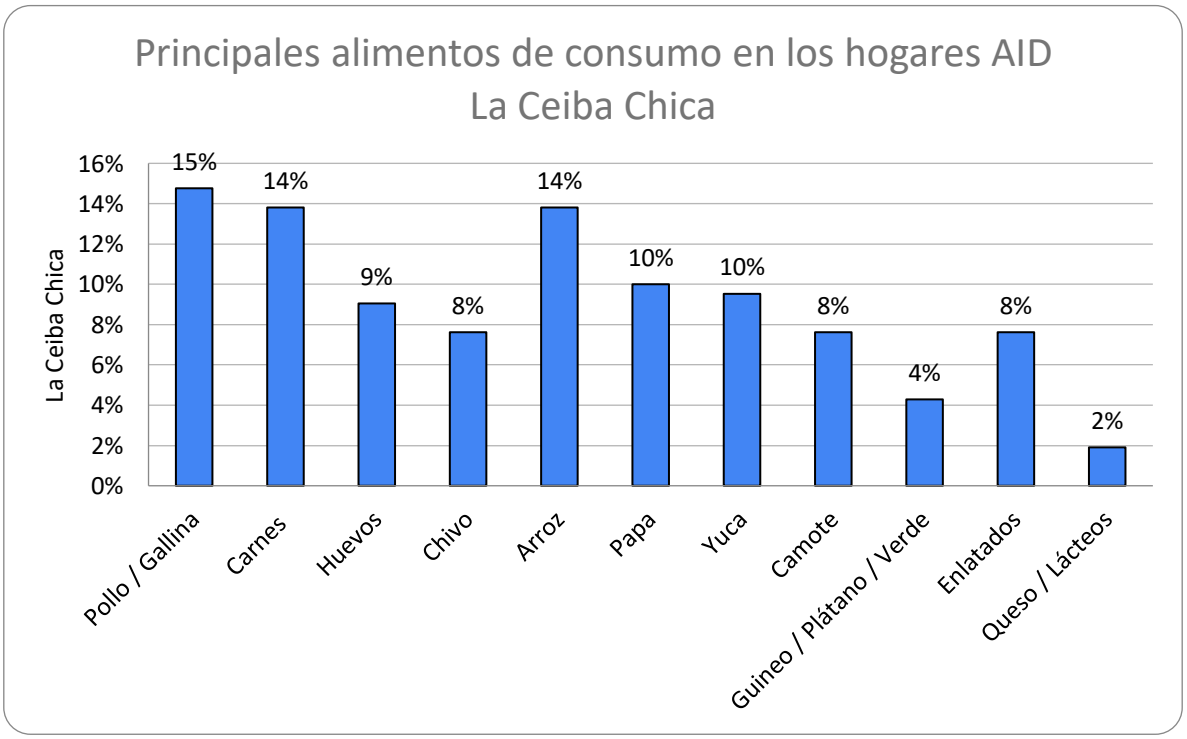
En la comunidad de La Ceiba Chica, los principales productos de mayor consumo en el hogar son los huevos, los pollos/gallinas, carnes, huevos, chivos, complementados con papas, arroz, plátanos, enlatados, y lácteos en menor medida de consumo.

Tabla 8-3-57. Principales alimentos de consumo en los hogares AID La Ceiba Chica

Alimento Específico	%	Menciones
Pollo / Gallina	15%	31
Carnes	14%	29
Huevos	9%	19
Chivo	8%	16
Arroz	14%	29
Papa	10%	21
Yuca	10%	20
Camote	8%	16
Guineo / Plátano / Verde	4%	9
Enlatados	8%	16
Queso / Lácteos	2%	4
Total	**100%**	**210**

Elaboración equipo consultor, 2026

Figura 8-3-51. Principales alimentos de consumo en los hogares AID Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026

Los alimentos mencionados en las dos comunidades de las áreas de influencia, se abastecen vía la producción de los huertos familiares en menor proporción del 5% en Catamahillo y del 15% en la Ceiba Chica, se depende más del mercado para el acceso de los alimentos en un 62% en Catamahillo y un 47% en la Ceiba Chica y en la tienda se accede a los alimentos en un 33% en Catamahillo y el 38% en la Ceiba Chica, como se puede observar a continuación.

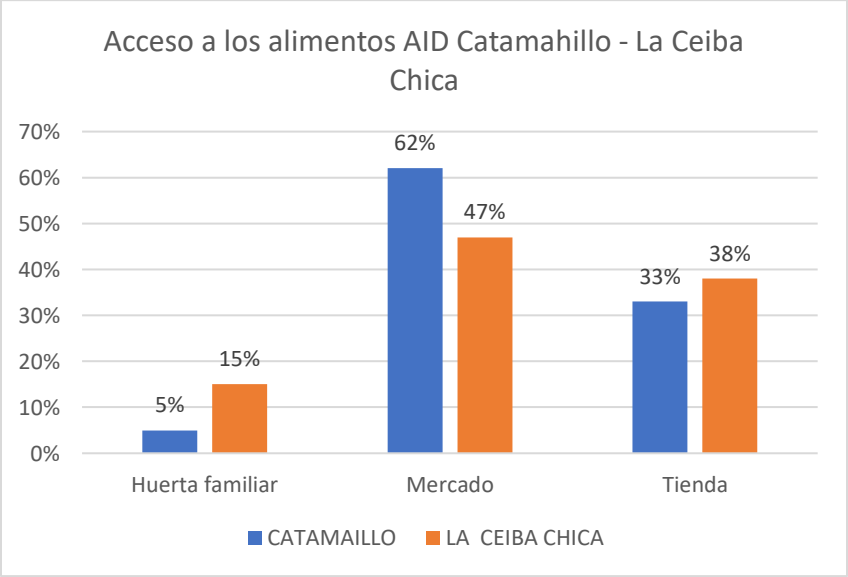
Tabla 8-3-58. Acceso a los alimentos AID Catamahillo- La Ceiba Chica

AID	Huerta familiar %	Total	Mercado %	Total	Tienda %	Total	Total
CATAMAHILLO	5	2	62	26	33	14	42
LA CEIBA CHICA	15	8	47	25	38	20	53

Elaboración equipo consultor, 2026

Como se puede observar la gran dependencia de acceso de alimentos están en las categorías mercado y tienda, generándose problemas de seguridad alimentaria de la zona en el sentido del acceso a otras fuentes a pesar que también es una zona rural donde se puede desarrollar una mayor cantidad de productos para la familia y las propias comunidades del área, el mercado central donde se accede está en el centro cantonal de Zapotillo y las tiendas funcionan en las comunidades señaladas.

Figura 8-3-52. Acceso a los alimentos AID Catamahillo- La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026

8.3.4.19. Comida típicas AID Catamahillo- La Ceiba Chica

La comida típica de la zona de influencia gira en torno al chivo, en la zona es típico la crianza del ganado caprino(chivo) por lo cual las familias desarrollan su alimentación típica como el chivo al hueco que en la comunidad de Catamahillo es frecuente en l mesa de las familias(50%) , en la Ceiba

es un poco menos (45%) , el seco de chivo representa en Catamahillo la costumbre de preparar en las familias (30%) y en la Ceiba Chica (34%) está presente en las familias, en los últimos años se ha comenzado a desarrollar productos lácteos en base a la leche de cabra(chivo) como son los quesos (2%), especialmente en la comunidad de Catamahillo.

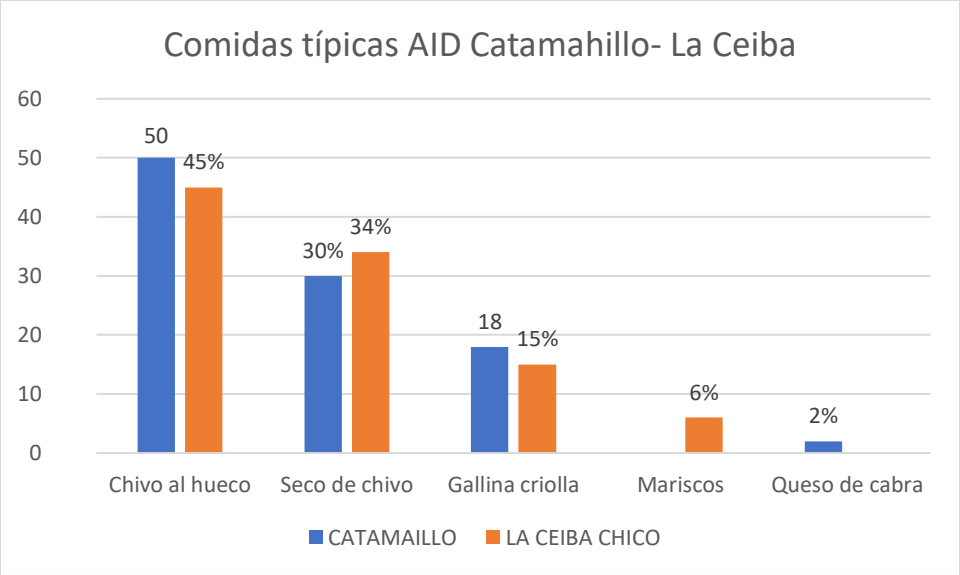
Otros platos tenemos a la gallina criolla que está presente en un 18% en Catamahillo y un 15% en la Ceiba Chica, los mariscos como comida típica está presente en esta última comunidad (6%) de la Ceiba Chica posiblemente por la influencia cultural de la población costeña que se ha ido asentando en la zona.

Tabla 8-3-59. Comidas típicas de la AID Catamahillo- La Ceiba Chica

AID	Chivo al hueco %	Total	Seco de chivo %	Total	Gallina criolla %	Total	Mariscos %	Total	Queso de cabra %	Total	Total
CATAMAHILLO	50	25	30	15	18	9	0	0	2	1	50
LA CEIBA CHICO	45	24	34	18	15	8	6	3	0	0	53

Elaboración equipo consultor, 2026

Figura 8-3-53. Comidas típicas AID Catamahillo- La Ceiba Chica

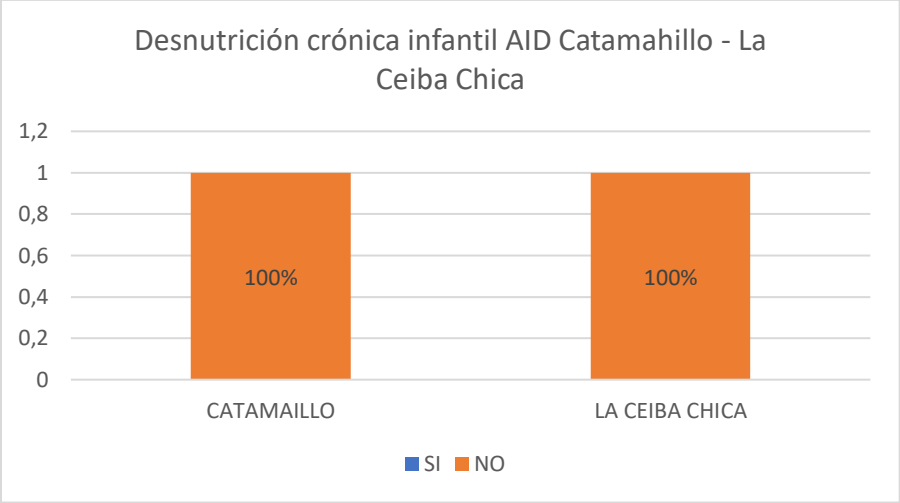


Elaboración equipo consultor, 2026

8.3.4.20. Desnutrición crónica infantil

En las áreas de influencia directa del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, tanto en las comunidades de Catamahillo y La Ceiba Chica no se presentan cuadros de desnutrición c crónica infantil en menores de cinco años según los encuestados, causados por falta de alimentos sanos y de la presencia de infecciones recurrentes y aseo en las familias.

Figura 8-3-54. Desnutrición crónica infantil AID Catamahillo La Ceiba



Elaboración equipo consultor, 2026

8.3.4.21. Saneamiento ambiental.

El manejo del saneamiento ambiental integral en las áreas de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, está desarrollada por sistemas de manejo de aguas residuales, **tratamiento de los desechos sólidos (basura)** y el acceso al agua de consumo humano.

- **Manejo de aguas residuales.**

El uso de sistemas de manejo de las aguas residuales en los hogares, se caracteriza por no contar con conexión a la red pública en las comunidades de Catamahillo y La Ceiba Chica, el uso de los biodigestores como sistemas esta desarrollado en Catamahillo en un 60% de los hogares y La Ceiba Chica en un 12%, disminuyendo los focos de infección y la mejora de la higiene del hogar

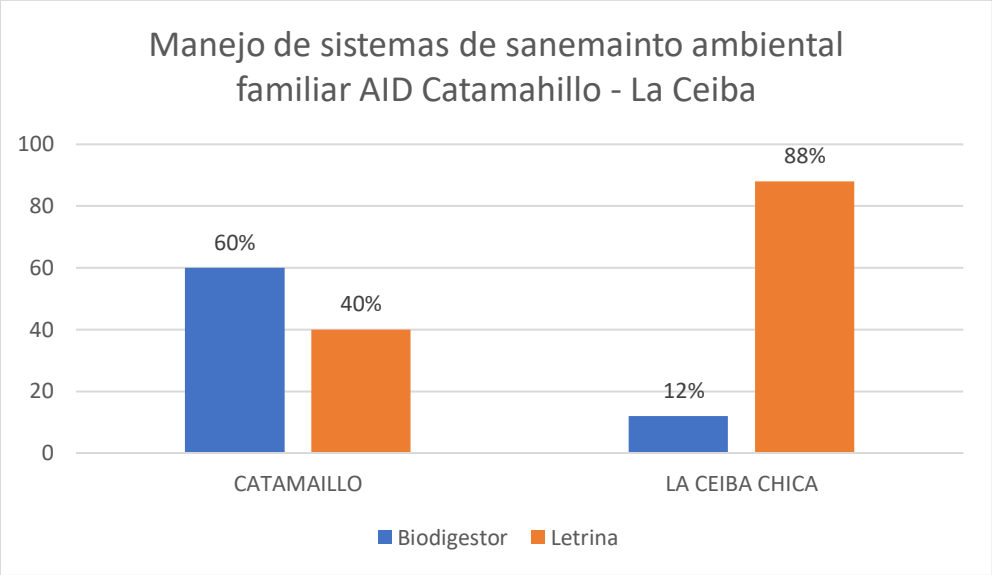
Tabla 8-3-60. Manejo de los sistemas de saneamiento familiar – biodigestores-letrina

AID	Biodigestor %	Total	Letrina %	Total	Total
CATAMAHILLO	60	25	40	17	42
LA CEIBA CHICA	12	6	88	44	50

Elaboración equipo consultor, 2026

Entre tanto el uso de letrinas como otro sistema de saneamiento ambiental, son mecanismo de bajo costo cuyo objetivo principal es disponer de forma segura las excretas humanas, mejorado la higiene del hogar y la sanidad ambiental de los hogares, en Catamahillo su uso en los hogares representa 40% y en la Ceiba Chica 88%.

Figura 8-3-55. Manejo de sistemas de saneamiento ambiental familiar AID Catamahillo La Ceiba



Elaboración equipo consultor, 2026

- Sistema de agua para consumo humano.

En las áreas de influencia del proyecto, se presentan tres maneras de acceder al agua de consumo humano mediante sistema de agua entubada, agua potable y de otras formas de acceso como es la compra de bidones de agua apta para el consumo humano.

En la comunidad de Catamahillo, se presenta el acceso mediante sistema de agua manejada por el Municipio de Zapotillo mediante la jefatura de agua, cuya fuente es del sector de Saucillos, en este sentido se manifiesta que los pobladores acceden al sistema de agua entubada el 98% y el 2% tienen agua potable.

Tabla 8-3-61. Sistema de agua de uso familiar AID Catamahillo – La Ceiba Chica

AID	Sistema Agua Potable	%	Agua entubada	%	Otro sistema	%	Total
CATAMAHILLO	1	2	41	98			42
LA CEIBA CHICA	4	8	45	90	1	2	50

Elaboración equipo consultor, 2026

Entre tanto en la comunidad de la Ceiba Chica, el 90% de los encuestados manifiestan que acceden al agua de consumo humano del sistema de agua entubada, el 8% manifiestan que acceden al agua potable y el 2% otras formas de acceso al agua como es la compra de bidones de agua y de otras formas de tratar el agua para el consumo humano, como es hervirla.

Es así que además de acceder al agua la población encuestada, manifiestan que realizan tratamientos adicionales como hervir el agua en el caso de la comunidad de Catamahillo manifiestan el 42,86%, realizan esta acción y la compra además de bidones de agua representa el 47,62% y los que no realiza ningún tratamiento el 9,52%.

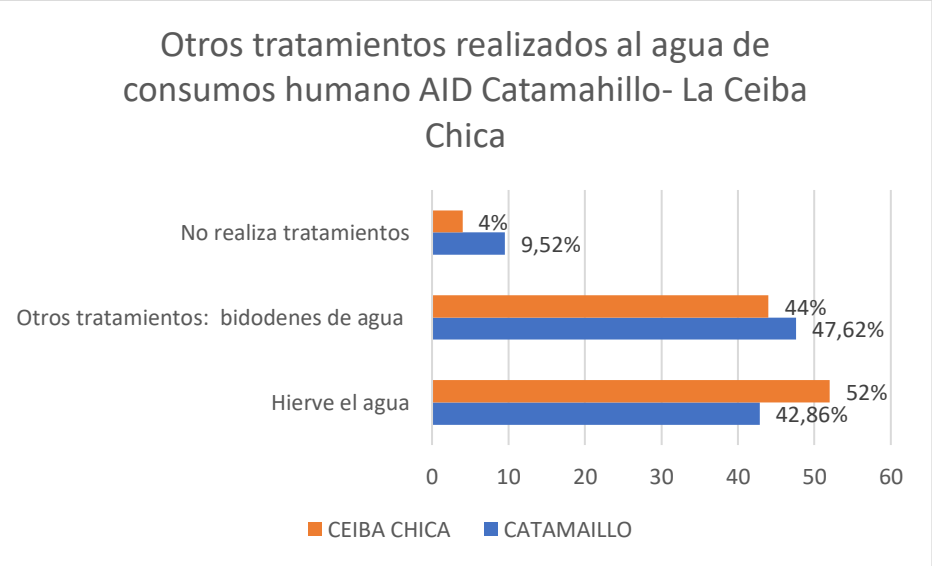
Tabla 8-3-62. Otros tratamientos realizados al agua de consumo humano AID Catamahillo – La Ceiba Chica

AID	Hierve el agua	%	Otros tratamientos: bidones de agua	%	No realiza tratamientos	%	Total
CATAMAHILLO	18	42,86	20	47,62	4	9,52	42
CEIBA CHICA	26	52	22	44	2	4	50

Elaboración equipo consultor, 2026

En la Ceiba Chica de igual manera el 52%, hierven el agua antes de consumir, el 44% además compran el agua en bidones y el 4% no realizan ninguna otra forma de tratar el agua de consumo humano

Figura 8-3-56. Otros tratamientos realizados al agua de consumo humano AID Catamahillo – La Ceiba



Elaboración equipo consultor, 2026

- **Conflictos por el uso del agua.**

Los conflictos por el uso del agua de consumo humano en la comunidad de Catamahillo, se da por la escasez del líquido vital según lo indica el 24% de los encuestados, lo que provoca el racionamiento del agua que se convierte en un conflicto así lo indica el 26% de las personas.

Otros conflictos indican los pobladores abordados se dan por el inadecuado o mal uso del recurso agua con el 8%, para el uso de riego el 14% y manifiesta el 17% de las personas que no existen conflictos.

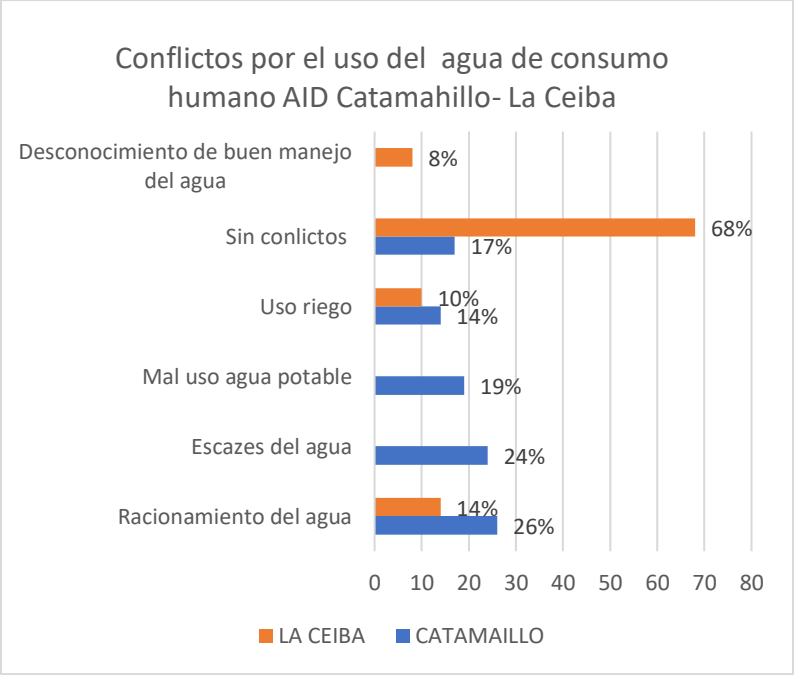
Tabla 8-3-63. Conflictos sociales por el uso del agua de consumo humano en AID Catamahillo – La Ceiba Chica

AID	Racionamiento del agua	%	Escasez del agua	%	Mal uso agua potable	%	Uso riego	%	Sin conflictos	%	Desconocimiento de buen manejo del agua	%	Total
CATAMAHILLO	11	26	10	24	8	19	6	14	7	17			42
LA CEIBA	7	14					5	10	34	68	4	8	50

Elaboración equipo consultor, 2026

En la comunidad de la Ceiba Chica manifiestan como conflicto al racionamiento del agua en un14%, el uso indebido para el riego el 10%, por el desconocimiento de buenas prácticas de manejo del agua con el 8% y el 68% personas restantes manifiestan que no hay conflictos sociales.

Figura 8-3-57. Conflictos por el uso del agua de consumo humano en AID Catamahillo – La Ceiba Grande



Elaboración equipo consultor, 2026

- Uso de los recursos hídricos

El uso de los recursos hídricos de las comunidades del área de influencia directa del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, tanto en Catamahillo como la Ceiba Chica, posee recursos hídricos como ríos y cascadas que tienen uso para la agricultura, la recreación y el turismo, como se indica a continuación.

Tabla 8-3-64. Uso de los recursos hídricos AID Catamahillo – La Ceiba Chica

USO DEL RECURSO HÍDRICO								
Comunidad	Nombre-Cuerpo hídrico/	Recreación	Consumo	Agricultura	Ganadería	Lavandería	Otro	Uso del recurso para el proyecto
Catamahillo	Chorro-Cascadas	X					Turismo	NA
Catamahillo	Rio Alamor	X		X			Turismo	NA
Catamahillo	Rio Catamahillo	X					Turismo	NA
La Ceiba Chica	Rio Alamor	X					Turismo	NA
La Ceiba Chica	Rio La Ceiba	X					Turismo	NA
La Ceiba Chica	Balneario-Rio La Ceiba	X					Turismo	NA

Elaboración equipo consultor, 2026

- Sistema de manejo de desechos solidos

El manejo de los desechos sólidos (basura) a nivel de los hogares en la comunidad de Catamahillo, es desarrollado por el carro recolector del GAD Municipal del Cantón Zapotillo dando el servicio al 98% de la población encuestada y el 2% restante las familias, queman sus desechos sólidos.

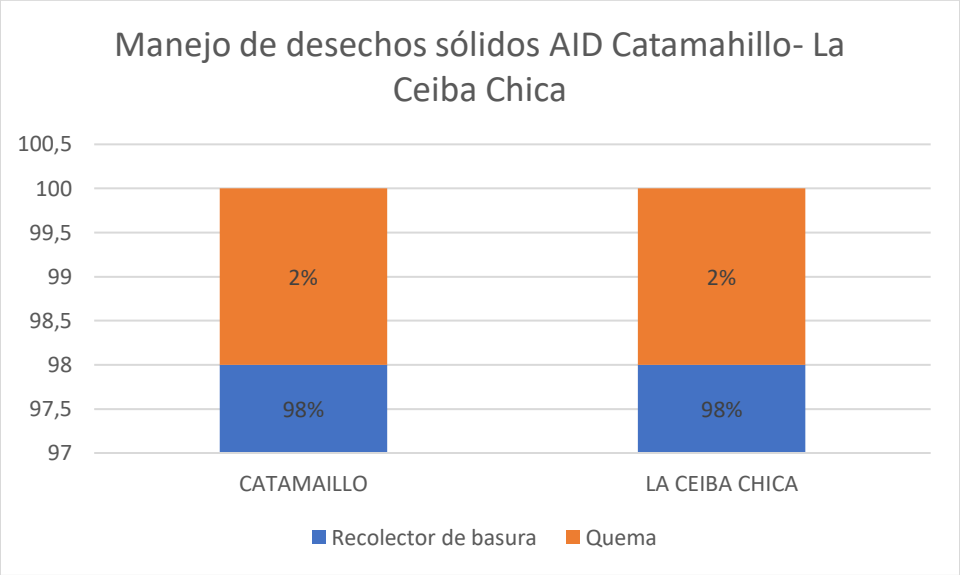
Tabla 8-3-65. Manejo de los desechos sólidos AID Catamahillo – La Ceiba

AID	Recolector de basura	%	Quema	%	Total
CATAMAHILLO	41	98	1	2	42
LA CEIBA CHICA	49	98	1	2	50

Elaboración equipo consultor, 2026

En la comunidad de La Ceiba Chica de igual manera el servicio de recolección de desechos(basura) abarca al 98% de los hogares y el 2% restante lo queman.

Figura 8-3-58. Manejo de desechos sólidos AID Catamahillo – La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

8.3.4.22. Energía de uso en que haceres domésticos.

El uso de las energías para la preparación de los alimentos en el AID del proyecto, se basa en el uso de gas, sistemas a inducción y leña, es así que en la comunidad de Catamahillo el uso de gas doméstico representa el 98%, el uso de cocinas de inducción (eléctrica) el 2%, como indica la presente tabla.

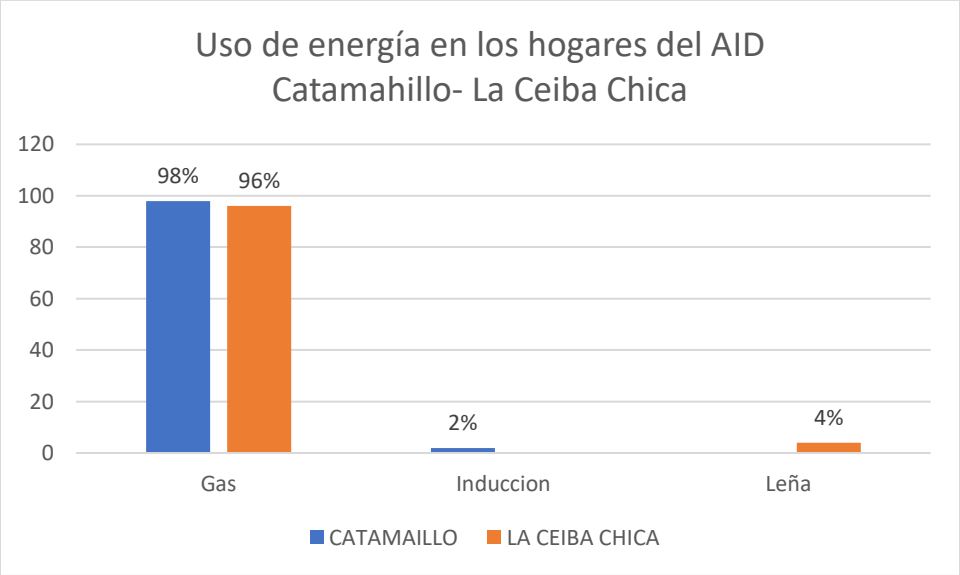
Tabla 8-3-66. Uso de energías en los hogares del AID Catamahillo – La Ceiba Chica

AID	Gas	%	Inducción	%	Leña	%	Total
CATAMAHILLO	41	98	1	2			42
LA CEIBA CHICA	48	96			2	4	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

En este sentido el uso de energías para los hogares en la comunidad de La Ceiba Chica es por medio de gas doméstico el 96% de los hogares y el 4% continúa usando leña.

Figura 8-3-59. Uso de energías en los hogares del AID Catamahillo- La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

8.3.4.23. Movilidad y Transporte.

La movilidad urbana rural de las áreas de influencia directa (AID) del proyecto, mantiene varias modalidades de movilizarse, transportarse las personas.

En la comunidad de la Ceiba Chica, el medio de mayor uso es la moto en un 42% como transporte privado, seguido del mototaxi como transporte público en un 38%, entre las dos modalidades el 80% de la población de la comunidad se moviliza en moto, seguido del taxi convencional con el 10%, el bus urbano y vehículo privado con el 4% cada uno y caminando a pie el 2%.

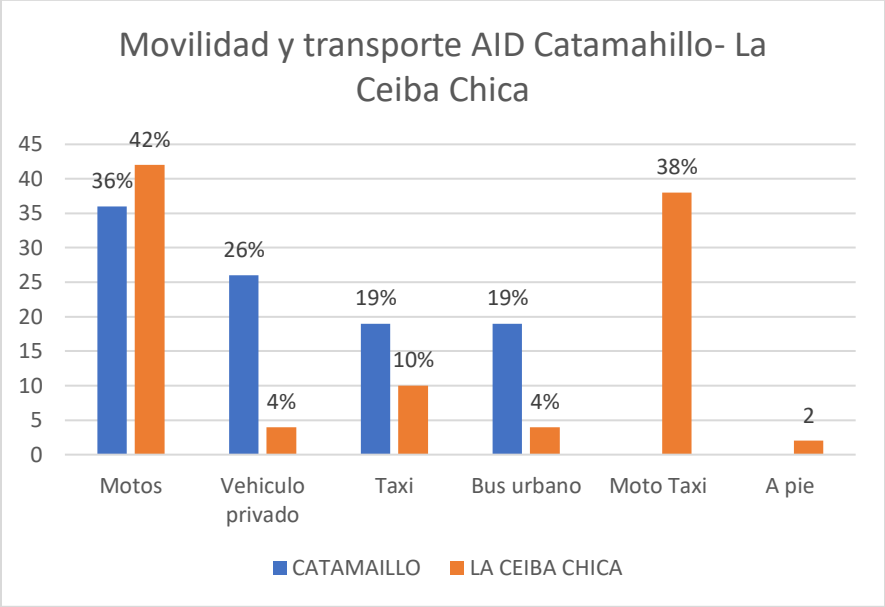
Tabla 8-3-67. Movilidad y transporte de la población de la AID Catamahillo – La Ceiba Chica

AID	Motos	%	Vehículo privado	%	Taxi	%	Bus urbano	%	Moto Taxi	%	A pie	%	Total
CATAMAHILLO	15	36	11	26	8	19	8	19					42
LA CEIBA CHICA	21	42	2	4	5	10	2	4	19	38	1	2	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la misma línea de la movilidad y transportación de la población en la comunidad de La Ceiba Chica el transporte privado se da en las modalidades de uso de la moto con el 36% y el uso del vehículo particular es del 26%, seguido del transporte público de taxis convencional y el bus urbano con el 19% cada uno.

Figura 8-3-60. Movilidad y transporte AID Catamahillo – La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

- Compañías de transporte.

Las compañías de transporte de mayor demanda o incidencia dentro del contexto de transporte y movilidad, en las áreas de influencia directa del proyecto.

En la comunidad de Catamahillo tenemos a la Compañía Gran Soto con el 37% de la ciudadanía que la reconoce y seguramente hará uso de los servicios, seguido de la empresa Palmeras Moto Taxi con el 35%, Taxis Zapotillo, con el 23%, en un menor grado con el 4% la Cooperativa Loja (interprovincial y cantonal)

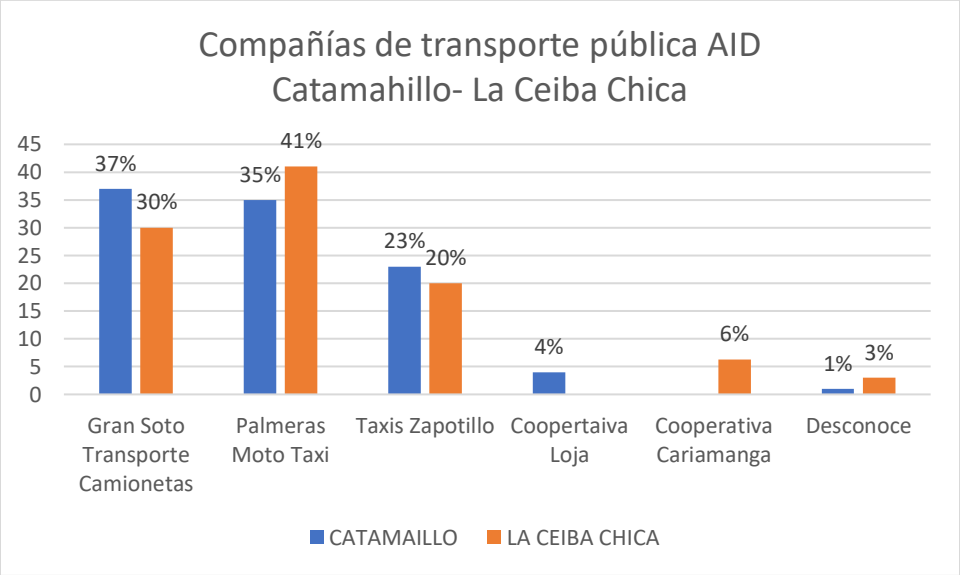
Tabla 8-3-68. Compañías de transporte publico AID Catamahillo- La Ceiba Chica

AID	Gran Soto Transporte Camionetas	%	Palmeras Moto Taxi	%	Taxis Zapotillo	%	Cooperativa Loja	%	Cooperativa Cariamanga	%	Desconoce	%	Total
CATAMAHILLO	26	37	25	35	16	23	3	4			1	1	71
LA CEIBA CHICA	24	30	33	41	16	20			5	6,0	2	3	80

Elaboración equipo consultor, 2026.

En igual forma en la comunidad de la Ceiba Chica, la compañía de mayor incidencia o reconocimiento es la Palmeras moto taxi (41%), seguida de la compañía Gran Soto de camionetas con el 30%, Taxis Zapotillo con el 20% y la Cooperativa Cariamanga con el 6%.

Figura 8-3-61. Compañías de transporte publico AID Catamahillo – La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

- Principales rutas empleadas por la comunicad.

El reconocimiento de las principales rutas que la población de las áreas de influencia directa del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba , frecuenta o hace uso en mayor o menor medida esta referida desde la comunidad hacia los puntos como la cabecera cantonal de Zapotillo, con el 48% existiendo una mayor conectividad, seguida hacia el cantón Pindal con el 24%, con la comunidad vecina y parte de la área de influencia directa, la comunidad de la Ceiba Chica con el 12%, y con el cantón Macará con el 12%.

Tabla 8-3-69. Eje vial/rutas AID Catamahillo

Eje Vial/Ruta	%	Total
Zapotillo ↔ Catamahillo	48%	20
Zapotillo ↔ Pindal	24%	10
Zapotillo ↔ La Ceiba Chica	12%	5
Zapotillo ↔ Macará	12%	5
No sabe / No responde	5%	2
TOTAL	100,00%	42

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la comunidad de la Ceiba Chica de igual forma parte de un eje vial que gira en torno a una centralidad de conectividad de la población hacia el centro cantonal de Zapotillo con el 44%, seguida hacia el cantón Pindal, con la comunidad de Catamahillo (10%) y con los cantones de Celica, Alamor, Loja y Macará con el 10% cada una.

Tabla 8-3-70. Eje vial/rutas AID La Ceiba Chica

Eje Vial / Ruta	%	Total
Zapotillo ↔ La Ceiba	44,00%	22
Zapotillo ↔ Pindal	24,00%	12
Zapotillo ↔ Catamahillo	10,00%	5
Zapotillo ↔ Celica / Alamor	10,00%	5
Rutas Largas (Loja / Macará)	10,00%	5
Desconoce	2,00%	1
TOTAL	100,00%	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

- Calidad del servicio de transporte publico

Las comunidades del área de influencia del proyecto, con el muestreo efectuado considera en el caso de la comunidad de Catamahillo que el servicio es muy bueno el 10% y bueno el 71% por la razón de sentirse que tienen una buena atención y excelente servicio, para otro sector de la población el servicio considera que es regular el19% por la razón de la falta de unidades de transporte, y se considera mal servicio el 4% de la población por el mal estado de las vías.

Tabla 8-3-71. Calidad del servicio de trasporte público AID

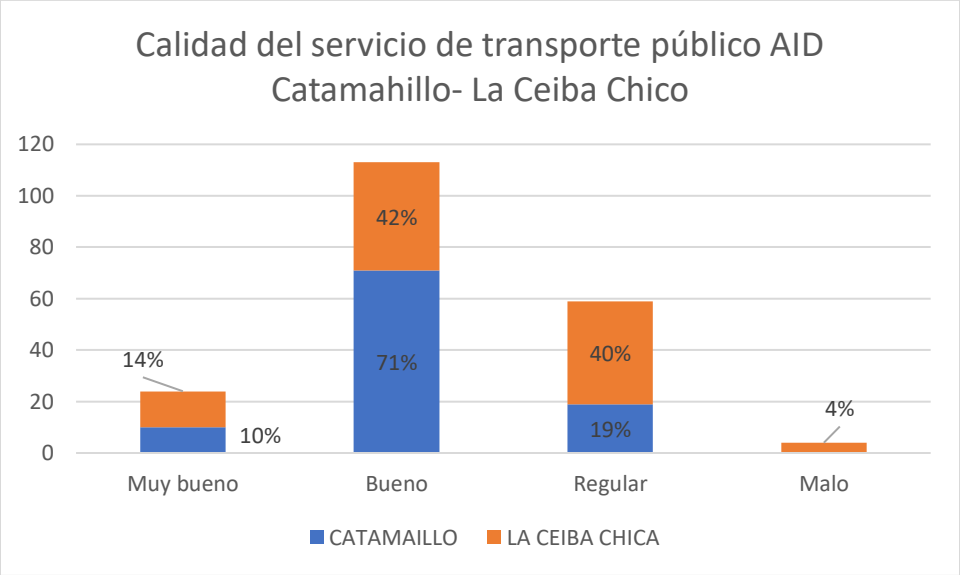
AID	Muy bueno	%	Bueno	%	Regular	%	Malo	%	Total
CATAMAHILLO	4	10	30	71	8	19			42
LA CEIBA CHICA	7	14	21	42	20	40	2	4	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la comunidad de la Ceiba Chica considera que el servicio de transporte público es muy bueno el 14% y bueno el 42%, estas calificaciones son consideradas por la buena atención recibida.

Entre tanto consideran al servicio como regular el 40% y malo el 4%, por motivos como: falta de unidades, problemas de comunicación, falta de educación de los prestadores de los servicios y el mal estado de las vías.

Figura 8-3-62. Calidad de servicio de transporte publico AID Catamahillo – La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

8.3.4.24. Medios de comunicación.

El uso de tecnologías de comunicación y de información en el área de influencia directa (AID)del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, se presentan usos como el celular, la radio, el internet y la televisión.

En la comunidad de Catamahillo el uso del celular de la población es del 100% y la radio el 7% como medios identificados,

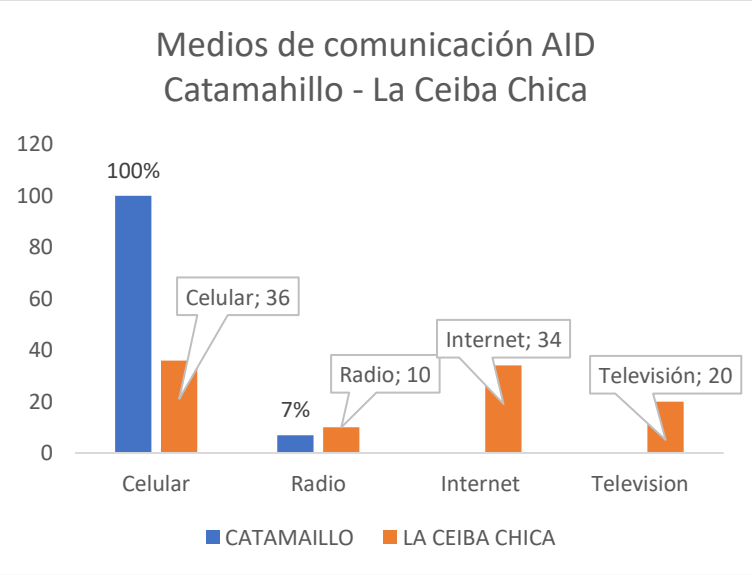
Tabla 8-3-72. Medios de comunicación AID Catamahillo – La Ceiba

AID	Celular	%	Radio	%	Internet	%	Televisión	%	Total
CATAMAHILLO	42	100	3	7					42
LA CEIBA CHICA	18	36	5	10	17	34	10	20	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la comunidad de la Ceiba Chica presenta el uso del celular con el 7%, la radio usa el 10% de las personas, el internet el 34% y la televisión el 20%, teniendo una amplia cobertura de medios de comunicación e información en la zona

Figura 8-3-63. Medios de comunicación AID Catamahillo- La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

Sobre el uso del teléfono convencional su cobertura es nulo en la comunidad de Catamahillo y en la comunidad de la Ceiba Chica representa el 94% que no posee este servicio.

Tabla 8-3-73. Cobertura del servicio telefónico convencional AID Catamahillo – La Ceiba Chica

AID	Si	%	No	%	Total
CATAMAHILLO			42	100	42
LA CEIBA CHICA	3	6	47	94	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

8.3.4.25. Vivienda en las AID

La tipología de las unidades habitacionales de la población de las áreas de influencia directa del proyecto tenemos entre casas, cuartos, departamentos y ranchos, donde habitan las familias de las comunidades de la Ceiba Chica y Catamahillo

En la comunidad de Catamahillo las familias habitan en casas o villa en un 88%, la mayoría, seguido del espacio habitacional del cuarto con un 7%, en departamentos el 2% y en el rancho el 2%

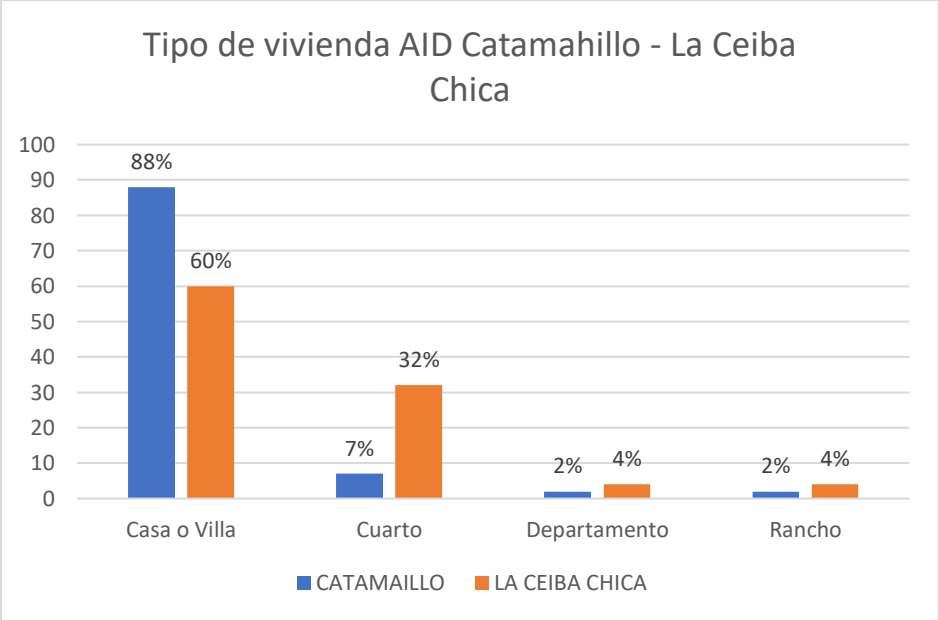
Tabla 8-3-74. Tipo de vivienda en las AID Catamahillo – La Ceiba

AID	Casa o Villa	%	Cuarto	%	Departamento	%	Rancho	%	Total
CATAMAHILLO	37	88	3	7	1	2	1	2	42
LA CEIBA CHICA	30	60	16	32	2	4	2	4	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la comunidad de la Ceiba Chica prevalece la casa de habitación de las familias en un 60% y un 32% habitan en cuartos, este porcentaje se pensaría se da porque la zona es un área agroindustrial del arroz y tiene una población flotante de jornaleros que vienen de varios puntos de la provincia y de la región costera. Se habita también en departamentos el 4% y ranchos de igual forma el 4%.

Figura 8-3-64. Tipo de vivienda en las AID Catamahillo – La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

- Tipos de materiales de las viviendas

Los materiales de construcción en las áreas de influencia directa del proyecto, en la comunidad de Catamahillo prevalece el ladrillo en un 61,90%, de adobe el 16,67%, mixto el 11,90% y de bloque el 10%.

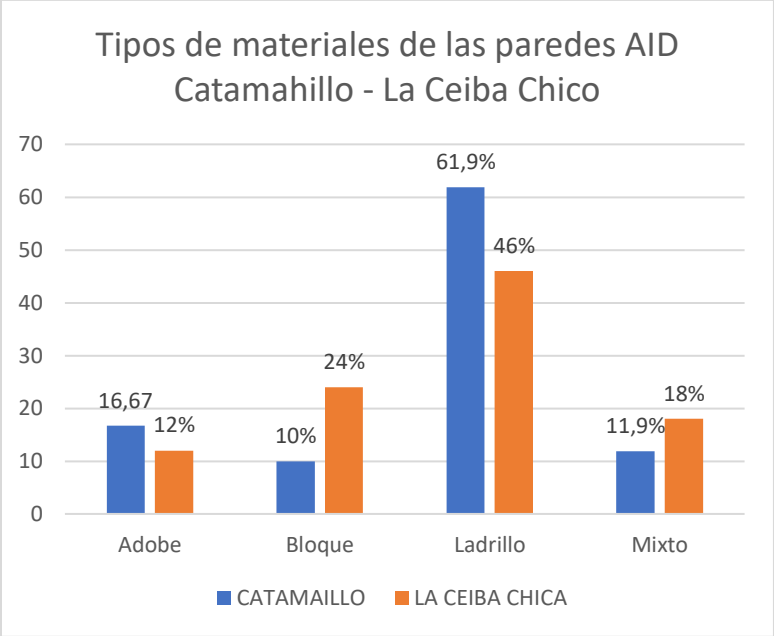
Tabla 8-3-75. Tipos de materiales de las paredes AID Catamahillo- La Ceiba Chica

AID	Adobe	%	Bloque	%	Ladrillo	%	Mixto	%	Total
CATAMAHILLO	7	16,67	4	10	26	61,90	5	11,90	42
LA CEIBA CHICA	6	12	12	24	23	46	9	18	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la comunidad de la Ceiba Chica el tipo de material que prevalece es el ladrillo con el 46%, seguido del bloque con el 24%, de material mixto el 18% y de adobe el 12%.

Figura 8-3-65. Tipo de materiales de las paredes AID Catamahillo – La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

- Tipo de materiales del techo de las viviendas.

En las comunidades del área de influencia directa del proyecto, en Catamahillo las construcciones de las viviendas tienen como techo el zinc en un 78,6%, seguido del uso de la teja el 16,7% y eternit el 4,8%.

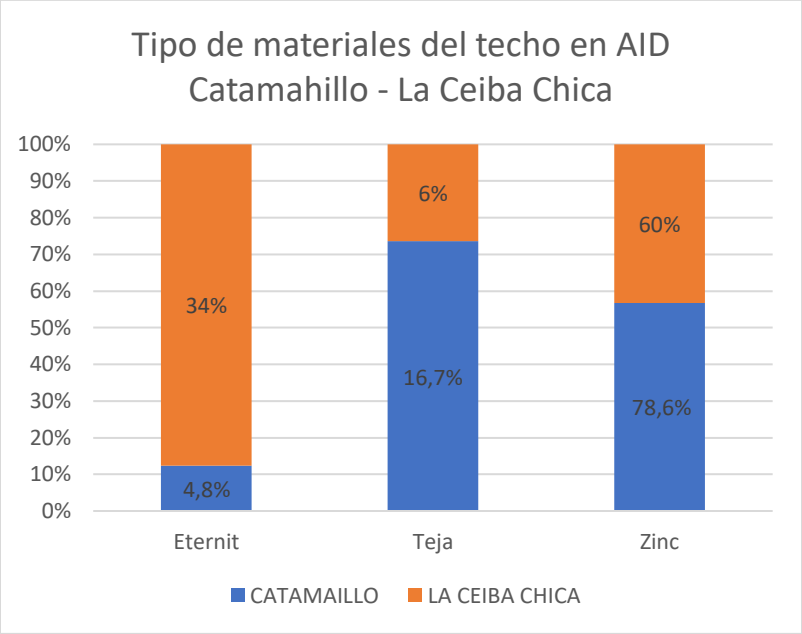
Tabla 8-3-76. Tipo de materiales de techo – viviendas AID Catamahillo- La Ceiba Chica

AID	Eternit	%	Teja	%	Zinc	%	Total
CATAMAHILLO	2	4,8	7	16,7	33	78,6	42
LA CEIBA CHICA	17	34	3	6	30	60	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la comunidad de la Ceiba Chica los materiales de los techos de las viviendas, prevalece el uso del zinc con el 60%, seguido del eternit con el 34% y el techo de teja el 6%.

Figura 8-3-66. Tipo de materiales del techo en las AID Catamahillo- La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

8.3.4.26. Energía eléctrica

La cobertura de energía eléctrica en las áreas de influencia directa (AID) del Proyecto La Ceiba, en la comunidad de Catamahillo se cuenta con una cobertura de energía eléctrica del 98% de igual forma en la comunidad de la Ceiba Chica.

Tabla 8-3-77. Cobertura de energía eléctrica en las AID Catamahillo – La Ceiba Chica

AID	Si	%	No	%	Total
CATAMAHILLO	41	98	1	2	42
LA CEIBA CHICA	49	98	1	2	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

8.3.4.27. Tenencia de la propiedad.

La propiedad en las áreas de influencia directa del proyecto, esta caracterizado una propiedad privada de los predios es así, en el área de La Ceiba Chica el 60% son propietarios de los sitios, el 34% es arrendada y otras formas el 6% (prestada)

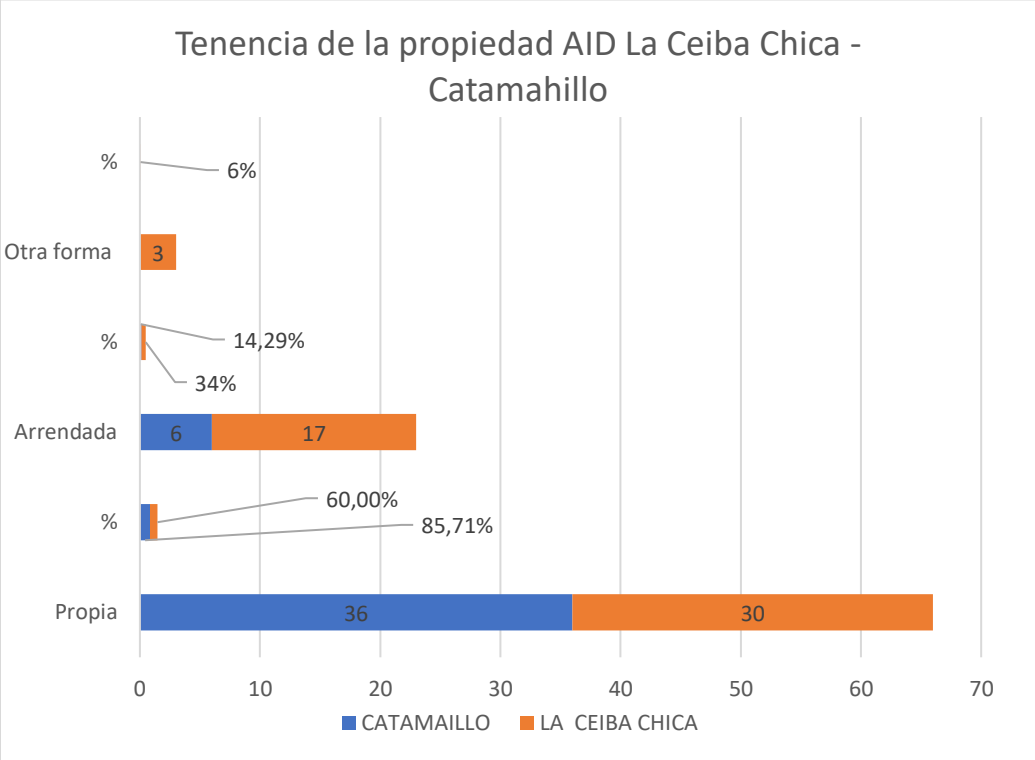
Tabla 8-3-78. Tenencia de la propiedad

AID	Propia	%	Arrendada	%	Otra forma	%
CATAMAHILLO	36	85,71%	6	14,29%		
LA CEIBA CHICA	30	60,00%	17	34%	3	6%

Elaboración equipo consultor, 2026.

Entre tanto en el área de Catamahillo el 85,71% son propietarios y el 14,29% arriendan los sitos en la zona, no existe otras formas de posesión de la tierra

Figura 8-3-67. Tenencia de la propiedad AID La Ceiba - Catamahillo



Elaboración equipo consultor, 2026.

- Titularidad de los bienes inmuebles

Sobre la propiedad de la población de las áreas de influencia directa, en la comunidad de Catamahillo el 88% de los propietarios cuentan con escritura como titulares de los bienes inmuebles y el 12% no cuentan con esta condición de la propiedad

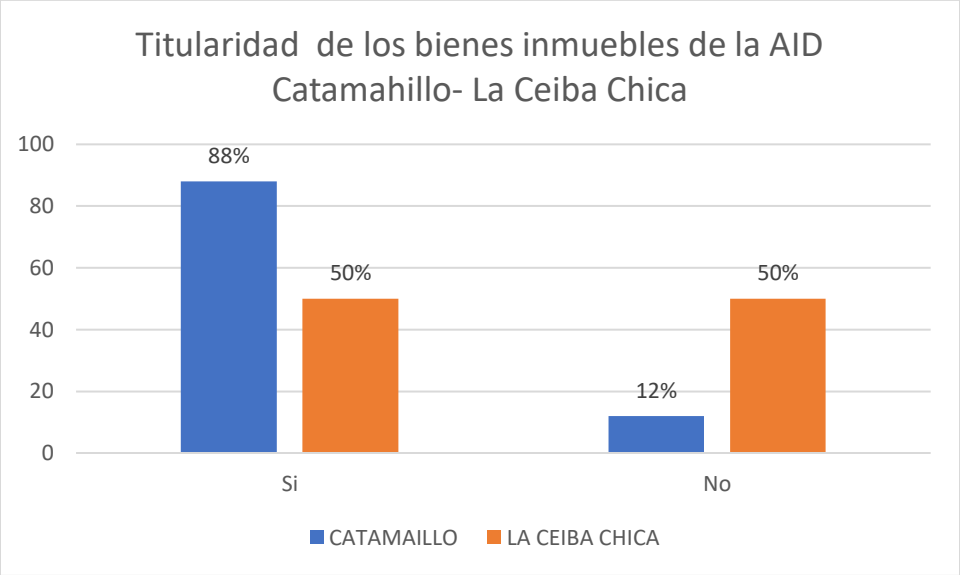
Tabla 8-3-79. Titularidad de los bienes inmuebles de las AID Catamahillo – La Ceiba Chica

AID	Si	%	No	%	Total
CATAMAHILLO	37	88	5	12	42
LA CEIBA CHICA	25	50	25	50	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

De igual manera en la comunidad de la Ceiba Chica el 50% cuentan con escritura de la vivienda y el restante 50% no lo posee.

Figura 8-3-68. Titularidad de bienes inmuebles de la AID Catamahillo- La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

- Extensión de la propiedad

La propiedad en los sectores de Catamahillo tiene una escalabilidad desde los 0-200 m^2 a más de 5000 m^2, concentrándose en los siguientes rangos de extensión.

Tabla 8-3-80. Tamaño de la propiedad en la AID Catamahillo

Extensión m^2	%	Total
0 - 200	55%	23
201 - 1,000	29%	12
1,001 - 5,000	12%	5
Más de 5,000	5%	2
Total	100,00%	42

Elaboración equipo consultor, 2026.

De igual forma en la comunidad de la Ceiba Chica, la escalabilidad es mucho menor los rangos de extensión de las propiedades que van de lo 0-100 a más de 500 m^2, cuya concentración se presenta a continuación.

Tabla 8-3-81. Tamaño de la propiedad en la AID Ceiba Chica

Extensión m^2	%	Total
0 - 100	54,00%	27
101 - 200	24,00%	12
201 - 500	18,00%	9
Más de 500	4,00%	2
Total	**100,00%**	**50**

Elaboración equipo consultor, 2026.

La menor extensión de la propiedad de las familias que viven en la comunidad, se presenta porque la misma es de mayor concentración urbana de las viviendas.

8.3.4.28. Organización social en el AID

La organización social en las comunidades de las áreas de influencia directa (AID) del Proyecto Fotovoltaico de la Ceiba desde la perspectiva de los encuestados de la comunidad de Catamahillo identifican la presencia de las siguientes organizaciones sociales, vinculadas a los ámbitos de la producción y de la religión.

Tabla 8-3-82. Organizaciones identificadas en la AID Catamahillo

Organización Identificada	%	Total
APACCI	45,24%	19
Asociación CABRALAC / Cabra Lac	23,81%	10
Iglesia Zapotillo	9,52%	4
Desconocen	21,43%	9
Total	**100,00%**	**42**

Elaboración equipo consultor, 2026.

La APACCI es la asociación de mayor identificación por parte de la población (45,24%), organización que se dedica a la producción y cría de ganado caprino, con presencia también en la comunidad de la Ceiba Chica. La organización está liderada por la Sra. Zuly Castro

Micro empresa de lácteos caprino CABRALAC es identificada por el 23,81% de la población del área de influencia, se dedica a la elaboración y comercialización de productos lácteos en base al manejo del ganado caprino en las zonas de Catamahillo, también es identificado como punto turístico de la zona. La organización está liderada por la Sra. Zuly Castro

Iglesia Católica de Santa Rosa de Zapotillo es identificado por el 9,52%. dedicadas a los servicios religiosos en el cantón. La organización está liderada por la Sra. Emma Sánchez

Hay un 21,43% de la población encuestada no identifican a organizaciones sociales en la localidad.

Es importante también señalar que la población encuestada el 83% no pertenece a organizaciones sociales, que nos podría estar indicando que en la zona se asienta una cultura individualista

Tabla 8-3-83. Pertenencia de la población a la organización social AID Catamahillo La Ceiba Chica

AID	Si	%	No	%	Total
CATAMAHILLO	7	17	35	83	42
LA CEIBA CHICA	1	2	49	98	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la comunidad de la Ceiba Chica de igual forma el 98% de los encuestados manifiestan no pertenecer a la organización social comunitaria, que nos podría manifestar que en la zona se asienta más una cultura individualista.

A pesar de esta observación inicial, la dinámica organizacional identificada, está presente en varios ámbitos del desarrollo local, como es la educación, el agua, la religión y la producción.

Tabla 8-3-84. Organizaciones identificadas en la AID Ceiba Chica

Organización Identificada	%	Total
Grupo de catequistas La Ceiba Chica	20%	10
Organización Virgen del Cisne	14%	7
Pro mejoras La Ceiba (casa comunal)	6%	3
Directiva de Padres de Familia de Unidad Educativa Jorge Amable Quezada	8%	4
APACCI	4%	2
Canal de riego Zapotillo	2%	1
Aso de Arroceros	2%	1
Agua potable- GAD Municipal de Zapotillo	4%	2
Desconocen	40%	20
	100%	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

Las organizaciones de tinte religioso están ligados al catolicismo en ámbitos de la formación cristiana por medio del Grupo de Catequistas de la comunidad de la Ceiba Chica, esta organización esta identificada por el 20% de la población encuestada que en cierta manera le da el mayor peso en el reconocimiento comunitaria, la organización está liderada por la Sra. Juliana Gálvez

En esta línea de igual forma esta la organización religiosa Reina del Cisne, que desarrolla actividades de adoración a la virgen, y realiza actividades de mantenimiento del santuario, la misma que se ha convertido en un sitio de peregrinación de los devotos y de turismo religioso de la comunidad de la Ceiba Chica, la identifican el 14% de la población encuestada, la organización está liderada por el Sr Manuel Hidalgo

La Directiva de Padres de Familia de la Unidad Educativa Jorge Amable Quezada, la identifican el 8% de los encuestados, es una organización dedicada al apoyo a la gestión educativa para los niños y adolescentes de la comunidad, desarrollando varias acciones de mejoramiento de la infraestructura y equipamiento educativo. Actualmente está dirigida por la Sra. Irene Valdez

El comité pro mejoras de la Ceiba Chica, esta identificada por el 6% de la población, sus acciones se encaminan a generar procesos de mejoramiento comunitario según las distintas necesidades, que se presenten. La organización está liderada por el Sr. José Lapo.

La APACCI organización que se dedica a la producción y cría de ganado caprino, en la comunidad es identificado por el 4% de los encuestados, la asociación está liderada por la Sra. Zuly Castro.

Canal de Riego Zapotillo es una organización cantonal, brinda el servicio de riego parcelario y de mantenimiento del mismo, el sistema de riego es identificado por la población estudiada por el 2%, está liderada por la Sra. Roxy Soto.

Asociación de Arroceros en la Ceiba Chica es identificada por el 2% de la población de los encuestados, se dedica al apoyo organizativo y técnico de los productores del arroz en la zona, liderado por el Sr Miguel Castillo.

GAD Municipal de Zapotillo mediante la jefatura de agua potable brinda el servicio en la comunidad y es identificado por el 2% de los encuestados, en la zona está a cargo el Sr Atocha.

Para finalizar es necesario mencionar que la población estudiada el 40% manifiestan desconocer sobre las acciones de la organización comunitaria, confirmando que podríamos tener una cultura más individualista que colectiva en la comunidad.

- Liderazgos históricos en la AID de Catamahillo- La Ceiba

Las zonas históricamente fueron lideradas por las familias fundadoras de las comunidades de Catamahillo y La Ceiba Chica, en mayor o menor medida los lideres identificados en Catamahillo son:

Tabla 8-3-85. Lideres históricos de la AID Catamahillo

Líder o Familia Fundadora	%	Total
Familia Gálvez (Incluye Ilde, Rosario)	33,33%	14
Familia Becerra	21,43%	9
Familia Hernández	14,29%	6
Homero Ruiz	2,38%	1
Familia Castro	16,67%	7
Familia Sánchez	9,52%	4
Desconocen	2,38%	1
Total	**100,00%**	**42**

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la Ceiba Chica se identificaron o mencionaron a las siguientes familias y lideres que desarrollaron a la comunidad.

Tabla 8-3-86. Lideres históricos de la AID Catamahillo

Líder o Familia Fundadora	%	Frecuencia
Homero Ruiz	32,00%	16
Ilde Gálvez	18,00%	9
Fanny Ruiz	2,00%	1
Familia Atocha	2,00%	1
Familia Becerra	12,00%	6
Desconocen	34,00%	17
Total	100,00%	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

En las dos comunidades se observa a la familia Gálvez como parte de los lideres históricos encabezado por Don Ilde Gálvez que actualmente reside en la comunidad de Catamahillo, además de Homero Ruiz que también es identificado en Catamahillo y La Ceiba Chica.

8.3.4.29. Conocimiento del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba

Frene a esta posición de conocer o no sobre el proyecto fotovoltaico las personas encuestadas en las comunidades de influencia directa (AID) tanto de Catamahillo y La Ceiba Chica, se manifiestan de la siguiente manera.

Tabla 8-3-87. Conocimiento sobre el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba en AID Catamahillo – La Ceiba Chica

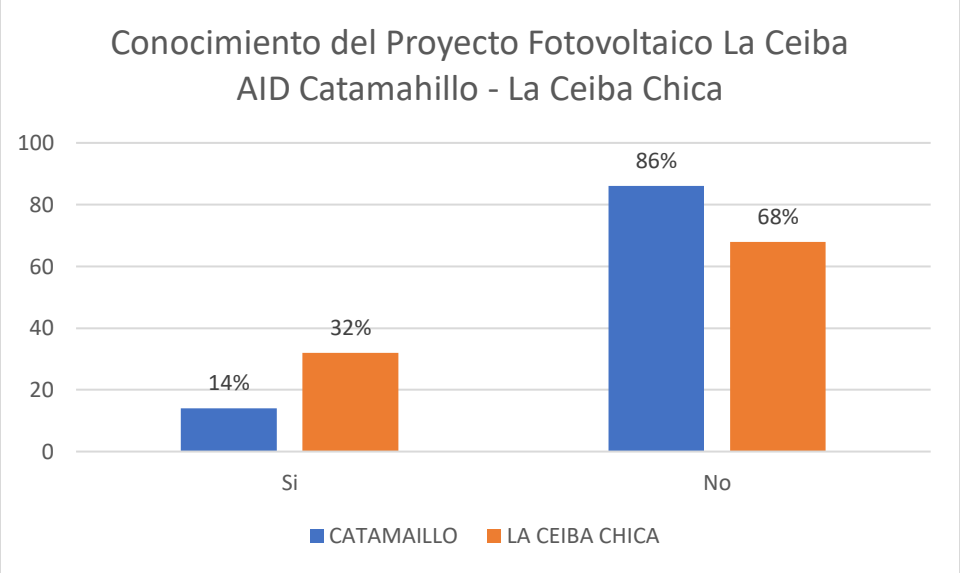
AID	Si	%	No	%	Total
CATAMAHILLO	6	14	36	86	42
LA CEIBA CHICA	16	32	34	68	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

Como se puede observar el conocimiento del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba en la comunidad de Catamahillo manifiestan el 86% desconocen sobre el proyecto y el 14% manifiesta que si conoce.

En la comunidad de la Ceiba Chica se manifiestan que desconocen sobre el proyecto el 68% de las personas encuestadas y el 32% conocen sobre el proyecto

Figura 8-3-69. Conocimiento del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba AID Catamahillo- La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

Sobre el porcentaje de la población encuestada que manifiesta que conocen sobre el proyecto fotovoltaico, es importante saber que ideas o conocimientos tienen sobre el mismo.

Es así que en la comunidad de Catamahillo manifiestan que es un proyecto para generar energía solar el 50%, el 17% indica que es un proyecto de paneles solares y el 33% indican que el proyecto va a generar beneficios comunitarios.

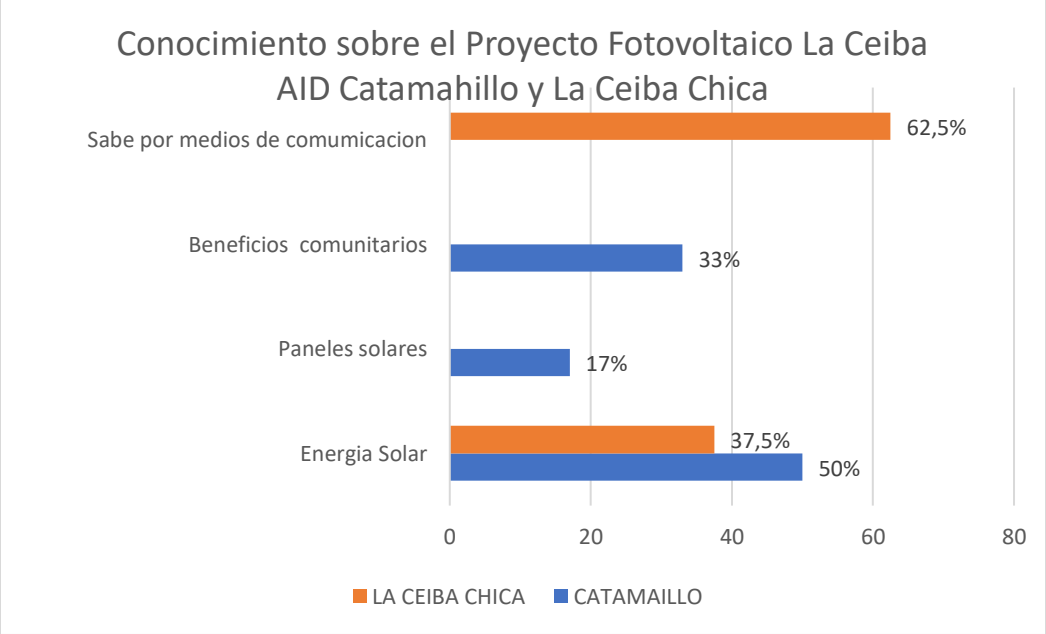
Tabla 8-3-88. Conocimiento sobre el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba en las AID Catamahillo- La Ceiba Chica

AID	Energía Solar	%	Paneles solares	%	Beneficios comunitarios	%	Sabe por medios de comunicación	%	Total
CATAMAHILLO	3	50	1	17	2	33			6
LA CEIBA CHICA	6	37,5					10	62,5	16

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la comunidad de la Ceiba Chica se indica que es un proyecto para generar energía solar el 37,5% de las personas y el 62,5% que conoce algo por los medios de comunicación sin especificar algún punto concreto.

Figura 8-3-70. Conocimiento sobre el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba en las AID Catamahillo- La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

En general en las percepciones que se generan alrededor del proyecto, la población consultada manifiesta también que el mismo puede ser positivo para las comunidades, es así que en la comunidad de Catamahillo piensan que va hacer positivo en un 98%

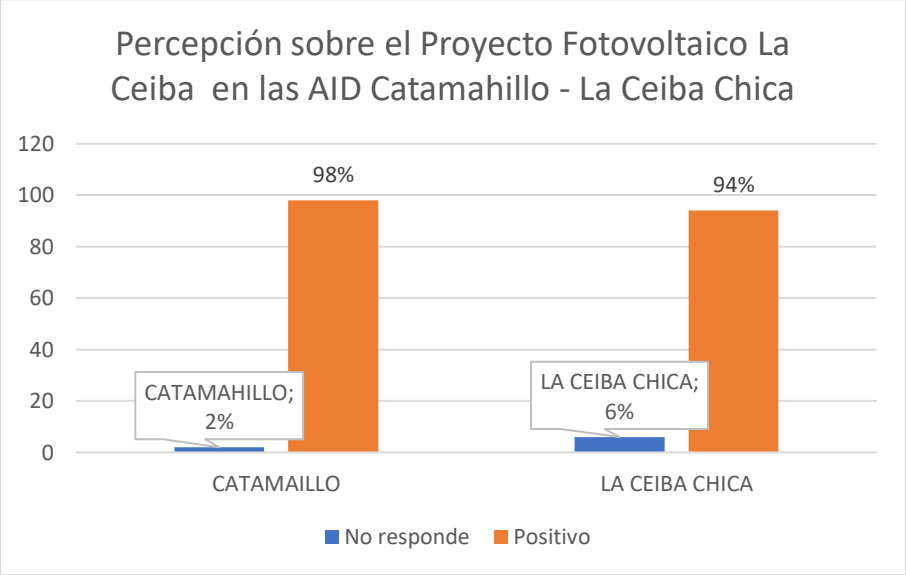
Tabla 8-3-89. Percepción sobre el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba en las AID Catamahillo – La Ceiba Chica.

AID	No responde	%	Positivo	%	Total
CATAMAHILLO	1	2	41	98	42
LA CEIBA CHICA	3	6	47	94	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la comunidad de la Ceiba Chica en igual forma mantiene una percepción positiva sobre el proyecto en un 94%

Figura 8-3-71. Percepción sobre el Proyecto Fotovoltaico la Ceiba en las AID Catamahillo – La Ceiba Chica



Elaboración equipo consultor, 2026.

- Posiciones de las familias AID de Catamahillo y La Ceiba Chica en relación al Proyecto Fotovoltaico La Ceiba

Observando las distintas percepciones y el conocimiento sobre el proyecto generados por la población consultada en el presente estudio, es pertinente consultar sobre un posible desarrollo del proyecto a futuro en la zona y que posiciones podrían asumir la población. Posiciones que podrían ser a favor, diferente, indiferentes o en contra, mostrándonos una dinámica de relaciones que se podrían suscitar al momento de activar el proyecto en sus diferentes fases. Cabe indicar que las respuestas dadas tienen condiciones de percepciones sujetas al contexto y tiempo en la que se realiza el estudio, pudiendo cambiar a futuro

Es así que la población consultada manifiesta que una posición favorable frente al proyecto en un 98% de los consultados por los beneficios sociales y en contra un 2% posiblemente esta posición podría ser motivadas por la incertidumbre sobre las propiedades que tienen en el área donde se emplazaría el proyecto

Tabla 8-3-90. Posición de las familias de la AID de Catamahillo y La Ceiba Chica frente al Proyecto Fotovoltaico La Ceiba

AID	A favor	%	Diferente	%	En contra	%	Total
CATAMAHILLO	41	98			1	2	42
LA CEIBA CHICA	48	96	1	2	1	2	50

Elaboración equipo consultor, 2026.

En la comunidad de la Ceiba Chica, la posición es favorable en un 96% en la población por los beneficios que se podría obtener, un 2% tiene una posición diferente en el sentido que no conoce, no tiene interés y no está en su perspectiva el proyecto, entre tanto el 2% de la población consultada manifiesta su posición en contra por la falta de mayor comunicación sobre el proyecto.

8.3.4.30. Presencia de proyectos de desarrollo

En las áreas de influencia directa (AID) del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, no se tiene la presencia ni ejecución de proyectos de desarrollo así lo manifiestan el 100% de la población consultada de Catamahillo y la Ceiba Chica.

Tabla 8-3-91. Presencia de proyectos de desarrollo en las AID Catamahillo- La Ceiba Chica

AID	Si	%	No	%	Total
CATAMAHILLO	0		42	100	42
LA CEIBA CHICA	0		50	100	50

Elaboración equipo consultor, 2026

8.3.4.31. Mapeo de organizaciones sociales e instituciones del AISD e I.

Los actores sociales identificados en las áreas de influencia tanto sociales como de entidades públicas, que generan procesos en la zona de influencia en los distintos ámbitos del desarrollo local, se ha identificado los ámbitos de gestión, institución y la persona de contacto.

- Actores sociales públicos
    - Gobierno Central

Ámbito	Institución/organización	Persona de contacto
Salud servicios a nivel cantonal y parroquial – Zapotillo	Distrito de Salud 11D009 Zapotillo	Dr. Denis Martínez
Educación, servicios de educación básica, media y bachillerato	Distrito de Educación 11D09 Zapotillo	Magister Luis Burneo

Ámbito	Institución/organización	Persona de contacto
Desarrollo social, atención a la población vulnerable social y económicamente	Coordinación Zonal del Ministerio de Desarrollo Humano	Sra. Diana Blacio Carrión
Seguridad, servicios públicos de seguridad ciudadana y orden publico	Policía Nacional – Circuito Zapotillo	Mayor Edison Núñez Rosero
Seguridad y desarrollo Coordinación de la seguridad ciudadana, orden público y articulación territorial del desarrollo de los ámbitos y competencias constitucionales del gobierno central- aplicación de lo política publica	Gobernación de la Provincia de Loja	Ab. Alejandra Jara
Desarrollo y seguridad Aplicación de la política pública del gobierno central en el cantón Zapotillo	Jefatura Política del Cantón Zapotillo	Ing Cristhian Rueda
Desarrollo comunitario, seguridad ciudadana y orden publico	Comisaría de Policía Nacional	Abg. Daniel Román
Seguridad Nacional	Ejército del Ecuador (Batallón N.19 Carchi)	Tcrn. Juan Carlos Yazan
Banca de desarrollo micro crédito para el emprendimiento, desarrollo de micro empresas y PYME	BanEcuador Agencia Zapotillo	Ing. Letty Del Carmen Jimbo
Servicio eléctrico	Empresa Eléctrica Regional del Sur SA	Sr Sandro Bustamante Granda
Sistema de justicia en procesos penales, civiles y de familia	Unidad Judicial Multi competente sede Zapotillo	Dr. Hernán Ruiz Rojas

- Gobiernos Autónomos Descentralizados Autónomos

Ámbito	Institución/organización	Persona de contacto
Desarrollo local en competencias: económico productivo, vial, ambiente a nivel provincial	Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Loja	Ing. Mario Mancino Valdivieso
Desarrollo integral en competencias constitucional: en planificación territorial, agua potable, desarrollo	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Zapotillo	Ing. Burner Moncayo García

urbano, saneamiento ambiental, tránsito y transporte y desarrollo económico		
Desarrollo y planificación local a nivel parroquial, en competencias producción y la organización comunitaria y l participación ciudadana	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Mangahurco	Sr. Franco Farfán Aponte
	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Bolaspamba	Sr. Ernesto Rivera Elizalde
	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cazaderos	Lcda. Leidi Maribel Sunción
	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Limones	Sr. José Marcelo Vidal Vidal
	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Garza Real	Sr. Jorge Panamito Vargas
	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Paletillas	Sr. Efraín Loyola

- Organizaciones de desarrollo

Ámbito	Institución/organización	Persona de contacto
Conservación y desarrollo local Asociación de municipalidades del sur occidente de la Provincia de Loja, que desarrolla y gestiona la conservación de los recursos naturales, manejo en el agua de consumo humano y desarrollo económico.	Mancomunidad Bosque Seco	Lic. Orli Renán Flores Guerrero Presidente
		Ing. Luis Vicente Solórzano Coordinador
Seguridad y desarrollo Prevención, respuesta y recuperación frente a eventos de desastres naturales y antrópicos	Benemérito Cuerpo de Bomberos del Cantón Zapotillo	Sr Roberth Granda Castillo
Desarrollo deportivo cantonal	Liga Deportiva Cantonal de Zapotillo	Sr Fabian Panamito
Desarrollo productivo	Asociación de Arroceros de Zapotillo	Sr Justo Cando
Desarrollo productivo	Asociación Ganaderos 7 de septiembre	Ing Fernando Torres

- Actores sociales Área de Influencia Directa
    - Ceiba Chica

Ámbito	Institución/organización	Persona de contacto
Religioso / católico	Grupo de catequistas La Ceiba Chica	Sra. Juliana Gálvez
	Organización Virgen del Cisne	Sr Manuel Hidalgo
Desarrollo Comunitario	Pro mejoras La Ceiba	Sr José Lapo
Educativo	Directiva de Padres de Familia de Unidad Educativa Jorge Amable Quezada	Sra. Irene Valdez
Económico productivo	APACCI	Sra. Zuly Castro
Económico productivo	Asociación de Arroceros	Sr Miguel Castillo
Agua de consumo humano	GAD Municipal de Zapotillo	Sr Atocha
Agua de Riego	Canal de Riego Zapotillo	Sra. Roxy Soto
Salud	Seguro Social Campesino	Sr Fabian Valdiviezo

    - Catamahillo

Ámbito	Institución/organización	Persona de contacto
Económico productivo	APACCI / CABRALAC	Sra. Zuly Castro
Religioso / católico	Iglesia católica Sanata Rosa de Zapotillo	Sra. Emma Sánchez

En el MAPA NRO. 36 se presenta la ubicación de los encuestados, en el ANEXO 8-3-2. Lista de encuestados y datos generales.

En el MAPA NRO. 37. Se presenta mapa de necesidades básicas insatisfechas.

En el ANEXO 8-3-3. Se presenta el registro fotográfico del componente social.

En el ANEXO 8-3-4. Se presenta fichas prediales de los propietarios.

En el ANEXO 8-3-5- Se presenta el oficio de solicitud del catastro de Zapotillo, dirigido al GAD del cantón.

8. Contenido

8.4. Componente arqueológico 597

8.4.1. Resumen 597
8.4.2. Introducción 597
8.4.3. Antecedentes 598
8.4.4. Problema de investigación 602
8.4.5. Justificación 602
8.4.6. Alcance de la investigación 602
8.4.7. Hipótesis e interrogantes o supuestos generales 603
8.4.8. Objetivos 604
8.4.9. Marco teórico conceptual 604
8.4.10. Ubicación geográfica y delimitación del área de estudio 608
8.4.11. Metodología y técnicas de investigación 611
8.4.12. Descripción del desarrollo del trabajo de campo y datos recuperados de los sitios 618
8.4.13. Resultados 653
8.4.14. Conclusiones 654
8.4.15. Recomendaciones 654

Tabla 8-4-1. Marco cultural Provincia de Loja 598
Tabla 8-4-2. Coordenadas de la Subestación 609
Tabla 8-4-3. Coordenadas del Parque Fotovoltaico 609
Tabla 8-4-4. Categoría de sensibilidad arqueológica (Resolución 013-DE- INPC-2025) . 614
Tabla 8-4-5. Categoría de impacto (Resolución 013-DE- INPC-2025) 614
Tabla 8-4-6. Medidas de valoración y gestión (Resolución 013-DE- INPC-2025) 615
Tabla 8-4-7. Puntaje para el cálculo de Sensibilidad Arqueológica 616
Tabla 8-4-8. Niveles de Sensibilidad Arqueológica según el rango de valores 616
Tabla 8-4-9. Criterios de Sensibilidad Arqueológica 616
Tabla 8-4-10. Ubicación de las excavaciones realizada (WGS84 18 S). 619
Tabla 8-4-11. Descripción de excavaciones 623
Tabla 8-4-12. Puntaje para el cálculo de Sensibilidad Arqueológica 652
Tabla 8-4-13. Niveles de Sensibilidad Arqueológica según rango de valores 652
Tabla 8-4-14. Resultado de sensibilidad en las calles 653

Figura 8-4-1. Ubicación de los sitios prospectados del cantón Zapotillo 600
Figura 8-4-2. Ubicación de los sitios inventariados SIPCE 601
Figura 8-4-3. Esquema del patrón de asentamiento en el cantón Zapotillo 603
Figura 8-4-4. Tipos de muestreo 611
Figura 8-4-5. Ubicación de la prospección arqueológica del proyecto. 651

8.4. Componente arqueológico

8.4.1. Resumen

La Consultora ambiental CGA CIA. LTDA. en cumplimiento con los requerimientos de CELEC EP, se inicia las investigaciones relacionadas en la construcción del parque solar La Ceiba.

Para su ejecución se planteó la prospección de un 100% del área de estudios para lograr medir y evaluar el potencial arqueológico en el área de intervención y verificar presencia de sitios arqueológicos ya definidos previamente. Al mismo tiempo definiendo la potencialidad de ejecución del parque Solar La Ceiba.

8.4.2. Introducción

En el año 2008 el CONELEC, elaboró el documento "Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica", en el cual se evalúa el potencial solar por cada mes del año en nuestro país. Según lo indicado por CONELEC en dicho documento, las provincias de Pichincha, Imbabura, parte de Santo Domingo de los Tsáchilas y Loja se clasifican como potenciales sitios con altos niveles de radiación solar, alrededor de 5.500 Wh/m2/día. Estos valores se registraron, tomando en cuenta también las condiciones climáticas como nubosidad, humedad y altura.

La Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC EP, a través de la Unidad de Negocio GENSUR, ejecutó en el 2014 un proceso de fusión por absorción con la Empresa Regional de Energías Renovables (ENERSUR EP), empresa pública del Gobierno Provincial de Loja, a través de este proceso CELEC EP – GENSUR, absorbió todos los proyectos y los activos de esta empresa, entre los cuales, se encuentran comprendidas 6 torres de medición meteorológica, en cuatro sectores del cantón Loja y cantón Catamayo, las mismas que monitoreaban el potencial Eólico de 4 proyectos: Huacacocha, Cachipamba, Huayrapamba y Ducal-Membrillo.

En julio del 2020, GENSUR, mediante Memorando CELEC EP–GSR–2020-1462–MEM, presentó a la Gerencia General un primer documento denominado "Primera parte del Portafolio de Proyectos de CELEC EP – GENSUR".

Mediante contrato No. CELEC EP-GSR-CON-0058-20, para la "ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE DOS ESTACIONES DE MEDICIÓN FOTOVOLTÁICA UBICADAS EN LOS CANTONES ZAPOTILLO Y GONZANAMÁ", la Unidad de Negocio GENSUR instaló dos estaciones fotovoltaicas en los cantones Zapotillo y Gonzanamá, que entraron en operación desde el 2021 destinadas para los proyectos fotovoltaicos: La Ceiba y Matala respectivamente, los cuales forman parte del portafolio de proyectos de GENSUR. Dicho contrato se conformaba por una parte que consistía en el arrendamiento del terreno donde se instalarían las estaciones fotovoltaicas por un período de un año.

Mediante comunicación del 1 de noviembre de 2021, la Gerencia de la UN GENSUR indica a la Gerencia General de CELEC EP que "Con la finalidad de que CELEC EP disponga de más información de estos proyectos, he creído conveniente solicitar a usted se digne autorizar para que CELEC EP – GENSUR proceda a realizar a nivel de estudio preliminar un esquema de aprovechamiento de estos recursos de manera integral".

Actualmente, CELEC EP – GENSUR cuenta con datos meteorológicos recopilados desde 2021 en la Estación Fotovoltaica Matala y la Estación Fotovoltaica La Ceiba, como parte de su campaña de medición del recurso fotovoltaico.

En este contexto, se ha identificado la necesidad de realizar un Plan Detallado del Sitio, que consiste en aplicar métodos de análisis multicriterio para comprobar que los respectivos emplazamientos sean lo óptimos posibles. En mencionado análisis se considera los siguientes criterios: pendiente, radiación, cercanía vías y redes, áreas protegidas, Centros poblados, Hidrología, uso de suelo, arqueología.

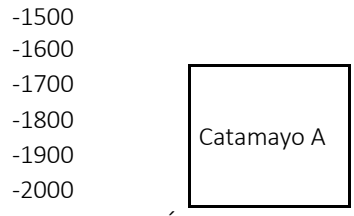
8.4.3. Antecedentes

8.4.3.1. Marco Cultural

Con base en los antecedentes arqueológicos de la provincia de Loja, se ha planteado un marco cultural que podría ser de utilidad para la contextualización de posibles evidencias arqueológicas, en caso de registrarse.

Tabla 8-4-1. Marco cultural Provincia de Loja

	(Guffroy, Jean, 2004)	(Lecop, 1983; 1987)
1500	Inca	
1400	Paltas	
1300		
1200		
1100		
1000		
900		
800		
700		
600	Desarrollo Regional	Desarrollo Regional 1 y 2
500		
400		
300		
200		
100		
0		
-100		
-200		
-300	Catamayo D	
-400		
-500		
-600		
-700		
-800	Catamayo C	
-900		
-1000	Catamayo B	
-1100		
-1200		
-1300		
-1400		



ELABORACIÓN: Equipo consultor, 2025

8.4.3.2. Antecedentes arqueológicos

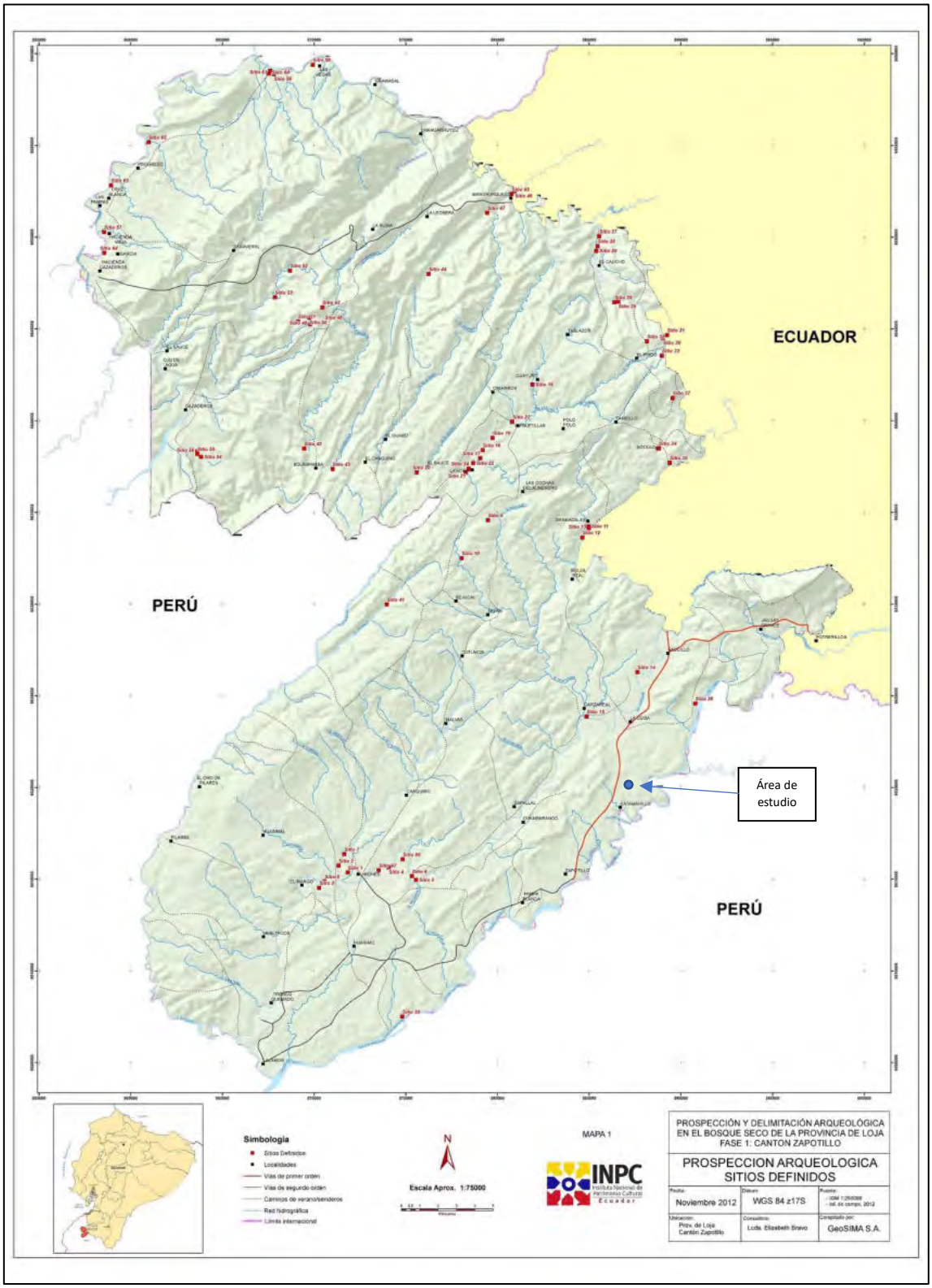
La región sur del Ecuador ha sido escasamente estudiada y potencialmente destruida por la continua actividad agroganadera en la zona. Zapotillo y el área de estudio es muy importante ya que se ubica en la sección de la Cordillera de los Andes, donde pierde altura y continuidad del Norte a Sur y es reemplazada por estribaciones transversales (Este – Oeste), y dan lugar a una topografía irregular y con una diversidad de microambientes. Características geográficas es la realidad en la frontera de las estribaciones entre los dos países, conectando a las culturas que los habitaron.

Sobre el área específica del proyecto no existen estudios arqueológicos. Sin embargo, en el cantón Zapotillo en el año 2012 se realizó prospecciones arqueológicas y reporto por lo menos 66 sitios en parroquias vecinas del cantón. En especial en las parroquias Zapotillo, Paletillas, Garzareal, Limones, Bolaspamba, Mangahurco y Cazaderos (Bravo, 2012).

Lo interesante de esta investigación y de los reportes de habitantes del lugar, es la presencia de restos culturales Chimu[1]. Es interesante esta posibilidad que podría tratarse de una zona intermedia que pudo existir entre los Chimús, los tumbesino y los Paltas (Bravo, 2012).

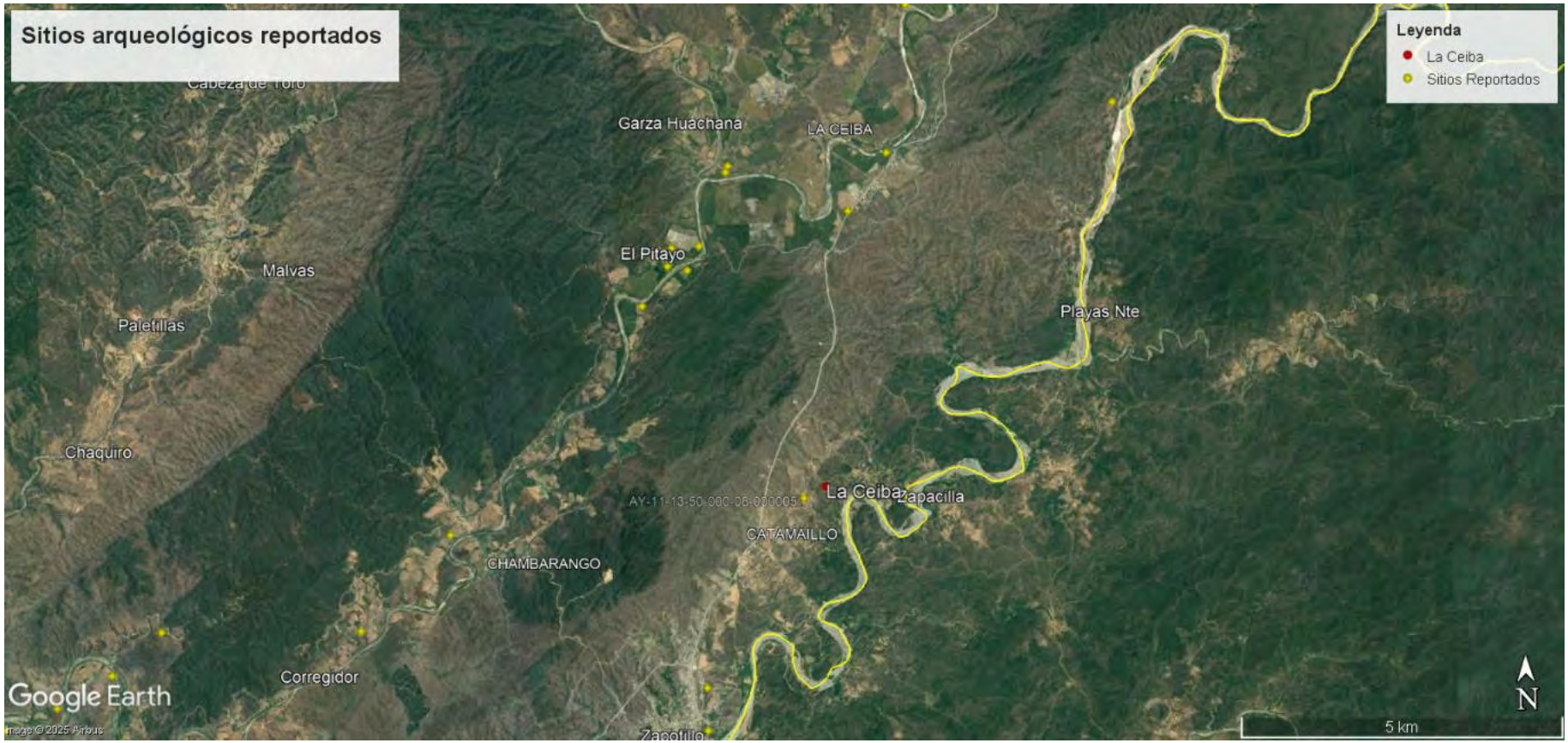
[1] Sociedad ubicada en el norte de Perú y que, por conexiones comerciales o sociales, llegaron a esta sección del Ecuador.

Figura 8-4-1. Ubicación de los sitios prospectados del cantón Zapotillo



FUENTE: Bravo, 2012

Figura 8-4-2. Ubicación de los sitios inventariados SIPCE



FUENTE: (INPC, 2010)

8.4.4. Problema de investigación

El área de estudio presenta vacíos en la información arqueológica, pese a los aportes generados por investigaciones e inventario de sitios arqueológicos en años previos, al presente, sigue siendo un gran vacío en el territorio sur ecuatoriano. Esta situación ha generado una visión fragmentaria y parcializada del proceso de ocupación humana en la zona, dificultando la comprensión de la diversidad cultural, cronológica y funcional de los sitios arqueológicos identificados.

En este contexto, desarrollar nuevos estudios enmarcados en la arqueología de mitigación adquiere particular relevancia. Este enfoque, orientado a prevenir, minimizar o compensar los posibles impactos negativos de proyectos de desarrollo sobre el patrimonio arqueológico, ofrece una oportunidad clave para generar información más profunda y sistemática sobre la ocupación del territorio. A través de una prospección sistemática, es posible obtener datos que permitan no solo cumplir con la normativa vigente, sino también contribuir de manera significativa al conocimiento científico sobre las poblaciones que habitaron esta región, así como sobre los procesos de cambio cultural, interacción y adaptación al entorno andino.

8.4.5. Justificación

La Prospección arqueológica para la construcción del Parque fotovoltaico (Ver más adelante los detalles) intentó abonar más información de la región con nuevas áreas prospectadas y sistematizadas.

En tal sentido, y en cumplimiento con lo estipulado en el marco normativo que establece la Ley Orgánica de Cultura; es preciso proceder con los trabajos de mitigación arqueológica para identificar, registrar, recuperar y analizar el material cultural y los rasgos que podrían encontrarse en el área en cuestión. De esta manera, este trabajo de investigación permitió definir de mejor manera los sitios ya reportados previamente y conocer mejor su distribución y tamaño. Así mismo, la información obtenida servirá como un nuevo antecedente ante los pocos datos arqueológicos existentes en la zona.

El Instituto Nacional de Patrimonio Cultural INPC, emite la autorización al proyecto dado al Arqueo. Fernando Mejía Mejía**,** con Registro en la base de datos de Arqueólogos en el Ecuador: Arqueo-019 para que ejecute el proyecto denominado: *"Prospección arqueológica del proyecto Fotovoltaico La Ceiba de 200MV, Provincia de Loja, cantón Zapotillo***",** se le asigna el código de investigación L-96-FM-2025 (Ver Anexo 8-4-1 y 8-4-2.), la investigación cuenta con el auspicio de la Empresa Consultora Ambiental CGA Cía. Ltda.

8.4.6. Alcance de la investigación

Obviamente el interés de toda investigación arqueológica, en estos casos, es el intentar prevenir mediante métodos de mitigación, de allí que la presente fase de prospección permite definir los potenciales impactos en el área investigada, de allí determinar mediante una evaluación de las evidencias sus sensibilidades, a fin de estos aportes permitan no solo a las empresas conocer el potencial arqueológico que tienen sus área de interés, sino que además sus resultados contribuyan en cuanto al conocimiento de la dinámica cultural de la región y como mitigar la construcción.

La duración estimada del proyecto será de un mes, en concordancia con el cronograma establecido. Al finalizar la fase de prospección, se elaborará y entregará un informe técnico final que contendrá los resultados de campo, así como las recomendaciones pertinentes. En caso de que se registren hallazgos adicionales que ameriten un análisis más detallado, se incorporará una fase complementaria de análisis de laboratorio, sin afectar los plazos ni el presupuesto definidos inicialmente.

8.4.7. Hipótesis e interrogantes o supuestos generales

En concordancia con los pocos antecedentes arqueológicos para la zona, reconocemos que los patrones de asentamiento ya establecidos en Zapotillo por Elizabeth Bravo (2012)

Figura 8-4-3. Esquema del patrón de asentamiento en el cantón Zapotillo

Nota: FUENTE: (Bravo, 2012)

Los sitios arqueológicos en zapotillo y posiblemente en toda la frontera de los Andes y costa sur de Ecuador, sucede en tres estratos relacionados con sistemas bióticos altitudinalmente diferentes: planicies adjuntas al rio; las primeras, segundas, terceras o más alejándose del rio cada vez creciendo en altura. Implicando más cerca a la planicie del rio a ciertos grupos culturales con influencias costeñas o Chimu o ambas, más alejado y con más altura la presencia Palta (cultura Andina).

Basándose básicamente, que esta característica territorial, se determina sobre el uso de la llanura costera influenciada a la cercanía del rio y sus esteros, resumiéndose en la capacidad de adaptación del ser humano y la transformación de la naturaleza a partir de la cultura, juegan un papel fundamental en el proceso ocupacional del territorio, en un juego constante de mejores tierras menos inundables y agrícolas en cercanías o en riberas de ríos y esteros o su no uso en regiones que no cumplen estas condiciones (Bravo, 2012).

El área de estudio en La Ceiba se ubicaría en esas primeras terrazas subiendo de 170 msnm desde el rio, que es la frontera entre los 2 países, hasta los 220 msnm (La Ceiba) siendo el área donde la presencia Palta debe ser mínima frente otras influencias culturales (escenario 1 de interpretación de ocupación territorial) o existe una filiación Palta adoptada a valles cada vez más costeros, que son los que tienen contactos con reales grupos costeños y estos grupos del sur (escenario 2 de

interpretación de ocupación territorial). La investigación el La Ceiba permite contrastar varias preguntas de zonas pocos estudiadas en Ecuador.

8.4.8. Objetivos

8.4.8.1. Objetivo General

Investigar la frontera sur occidental de Loja, permitirá obtener mayores conocimientos de sus potenciales ocupantes.

8.4.8.2. Objetivos Específicos

- Inferir la filiación cultural de los bienes arqueológicos que pudieran registrarse para asociar el registro con la dinámica social definida para los grupos que ocuparon la zona", ya que buscamos mayor definición en la región;
- Aportar datos e inferencias sustentadas a la arqueología lojana para entender la dinámica social de los grupos sociales prehispánicos, porque reconocemos que falta precisiones en el dato recuperado en trabajos relacionados con mitigación en la región andina sur;
- Mitigar la afectación en posibles sitios arqueológicos del área intervenida ya que la prospección arqueológica planificada tiene un fin pragmático de coordinar acciones entre la empresa contratante y la investigación y conservación de bienes arqueológicos potenciales a ser encontrados

8.4.9. Marco teórico conceptual

8.4.9.1. Teorías que se manejan

Como muchos proyectos actuales, un investigador no necesariamente tiene una sola línea teórica a seguir, sino que es una coalición de varias que se complementen durante cada proyecto y atreves de su vida profesional. Este proyecto es un intento de definir todo lo que implica la arqueología de mitigación, que teórica y metodológicamente implica un mundo entero de como ejecutar actividades arqueológicas que evitan la perdida de dato arqueológico cuando se realiza actividades de obra civil.

Por otro lado, el objetivo final teórico de la realización de una investigación por mi persona, es el estudio arqueológico de la distribución de sitios arqueológicos y el correspondiente uso del espacio en el territorio ecuatoriano, por lo tanto, la metodología y la hipótesis plasmada en este estudio es para la interpretación de la búsqueda de sitios arqueológicos y como áreas culturales se distribuyen en una región especifica. Es decir, estudio del paisaje arqueológico, que principalmente podría ser encasillado a un procesualismo clásico[2], aunque no cerramos puertas a tendencias complementarias.

Por un lado, debemos decir, que en la actualidad el principio que mueve al intrincado engranaje mundial está íntimamente asociado al concepto de desarrollo; este influye en todas las manifestaciones del ser humano y los bienes patrimoniales (arqueológicos o paleontológicos) no son la excepción. El crecimiento y expansión mundial de los sistemas de mercado, aupados por

[2] Que tampoco es incongruente a la arqueología de mitigación.

un inexorable proceso de globalización, ha llevado a los Estados a construir cada vez más obras de infraestructura necesarias para su crecimiento económico.

Este proceso de crecimiento inevitablemente provoca impactos en todos los ámbitos de la ecología humana y natural, lo que obligó a los Estados a implementar sistemas de Legislación, que protejan sus recursos naturales y culturales y con ello evitar su destrucción y pérdida. Esto obligó a las empresas responsables de las obras a ejecutar dentro de sus Estudios de Impacto Ambiental (EIAs), orientados a determinar la presencia de restos arqueológicos o paleontológicos, en las zonas objeto de su intervención (Gnecco & Schmidt, 2017).

La arqueología ecuatoriana desde la década de los 50 como práctica científica, ha presentado una serie de cambios desde su aplicación con métodos empíricos para la recuperación del patrimonio arqueológico, pero en las décadas de los 90 se aplicar la arqueología definida como "de Rescate o Salvamento" pero que personalmente trato de identificarla como "Arqueología de Mitigación", que tiende en su fin principal a mitigar los impactos que ocurrirán durante la construcción de obras civil.

El material cultural es un testimonio tangible en torno al cual se construyen la identidad y los fenómenos culturales; encarna la apropiación y la persistencia social que es visible. La destrucción de estos valores del patrimonio cultural es un problema que afecta la memoria social y la investigación científica. La arqueología del salvamento, por lo tanto, tiene una base para proteger y conservar estos bienes utilizando métodos socializados y contextualmente apropiados (Botiva A. , 1990; Rivadeneira, 2013).

El Estado es el principal regulador del patrimonio y de los bienes culturales; las políticas se relacionan a un proceso que resulta en actividades tales como regulaciones, programas de investigación, preservación de materiales del patrimonio cultural, etc. La problemática gira en torno a los procesos industriales, explotación de los recursos naturales y prácticas antropogénicas que producen un impacto en el ambiente y los bienes patrimoniales. En cada región existen usos y conceptos del patrimonio arqueológico; así se determinan las políticas públicas.

Bajo este contexto, el desarrollo industrial actual debe ser el principal contribuyente a la defensa del patrimonio como parte constituyente del concepto de nación actual. Esto a partir de los restos materiales o vestigios arqueológicos. Así mismo, la arqueología de rescate puede convertirse en una respuesta científica contra la alteración de bienes culturales frente a las necesidades sociales actuales (Aguilera, 2008; Rivadeneira, 2013) antes que la simple recolección de datos (Yépez, 2000), bajo el carácter de "obligatoriedad y emergencia" (Botiva y otros, 1994); pues de otra manera se restringe su capacidad de establecer objetivos y productos científicamente valederos, en la que su filosofía plantea la intervención en áreas que serán destruidas y donde es necesario recuperar la información del contexto arqueológico y salvaguardar al máximo los objetos y materiales encontrados en el lugar (Pérez & Esparza, 2004).

Este tipo de estudios e investigaciones se deben realizar con anterioridad a la realización de las obras Fuente especificada no válida. y consiste en la intervención inmediata por parte del arqueólogo, quien deberá identificar áreas culturales con mayor sensibilidad arqueológica sobre las áreas destinadas a ser construidas, a fin de crear un plan estratégico de mitigación y que estará sujeto a los procedimientos normales de toda investigación científica, tal como lo determina el

Laboratorio de Arqueología y Formas Culturales de la Universidad de Santiago de Compostela (Barreiro Martínez, 2000). Básicamente a este nivel del proyecto siguiendo los pasos de "Diagnosis arqueológica de impacto" o la obtención de datos cuantitativos que permitan elaborar matrices de medición de impactos previo a la ejecución de construcciones (Barreiro Martínez, 2000, págs. 47-56).

Ahora bien, como una fase previa a los proyectos de rescate se debe tener una noción con respecto a la sensibilidad arqueológica de un sitio. Por tal motivo, dentro de todo informe de prefactibilidad de un proyecto se debe incluir una "prospección arqueológica" como un punto de partida para evaluar el impacto que puede generar el proyecto a los bienes patrimoniales. En sí, la prospección arqueológica es un proceso de identificación de los elementos arqueológicos con el objetivo de determinar las zonas de mayor o menor distribución (Thomas & Williams, 2019).

La prospección arqueológica integra métodos de los sistemas de información geográfica (SIG) y otros recursos. El método más practicado en la prospección arqueológica es la identificación de ocupaciones antiguas a partir de fotografías aéreas, el objetivo en sí es es crear una buena interpretación de la fotografía. Todo esto permite la recopilación de conjuntos de datos complejos en áreas regionales (Fassbinder & Irlinger, 1999; Rodríguez, 2009; Price y otros, 2022). La prospección de superficie presenta una estimación previa de la densidad de elementos que serán encontrados, hay distribuciones más débiles y dispersas (Levin et al., 2018).

Así mismo, la prospección arqueológica identifica los contrastes entre los materiales dentro y fuera de las estructuras arqueológicas. De esta manera se puede determinar si existen perturbaciones externas o si los procesos de la tierra tienen efecto con los restos subterráneos. Es importante tomar en cuenta el contexto geográfico y geológico del sitio a intervenir, ya que, pueden existir diversos procesos naturales y antropogénicos que pueden degradar los elementos arqueológicos. El desarrollo de métodos de registro de datos arqueológicos cambia conforme se incrementa el conocimiento del sitio y la distribución de elementos (Herrera y otros, 2009).

El objetivo de los estudios de sitios arqueológicos y la investigación de excavaciones es recopilar información histórica de sitios arqueológicos, estructuras y elementos enterrados. Con la prospección se realiza un plan de excavación adecuado para recopilar gran cantidad de información. La prospección en algunos casos llega solo a indicar el rango general de variación del suelo. Aquí se anotan los cambios en cuanto al tipo, densidad, rotación y fragmentación del material (Neubauer y otros, 2013).

Por otro lado, los procesos en los asentamientos arqueológicos dejan evidencia de la utilización del espacio a corto o largo plazo; así es importante tomar en cuenta el análisis de las variaciones en el paisaje. La prospección requiere la recopilación de datos a intervalos muy finos para descubrir sitios arqueológicos; así mismo la forma de concebir los datos es primordial para valorar la probabilidad de hallazgo (Brunet y otros, 2003). La prospección debe ser crítica y manejar bien el concepto de sitio arqueológico a investigar (Cool, 2015).

En general, esta propuesta se asienta en la conformación de la arqueología histórica realizada en contextos urbanos con alta intervención, para explicar los procesos de conformación del registro arqueológico expuesto a varios factores de intervención, destruyendo el contexto original y formando nuevos por arrastre, re-entierro, movimiento y afloramiento de material cultural

(Rathje, 1979). Bajo una mirada de formación de sitios el mayor factor de transformación es la actividad humana, misma que ha transformado progresivamente áreas rurales en urbanizaciones consolidadas, por lo que la construcción de infraestructura y la actividad agropecuaria, aún existente, establecen un contexto de afectación y destrucción de los potenciales sitios arqueológicos que allí existieron.

Por otro lado, también debemos informar que, aunque el presente trabajo, se fundamenta en el medir la mitigación para la intervención de la siguiente fase en un futuro inmediato, la información recuperada, además servirá para entender no solo el área de estudio, sino también la región en épocas prehispánicas[3], pisando terrenos del estudio del paisaje.

La geografía moderna dio los indicios necesarios para considerar "el espacio geográfico" como el lugar físico donde se estructuran patrones de dispersión o locación (Barros & Javier Nastri, 1995). En base a esto los arqueólogos se basan de esta conceptualización para modelar e interpretar los patrones planificados de asentamiento humanos partiendo del espacio que separa un "Sitio" de otro[4] (Ballivan, 2009).

Como ya lo define Felipe Criado:

"el paisaje no es y no podría ser el medioambiente, porque la naturaleza o medioambiente no existen como una realidad dada, sino que son producto de la experiencia subjetiva humana del mundo exterior e interior, son una construcción social. Por lo tanto, al menos conceptualmente, el entorno natural es parte del sistema de creencias de cualquier cultura o sociedad, por lo que el entorno se convierte en paisaje. Una visión de paisaje combina condiciones ecológicas, estrategias sociales y valores culturales…. Y la arqueología del paisaje estudia un tipo específico de producto humano (el paisaje), que usa una realidad dada (el espacio físico) para crear una nueva realidad: el espacio social: humanizado, sagrado, económico, agrario, habitacional, político, territorial (Criado, 1997).

Morlano hace referencia que el paisaje nos permite encontrarnos con "los hombres", tanto con su pasado, como en su presente y sobre todo su forma de organización, variable según la sociedad que se investiga (Morlano, 1995). Citándose al mismo investigador "El problema básico en la interrelación sociedad-naturaleza, está en que paralelamente a los problemas ecológicos que afectan el planeta, existe una marcada erosión de la sociabilidad (el sentido de la relación social cotidiana), de las identidades colectivas, de la espiritualidad, todo lo cual roba nuestras raíces y piso cultural, conservando un sentido de desarraigo y de vacío. Al homogenizar la vida, normalizar las conductas y borrar las diferencias, se pierde el ámbito de producción y creación de sentido de naturaleza y la sociedad" (ídem). Esto se menciona porque los sitios que descubramos serán el punto fundamental para una de las conexiones únicas y fundamentales de la vida prehispánica.

[3] No desde esta investigación entenderemos la región per se, pero si la suma de varias investigaciones similares aportaran a entenderla, siendo uno objetivo de este estudio aportar en el conocimiento de región, teniendo una proyección de estudio a largo plazo.

[4] El concepto de "Espacios vacíos" es particularmente un engaño metodológico ya que pueden ser parte de vacíos por falta de investigación en la zona o vacíos por que literalmente no entendemos su uso en el pasado o su NO uso en el pasado, por lo cual la interpretación geográfica del uso del terreno es básica para esta forma de estudios.

La combinación de ambos frentes teóricos metodológicos es el punto de partida de esta investigación planteada. En síntesis, los postulados teóricos que guían este trabajo lo relacionan en un contexto amplio y comparativo, más no solo la ejecución de la técnica de prospección arqueológica en un territorio cualquiera, de allí que se formulan hipótesis relacionadas con temporalidad y definición y pertenencia de áreas culturales en el lugar donde se ubican las plataformas investigadas, que permitan responder las interrogantes de la arqueología amazónica de esta región del Ecuador que se propone. Sin embargo, todo hallazgo arqueológico es plausible de ser analizado en un marco amplio (Shiffer y otros, 1994). En este caso de hallarse material cultural y reportarse la presencia de un sitio arqueológico, se prevé discutirlo en el marco amplio de la arqueología amazónica regional, es decir entender la presencia de estos potenciales sitios frente en lo que ya se conoce de la región.

8.4.10. Ubicación geográfica y delimitación del área de estudio

8.4.10.1. Delimitación política

El área de estudio se encuentra ubicada en la parroquia Zapotillo, cantón Zapotillo, provincia de Loja, y corresponde al sector destinado a la construcción del parque de generación fotovoltaica La Ceiba.

8.4.10.2. Caracterización geográfica

El Proyecto La Ceiba se ubica en la Región Sub-desértico Tropical (Cañadas, 1983, págs. 25-26). Esta región esta influenciada indirectamente y contigua a las masas de aire y agua del Pacifico, siendo esta zona de convergencia intertropical, donde la corriente del Niño y la corriente de Humboldt interactúan. Los desplazamientos estacionales de estas masas determinan las características climáticas de la región.

Esta región, tiene una precipitación variable media anual mayor a los 200 mm, pero menor a los 500 milímetros. Dentro de la estación lluviosa que se extiende de enero a abril, el mes de marzo es el más lluvioso. El número de meses ecológicamente secos en la región varía entre ay 10 meses, dentro de este período, el número de días fisiológicamente secos fluctuante entre 110 y 181 días (Ídem). Ecológicamente la región responde al monte espinoso Tropical (ídem, Págs. 102-106) y se encuentra conformado por una formación vegetal de Matorral Desértico Tropical. En esta zona de vida, los suelos se los identifica por conjunto de suelos con dominancia de areniscas sobre colinas de fuerte pendiente (40-70%). Ecológicamente está dominado por Ceibo, Ceiba trichistandra, Algarrobo, Prosopis juliflora, Zapote de Perro, Capparis crotonoraes, Bototillo, Cochlospermun vitifolium, Muyuyo, Cordia lutea, Guayacán, Tabebuia chrysantha, Cardo, sp., Niguito, Muntingia Et lebura, Ebano, Ziziphus thyrsihora (idem).

El Atlas Solar del Ecuador, a través de datos satelitales y de meso-escalares, ha determinado que la provincia de Loja posee el mayor recurso solar del país, con un promedio de insolación global de 5400 Wh/m²/día, superando el promedio nacional de 4575 Wh/m²/día. Hasta la fecha, mediante iniciativas públicas, se han identificado cuatro proyectos fotovoltaicos en la provincia, de los cuales dos cuentan con estaciones de medición y dos se encuentran inventariados, con una potencia nominal estimada preliminarmente en 550 MW.

Las centrales solares de hasta 1 MW instaladas han demostrado excelentes factores de planta, alcanzando hasta un 25.5%, según datos de generación medidos en el año 2016 en el cantón Catamayo, ubicándose entre los mejores factores de planta de las centrales fotovoltaicas del país. Dada la situación actual del sector eléctrico, es crucial continuar con los estudios para diversificar la matriz energética, recurriendo a tecnologías de rápida implementación, amigables con el medio ambiente, e invirtiendo en soluciones limpias y renovables. Esto es esencial para satisfacer la creciente demanda energética del Ecuador en el período postpandemia.

En los últimos años, las energías eólica, solar y bioenergética han experimentado un crecimiento significativo. La evolución de la tecnología, la reducción de costos y la adaptación del marco legal han impulsado el desarrollo del sector y la identificación de nuevas áreas con factibilidad a nivel mundial.

8.4.10.3. Caracterización geoespacial

El proyecto fotovoltaico La Ceiba se encuentra en el cantón Zapotillo, parroquia Zapotillo. Las coordenadas de la subestación y del perímetro del terreno requerido para el Parque fotovoltaico de 230 kV son las siguientes:

Tabla 8-4-2. Coordenadas de la Subestación

	Coordenada	
vértice	X	Y
V1	587151,83	9520012,69
V2	587211,67	9519992,20
V3	587187,63	9519919,96
V4	587127,79	9519940,45

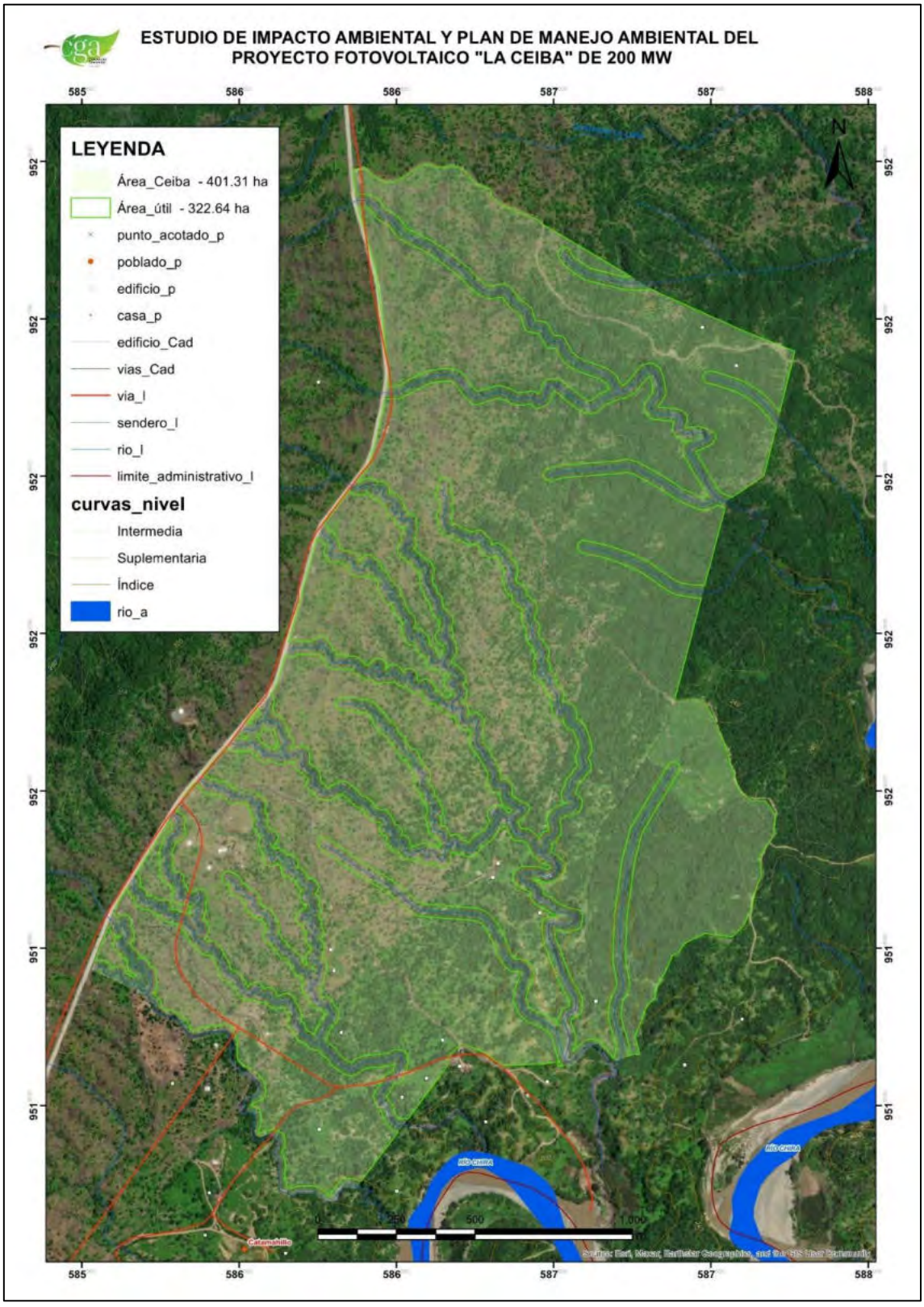
ELABORADO POR: Equipo técnico, 2025

Las coordenadas, y perímetro del terreno requerido para el Parque fotovoltaico son las siguientes:

Tabla 8-4-3. Coordenadas del Parque Fotovoltaico

	Coordenada	
vértice	Este	Norte
V1	585514	9519439
V2	586501	951860
V3	587742	9521363
V4	586483	9521915

Mapa 1: Parque fotovoltaico La Ceiba



Elaborado por equipo técnico, 2025

El área de estudio se encuentra caracterizado, por una superficie relativamente homogénea que va desde la carretera principal al Noroeste, hacia el rio Chira al SurEste, lo más cercano al extremo Este y Sureste (al haber más humedad) los matorrales se hacen más frondoso, hacia el Oeste y NorOeste cada vez ´presenta menos vegetación y más zonas sin cobertura vegetal.

8.4.11. Metodología y técnicas de investigación

La prospección arqueológica es la búsqueda y registro sistemático de contextos culturales[5] o paleontológicos, que se evidencian en los restos materiales, observados sobre o bajo la superficie del terreno, cambios en la morfología del terreno y cualquier otro rasgo visible como indicador de una actividad humana pasada o restos de vida biológica acaecida miles de años atrás respectivamente. Esta actividad tiene como objetivo central la búsqueda, registro, delimitación espacial e interpretación de la evidencia material arqueológica y/o paleontológica, de un espacio geográfico definido. Finalmente, la prospección arqueológica es un proceso importante para determinar las zonas de mayor o menor distribución de elementos arqueológicos (Domingo y otros, 2007; Thomas & Williams, 2019).

La metodología propuesta para esta prospección arqueológica bajo el proyecto de la construcción del proyecto fotovoltaico tendrá las siguientes precisiones:

8.4.11.1. Actividades previas a la salida de campo:

- Recopilación de antecedentes arqueológicos cercanos al área de estudio
- Redacción de la propuesta arqueológica.

8.4.11.2. Fase de Campo

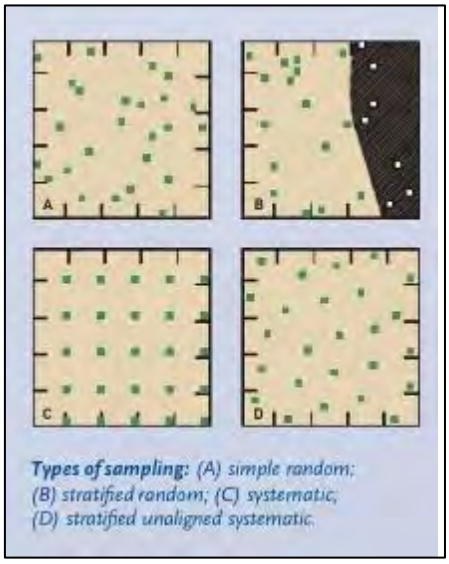
La metodología para utilizar ha sido propuesta y utilizada previamente en varios casos en el país, lo propuesto a continuación se describe un resumen de lo ya puesto a pruebas en otras investigaciones (Chacón, 2022; Mejía, 2023; Mejía & Chacón, 2006):

Recorridos pedestres al interior de las áreas a intervenir para identificar lugares aptos previo a la realización de las pruebas de pala.

- Dentro del área de la subestación se realizará de manera sistemática la excavación de pruebas de pala, las mismas que tendrán 40 centímetros de ancho, 40 centímetros de largo y 60 centímetros de profundidad (como mínimo). Al interior se definirán los depósitos o estratos, distinguibles por textura, color y contenido; independientemente, del contenido cultural.
- En el caso de la subestación se orientará con brújula la orientación y ubicación de las pruebas de pala, bajo la creación de una red de excavaciones formando un sistema cardinal Norte-Sur-Este-Oeste, las que serán implantadas a una distancia de 20 m entre ellos.

Figura 8-4-4. Tipos de muestreo.

[5] Que incluyen, estructuras, rasgos, elementos y artefactos sea cual sea materia prima naturaleza.



Nota: Fuente: (Renfrew & Bahn, 2008, pág. 80)

- Desde el inicio se tratará de excavar entre 30 a 50 pruebas de pala o excavaciones a una distancia entre ellas de 20 metros, abracando la totalidad del área a investigar (7890 m2). De esta manera la totalidad de área de estudio, siguiendo un tipo de muestreo sistemático.
- En el caso del Parque fotovoltaico se prospectará de una manera similar a la propuesta anterior pero la ejecución de prospecciones será cada 100 metros por vías de acceso existente, abarcando la totalidad del área a investigar (330 ha). De esta manera la totalidad de área de estudio se excavará por lo menos con 100 excavaciones, siguiendo un tipo de muestreo simple aleatorio.
- Si en los accesos y zonas de facilidades existen taludes, se hará limpiezas de perfiles para definir la estratigrafía local.
- La recurrencia y distribución de pruebas positivas definirá un área arqueológica, básicamente definiendo su perímetro de disposición que en conjunto identifican un sitio arqueológico.
- Toda evidencia se registra en el sistema geográfico WGS 84, Zona geográfica 17 Sur;
- Zonas como áreas rocosas, laderas abruptas, anegadas y zonas alteradas, no se realizarán pruebas de pala, porque se desecha de probable presencia arqueológica.
- Todo resto arqueológico descubierto, será registrado, contabilizado y clasificado entre diagnósticos y no diagnósticos[6] fue determinado por el INPC en el año 1997, concretando estos conceptos de la siguiente manera: a) Material diagnóstico.- Aquel que posee características, históricas, culturales y artísticas dignas de ser estudiadas e

[6] El concepto de Diagnóstico vs No Diagnóstico es una nomenclatura generalizada y no definida en bibliografía, por lo menos que yo reconozca, pero usada por todos. Básicamente es la selección de la muestra a analizar en un estudio. Aunque un investigador define los rangos de que es diagnóstico y que no, según la muestra analizar, pero básicamente se usa como criterio homologado los formularios de "inventario de contexto" o análisis contable de bienes por procedencia de excavación que desde la década de los 80, el INPC y las universidades de la época adoptan como parte del set de fichajes usados (Anexo 1). En este caso ver (Domínguez, 1986, pág. 147) donde describe la selección de la muestra a analizar y que básicamente se estableció esos criterios como generalizados.

investigadas, por lo que será embodegado en el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. Este material puede ser museable o no museable; y b) Material no diagnóstico.- Aquel que no posee características meritorias de análisis (INPC, 1997). Lo no diagnostico se vuelve a enterrar en su lugar de origen, como lo determino el INPC en la misma resolución y después ratificada en la creación de la reserva arqueológica del INPC en el año 2012.

Durante la prospección se realizará el registro de la información a través de la georreferenciación de cada prueba de pala, el registro fotográfico y de datos como color de suelo, tipo de material hallado y la profundidad de este.

8.4.11.3. Fase de Laboratorio

Si durante la prospección se obtienen resultados positivos y se encuentran restos culturales, la etapa de laboratorio se basará en una metodología de análisis cualitativo y cuantitativo de estos materiales recuperados; durante esta etapa se realiza un análisis sistemático de la información y materiales culturales obtenidos en campo. La sistematización de la característica morfofuncionales del material recuperado servirá como elementos de diagnóstico e indicadores en la designación de fases culturales y la elaboración de referentes temporales (Shepard, 1985; Andrefsky, 2008).

El material cultural será registrado en una lista de procedencias, mapas, fotografías y perfiles para proceder al análisis del material en el laboratorio. Lo cual iniciará con el procesamiento, (que después se desglosará lo que consiste) del caso del material cultural diagnóstico, en el caso de los fragmentos no diagnósticos, únicamente se los lavará a fin de proceder a la cuantificación, análisis del tipo de material, cocción, acabado de superficie, etc.

Para el inventario se tomarán en cuenta las características morfológicas y materia prima de los artefactos para su clasificación, datos necesarios para identificar piezas diagnósticas y establecer una relativa posición cronológica en base a la comparación entre materiales registrado. El procesamiento del material recuperado se procederá con las siguientes actividades:

- Lavar y etiquetar el material arqueológico
- Reconstrucción de formas o artefactos que sea posible.
- Clasificar las evidencias: en material diagnóstico y no diagnóstico
- Inventario general del material cerámico, lítico y otro recuperado.
- Elaboración de dibujos del material diagnóstico.
- Describir el material considerado como diagnóstico
- Elaboración de fichas en el SIPCE de los bienes arqueológicos que cuenten con las características necesarias.

8.4.11.4. Sensibilidad Arqueológica

De acuerdo con la normativa vigente emitida por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (Resolución Nro. 013-DE-INPC-2025), la determinación de la sensibilidad arqueológica en un área de intervención exige un análisis integral que tome en cuenta tanto las características del patrimonio cultural identificado como la naturaleza de la actividad que se pretende ejecutar.

Esta evaluación permite estimar el nivel de impacto o afectación que las obras podrían ocasionar sobre los bienes patrimoniales, y en base a ello, establecer las medidas de manejo más adecuadas. A continuación, se detallan los criterios de clasificación utilizados para definir los distintos niveles de sensibilidad, en función del tipo de impacto previsto, junto con las estrategias de gestión correspondientes para cada categoría.

Tabla 8-4-4. Categoría de sensibilidad arqueológica (Resolución 013-DE- INPC-2025)

Sensibilidad	Criterios para su determinación	Impacto previsto	Medidas principales de gestión
Baja	Hallazgos patrimoniales mínimos o nulos. Evidencias muy fragmentadas o dispersas en áreas sin intervención directa o ya alteradas.	**Inexistente o impacto leve**: riesgo bajo; basta vigilar la remoción de suelos.	**Prevenir** y **mitigar** mediante monitoreo arqueológico durante los movimientos de tierra.
Media	Bienes arqueológicos / paleontológicos presentes, pero sin contextos claramente definidos. Potencial de hallazgos más relevantes en etapas posteriores.	**Impacto leve a moderado**: se prevén afectaciones directas si continúan las obras.	**Prevenir** con prospección y excavaciones de rescate; **mitigar** mediante monitoreo continuo.
Alta	Sitio arqueológico, yacimiento paleontológico o bienes inmuebles patrimoniales (tolas, terrazas, caminos, muros, petroglifos, etc.).	**Impacto moderado a crítico**: pérdida irreversible si no se actúa.	**Evitar** o rediseñar la obra; **estabilizar** y proteger los bienes.
	Modificaciones antrópicas del paisaje en el área de influencia directa.		Excavaciones exhaustivas y monitoreo de toda remoción de suelos.
			Delimitación y restricción de actividades en sectores sensibles.

Nota: Fuente: (INPC, 2025, págs. 32-33).

Tabla 8-4-5. Categoría de impacto (Resolución 013-DE- INPC-2025)

Categoría	Descripción	Requisito de gestión
Inexistencia de impacto	No afecta al patrimonio.	No se requieren acciones.

Impacto leve	Evidencia residual o indirecta; requiere vigilancia.	Monitoreo arqueológico.
Impacto moderado	Afectación directa al área.	Prospección y excavación de rescate; monitoreo posterior.
Impacto crítico	Daño irreversible; superaría el umbral aceptable.	Protección y restricción total de actividades.

Nota: Fuente: (INPC, 2025, págs. 32-33).

Tabla 8-4-6. Medidas de valoración y gestión (Resolución 013-DE- INPC-2025)

Medida	Objetivo	Ejemplo típico
Prevenir	Identificar y anticipar impactos antes de la obra.	Ajustar cronograma para realizar prospección previa.
Mitigar	Reducir la vulnerabilidad o probabilidad de impacto.	Ejecutar excavaciones de rescate y monitoreo.
Evitar	Impedir que el impacto ocurra.	Rediseñar la traza para rodear una estructura.
Estabilizar	Conservar y consolidar el bien.	Crear un perímetro de protección.

Nota: Fuente: (INPC, 2025, págs. 32-33).

En concordancia la sensibilidad arqueológica de igual manera puede ser complementada con la semaforización y factores relevantes a considerar como:

- Estudios arqueológicos realizados en el área y áreas adyacentes.
- Dato arqueológico in-situ –cerámica, lítica y otros– (distribución y densidad).
- Sitios arqueológicos e históricos asociados.
- Estudios históricos y etnohistóricos, datos de oralidad de la zona.
- Estado de conservación de la zona puntual.
- Topografía, Orografía del área complementaria.

Para la medición del grado de sensibilidad, es posible basarse en la valoración en una escala de 0 a 20 de acuerdo con la magnitud o presencia ausencia de dichos factores, es decir:

- Sensibilidad baja: de 0 a 5 puntos positivos; sin evidencia cultural Y/o poca presencia de fragmentos cerámicos en mal estado de conservación y baja densidad.
- Sensibilidad media de 6 a 10 puntos positivos; presencia de cultura material prehispánica en contextos pequeños y aislados, son sitios, en mal estado de conservación; y
- Sensibilidad alta de 11 a 20 puntos positivos; presencia de cultura material prehispánica en buen estado de conservación sobre o bajo superficie.

En este marco, el análisis de sensibilidad arqueológica se logra mediante la interacción de varias esferas de la investigación: la geografía, orografía y pisos climáticos, la relación de la cultura material y las fuentes de agua, la presencia de cultura material en investigaciones previas y la densidad de cultura material registrada en relación a su dispersión en el territorio, finalmente se

considera el grado de afectación que pueden provocarse como resultados de ejecución del proyecto u obra planificada.

Para el cálculo del grado de sensibilidad se realiza por puntajes acumulativos, con rangos para cada nivel de sensibilidad, considerando el puntaje más alto de cada nivel de sensibilidad y en función del grado de importancia, se determina los puntajes por cada intersección los mismos que se presenta en la siguiente la matriz.

La simbología de las sensibilidades se basa en la semaforización industrial.

Tabla 8-4-7. Puntaje para el cálculo de Sensibilidad Arqueológica

N°	Factor Arqueológico	Valores		
		Alto	Medio	Bajo
1	Estudios arqueológicos realizados en las áreas	20	14.5	5
2	Dato arqueológico *in-situ* –cerámica, lítica y otros–	20	14.5	5
3	Sitios arqueológicos e históricos asociados.	20	10	5
4	Estudios históricos y etnohistóricos, datos de oralidad de	20	10	5
5	Estado de conservación de la zona puntual.	10	5	4,5
6	Topografía, orografía del área complementaria.	10	5	4,5
	Total	100-60	59-30	29-20

Fuente: (INPC, 2025, págs. 32-33).

La sumatoria de los valores asignados a cada factor arqueológico, determinará el nivel de sensibilidad arqueológica del área evaluada.

Tabla 8-4-8. Niveles de Sensibilidad Arqueológica según el rango de valores

Rango de Sensibilidad arqueológica			
Valores	Alto	Medio	Bajo
100-60			
59-30			
29-20			

Fuente: (INPC, 2025, págs. 32-33).

Mediante la ejecución de los cuadros anteriores que define los tipos de sensibilidad existentes, se puede definir la mitigación respectiva en cada área de estudio, basado en las categorías que presenta el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural a través de su resolución No.037-DE-INPC-2021 y No. 13-DE-INPC-2025, la misma que para una mejor esquematización será contemplada en base a un sistema de semaforización Rojo-Alta, Amarillo- Media y Verde- Baja (Chacón R. , 2021).

Tabla 8-4-9. Criterios de Sensibilidad Arqueológica

Alta	Criterio	Presencia de bienes patrimoniales arqueológicos o paleontológicos, completos o fragmentados, y/o de modificaciones antrópicas del paisaje y bienes inmuebles de carácter arqueológico o histórico en la zona de influencia directa del proyecto, que permitan inferir la presencia de un sitio arqueológico o yacimiento paleontológico en el área.

	Definición	(*) Sitio Arqueológico conservado o parcialmente conservado sin evidencia y Sitios monumentales
	Mitigación	En el caso de que solo existan bienes muebles, completos o fragmentados y sus contextos, el impacto causado por las actividades programadas podrá ser reducido a través de excavaciones (Rescate) en donde se recuperen los elementos patrimoniales y la información del sitio o yacimiento del que provienen, y el posterior Monitoreo de toda remoción de suelos para evitar la destrucción de los remanentes patrimoniales. En el caso de los bienes inmuebles patrimoniales (tolas, estructuras hundidas, fortalezas, muros, montículos, petroglifos, monolitos, entre otros) y las modificaciones antrópicas del paisaje a gran escala (terrazas, camellones, caminos ancestrales, terraplenes, entre otros) que por su particularidad histórica y científica no se incluyan para no ser alteradas en su impacto Directo. En estos casos, además de las fases de investigaciones que se propongan para mitigar, se deberá Delimitar un perímetro de protección patrimonial al rededor del bien o sitio y se deberá cambiar la planificación inicial del proyecto constructivo si impactare este tipo de elementos o sitios arqueológicos. (*)Es en esta categoría donde la etapa de seguimiento merece especial atención, con inspecciones del INPC y cumplimiento a las recomendaciones establecidas.
	Impacto	Impacto crítico: Afectación que supera el umbral aceptable, sin posibilidad de recuperación, por lo cual se deberán implementar medidas de protección al sitio o yacimiento y la restricción de actividades. Impacto moderado: Afectación directa al área, que necesita de la implementación de medidas preventivas como la prospección y excavación de rescate y medidas de mitigación como el monitoreo.
Media	Criterio	Presencia de bienes patrimoniales arqueológicos o paleontológicos, completos o fragmentados, en la zona de influencia directa del proyecto. A pesar de que las evidencias halladas, en primera instancia, no indiquen la presencia de contextos, sitios o yacimientos claramente definidos o evidencia perturbada.
	Definición	(*) Hallazgos Casuales
	Mitigación	El impacto causado por las actividades programadas podrá ser prevenido a través de excavaciones en donde se recuperen los elementos patrimoniales y la información de los contextos de los que provienen y mitigado a través del posterior monitoreo. Según los

		resultados de la investigación e interpretaciones del investigador, puede pasar directamente a fases de monitoreo arqueológicos.
	Impacto	Impacto leve: Afectación leve, residual o indirecta que puede ser atenuada con medidas de mitigación como el monitoreo de toda remoción de suelos.
Baja	Criterio	Se reconocen atributos culturales prehispánicos, históricos o evidencias paleontológicas en mínima cantidad o muy fragmentados y dispersos en áreas que no serán directamente intervenidas o en zonas de alta alteración previa por causas naturales o antrópicas.
	Definición	(*) Hallazgos casuales en mínima cantidad o Nulidad de evidencias
	Mitigación	En áreas con restos, la mitigación del impacto causado sobre el patrimonio se puede realizar con la aplicación de alguna medida relativamente sencilla como el Monitoreo de toda remoción de suelos. (*) La ausencia de vestigios o de indicadores que permitan definir la existencia de actividades de tipo arqueológica, histórica o paleontológica, manifiesta la ausencia de nuevas mitigaciones.
	Impacto	Impacto leve: Afectación leve, residual o indirecta que puede ser atenuada con medidas de mitigación como el monitoreo de toda remoción de suelos. Impacto mínimo: No afecta al patrimonio, compatible con la presencia de este. No requiere de medidas de prevención, mitigación o protección.

Fuente: Resolución No. 037-DE-INPC-2021 y No. 13-DE-INPC-2025
(*) Fuente: Tomado de Rosalba Chacón, 2021.

8.4.11.5. Informe final

Con la información generada a partir de los datos colectados en campo y de la síntesis de resultados obtenidos en la fase de laboratorio, se procederá a la interpretación de estos y a la sistematización de información para la redacción del informe final. La interpretación de los datos y la generación de la discusión a partir de los mismos articularán la hipótesis formulada, la metodología utilizada y la relación de los resultados obtenidos con la información arqueológica disponible. Así mismo, dentro del informe se incluirán: detalles de campo, cuadros, planos, cartas topográficas, gráficos, dibujos, fotografías y se presentará sistemáticamente toda la información generada en todas las etapas de la investigación. (Domingo y otros, 2007). En el informe final y archivos a entregarse al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural se incluirá toda información solicitada de acuerdo con la Resolución 037-2021.

8.4.12. Descripción del desarrollo del trabajo de campo y datos recuperados de los sitios

Los trabajos realizados en el área de estudio se realizaron a cabo en base al planteamiento metodológico establecido en la propuesta autorizada por el INPC.

8.4.12.1. Desarrollo de la prospección

Se realizó excavaciones cada 20 metros, en el área destinada a prospectar. Está conformada por una planicie alargada adjunta al carretero que a va a zapotillo y su altura disminuye muy sutilmente en dirección al Rio Chira (menos de 10 metros de altura en 1 km. cortado por una docena de escorrentías que se dirigen al rio, todas de baja profundidad, pero a mayor cercanía al rio, mayor humedad y mayores matorrales espinoso cerrado, que impidió una prospección como se planifico.

En la práctica, se realizó la prospección en las partes más cercanas al rio, siendo un gran vacío en la investigación.

Se ubican la excavación en las siguientes coordenadas:

Tabla 8-4-10. Ubicación de las excavaciones realizada (WGS84 18 S).

PUNTO DE TRABAJO	Coordenada		Altura	Calidad de resultado	ESPECIES REGISTRADAS
	Este	Norte			
P 001	586283	9518780	242 m	Negativo	Excavación realizada
P 002	586292	9518882	254 m	Negativo	Excavación realizada
P 003	586258	9518968	251 m	Negativo	Excavación realizada
P 004	586332	9519018	244 m	Negativo	Excavación realizada
P 005	586164	9519008	241 m	Negativo	Excavación realizada
P 006	586098	9518974	236 m	Negativo	Excavación realizada
P 007	586110	9519110	234 m	Negativo	Excavación realizada
P 008	586179	9519132	239 m	Negativo	Excavación realizada
P 009	586238	9519118	237 m	Negativo	Excavación realizada
P 010	586122	9519180	238 m	Negativo	Excavación realizada
P 011	586177	9519237	231 m	Negativo	Excavación realizada
P 012	586066	9519121	234 m	Negativo	Excavación realizada
P 013	586010	9519213	238 m	Negativo	Excavación realizada
P 014	585975	9519273	238 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 015	585921	9519310	238 m	Negativo	Excavación realizada
P 016	585951	9519381	240 m	Negativo	Excavación realizada
P 017	585893	9519478	240 m	Negativo	Excavación realizada
P 018	585824	9519423	240 m	Negativo	Excavación realizada
P 019	585796	9519354	242 m	Negativo	Excavación realizada
P 020	585728	9519428	242 m	Negativo	Excavación realizada
P 021	585683	9519515	252 m	Negativo	Excavación realizada
P 022	585732	9519581	254 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 023	585609	9519549	245 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 024	587382	9520286	245 m	Negativo	Excavación realizada
P 025	587367	9520292	250 m	Negativo	Excavación realizada

PUNTO DE TRABAJO	Coordenada		Altura	Calidad de resultado	ESPECIES REGISTRADAS
	Este	Norte			
P 026	587356	9520305	249 m	Negativo	Excavación realizada
P 027	587334	9520315	248 m	Negativo	Excavación realizada
P 028	587320	9520326	250 m	Negativo	Excavación realizada
P 029	587307	9520336	251 m	Negativo	Excavación realizada
P 030	587254	9520389	250 m	Negativo	Excavación realizada
P 031	587155	9520476	245 m	Negativo	Excavación realizada
P 032	587111	9520474	247 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 033	587060	9520293	239 m	Negativo	Excavación realizada
P 034	587096	9520391	245 m	Negativo	Excavación realizada
P 035	587181	9520640		Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 036	587054	9520610	250 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 037	586974	9520656	249 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 038	586962	9520750	259 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 039	586939	9520853	262 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 040	586868	9520912	272 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 041	586708	9520927	263 m	Negativo	Excavación realizada
P 042	586577	9520922	260 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 043	586722	9519310	204 m	Negativo	Excavación realizada
P 044	586545	9519317	223 m	Negativo	Excavación realizada
P 045	586580	9519699	226 m	Negativo	Excavación realizada
P 046	586668	9519796	196 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 047	586647	9519700	230 m	Negativo	Excavación realizada
P 048	586314	9519885	248 m	Negativo	Excavación realizada
P 049	586422	9519804	235 m	Negativo	Excavación realizada
P 050	586499	9519638	232 m	Negativo	Excavación realizada
P 051	586311	9519538	237 m	Negativo	Excavación realizada
P 052	586258	9519920	256 m	Negativo	Excavación realizada
P 053	586160	9520083	248 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 054	585989	9519997	246 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie

PUNTO DE TRABAJO	Coordenada		Altura	Calidad de resultado	ESPECIES REGISTRADAS
	Este	Norte			
P 055	586084	9520183	257 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 056	586318	9520039	241 m	Negativo	Excavación realizada
P 057	586229	9520168	252 m	Negativo	Excavación realizada
P 058	587504	9520184	242 m	Negativo	Excavación realizada
P 059	587134	9520529	240 m	Negativo	Excavación realizada
P 060	586872	9521167	263 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 061	586843	9521171	261 m	Negativo	Excavación realizada
P 062	586759	9521138	262 m	Negativo	Excavación realizada
P 063	586730	9521207	253 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 064	586671	9521202	256 m	Negativo	Excavación realizada
P 065	586692	9521287	246 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 066	586742	9521401	264 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 067	586785	9521652	240 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 068	586741	9521475	263 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 069	586283	9520040	261 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 070	586411	9520662	262 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 071	586713	9520659	253 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 072	586846	9520281	256 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 073	586645	9520159	246 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 074	586595	9521478	240 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 075	586649	9521130	240 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 076	586938	9521344	263 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 077	586649	9521069	261 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie
P 078	586587	9521153	262 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie

PUNTO DE TRABAJO	Coordenada		Altura	Calidad de resultado	ESPECIES REGISTRADAS
	Este	Norte			
P 079	586269	9518932	253 m	Positivo	restos culturales en superficie
P 080	587159	9520484	256 m	Positivo	restos culturales en superficie
P 081	586918	9520966	246 m	Negativo	Zona Rocosa visible en superficie

Elaborado por equipo consultor, 2025

En el MAPA NRO. 38, se presenta la ubicación del muestreo arqueológico.

La interpretación de los resultados de la prospección arqueológica se complementó con la información geológica y geomorfológica desarrollada para el proyecto. El componente físico identifica que el área de implantación está dominada por colinas estructurales bajas, vertientes de cuesta y superficies de cuesta destruidas desarrolladas sobre la Formación Zapotillo, mientras que los depósitos coluvio-aluviales recientes representan una proporción muy reducida del área y se restringen principalmente a las bocas de quebradas y sectores de drenaje temporal.

Desde una perspectiva arqueológica, estas condiciones geomorfológicas indican que la mayor parte del terreno corresponde a superficies relativamente estables, donde los procesos erosivos tienden a exponer los horizontes superficiales más que a generar importantes acumulaciones sedimentarias capaces de enterrar depósitos culturales antiguos. En contraste, los depósitos coluvio-aluviales recientes constituyen ambientes con mayor potencial para la acumulación de sedimentos y, por consiguiente, para la preservación de materiales arqueológicos sepultados; sin embargo, dentro del área del proyecto estas unidades poseen una representación espacial muy limitada (≈0,01 %), reduciendo significativamente la probabilidad de encontrar evidencias arqueológicas enterradas.

Adicionalmente, la presencia predominante de rocas sedimentarias de la Formación Zapotillo y de niveles de areniscas tobáceas favorece el desarrollo de perfiles de meteorización relativamente someros y procesos erosivos superficiales, situación que coincide con las observaciones efectuadas durante la prospección de campo, donde no se identificaron secuencias sedimentarias profundas ni contextos estratigráficos que sugieran la preservación de depósitos arqueológicos enterrados. En consecuencia, la ausencia de hallazgos registrados durante la prospección resulta consistente tanto con la evidencia obtenida en campo como con las características geológicas y geomorfológicas del área de estudio.

Tabla 8-4-11. Descripción de excavaciones

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 001	586283	9518780	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 70 cm. b/superficie, por debajo de los primeros 50 cm b/sup la coloración es más blancuzca.	Negativo	
P 002	586292	9518882	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 45 cm. b/superficie, por debajo de los primeros 20 cm b/sup la coloración es más blancuzca.	Negativo	
P 003	586258	9518968	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 65 cm. b/superficie, por debajo de los primeros 60 cm b/sup la coloración es más blancuzca.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 004	586332	9519018	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 60 cm. b/superficie, por debajo de los primeros 60 cm b/sup la coloración es más blancuzca.	Negativo	
P 005	586164	9519008	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 40 cm. b/superficie.	Negativo	
P 006	586098	9518974	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 25 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 007	586110	9519110	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 20 cm. b/superficie.	Negativo	
P 008	586179	9519132	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 50 cm. b/superficie.	Negativo	
P 009	586238	9519118	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 60 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 010	586122	9519180	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie.	Negativo	
P 011	586177	9519237	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie.	Negativo	
P 012	586066	9519121	Capa 1	7.5 Y 5/1 gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 013	586010	9519213	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 15 cm. b/superficie.	Negativo	
P 014	585975	9519273	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 015	585921	9519310	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 60 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 016	585951	9519381	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie.	Negativo	
P 017	585893	9519478	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie.	Negativo	
P 018	585824	9519423	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 019	585796	9519354	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 45 cm. b/superficie.	Negativo	
P 020	585728	9519428	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie.	Negativo	
P 021	585683	9519515	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 022	585732	9519581	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 023	585609	9519549	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 024	587382	9520286	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 025	587367	9520292	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 50 cm. b/superficie.	Negativo	
P 026	587356	9520305	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 60 cm. b/superficie.	Negativo	
P 027	587334	9520315	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 40 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 028	587320	9520326	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 40 cm. b/superficie.	Negativo	
P 029	587307	9520336	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 40 cm. b/superficie.	Negativo	
P 030	587254	9520389	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 15 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 031	587155	9520476	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie.	Negativo	
P 032	587111	9520474	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 033	587060	9520293	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 15 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 034	587096	9520391	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 7 cm. b/superficie.	Negativo	
P 035	587181	9520640	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 036	587054	9520610	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 037	586974	9520656	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 038	586962	9520750	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 039	586939	9520853	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 040	586868	9520912	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 041	586708	9520927	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 40 cm. b/superficie.	Negativo	
P 042	586577	9520922	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 043	586722	9519310	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 15 cm. b/superficie.	Negativo	
P 044	586545	9519317	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, inmediatamente se convierte en un suelo arenoso limos de tamaño de grosor de 0 a 80 cm. b/superficie.	Negativo	
P 045	586580	9519699	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 15 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 046	586668	9519796	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 047	586647	9519700	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 15 cm. b/superficie.	Negativo	
P 048	586314	9519885	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 18 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 049	586422	9519804	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 5 cm. b/superficie.	Negativo	
P 050	586499	9519638	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 10 cm. b/superficie.	Negativo	
P 051	586311	9519538	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 10 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 052	586258	9519920	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 053	586160	9520083	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 054	585989	9519997	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 055	586084	9520183	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 056	586318	9520039	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 057	586229	9520168	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 5 cm. b/superficie.	Negativo	
P 058	587504	9520184	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 60 cm. b/superficie.	Negativo	
P 059	587134	9520529	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 060	586872	9521167	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 061	586843	9521171	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 30 cm. b/superficie.	Negativo	
P 062	586759	9521138	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 18 cm. b/superficie.	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 063	586730	9521207	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 064	586671	9521202	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, de tamaño de grosor de 0 a 5 cm. b/superficie.	Negativo	
P 065	586692	9521287	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 066	586742	9521401	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 067	586785	9521652	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 068	586741	9521475	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 069	586283	9520040	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 070	586411	9520662	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 071	586713	9520659	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 072	586846	9520281	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	No fotografiado

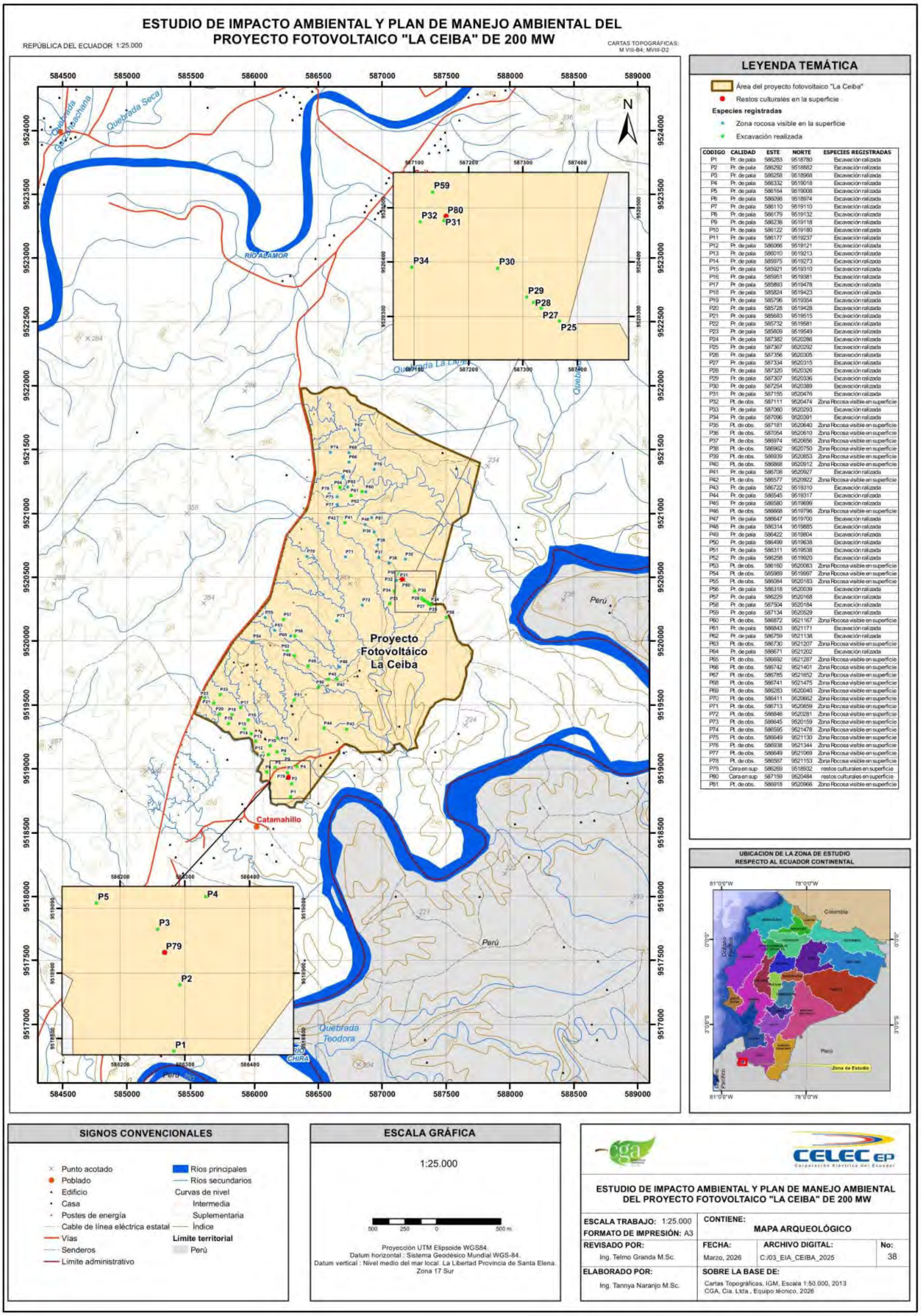
Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 073	586645	9520159	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	No fotografiado
P 074	586595	9521478	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	No fotografiado
P 075	586649	9521130	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	No fotografiado
P 076	586938	9521344	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	No fotografiado
P 077	586649	9521069	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	No fotografiado
P 078	586587	9521153	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no	Negativo	No fotografiado

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
					excavada		
P 079	586269	9518932	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada. Presencia de 2 fragmentos cerámicos, aparentemente de cuerpos de ollas de gran tamaño	Positivo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 080	587159	9520484	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada. Presencia de 1 fragmentos cerámicos, aparentemente de cuerpos de vasija	positivo	
P 081	586918	9520966	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	No fotografiado
P 082 fuera del área	587554	9519605	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	

Excavaciones	Coordenada		Estratigrafía	Color	Descripción	Presencia Cultural	Foto
	Este	Norte					
P 083 fuera del área	587554	9519605	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	
P 084 fuera del área	9518906	9518906	Capa 1	7.5 Y 8/1 light gray	Capa compacta rocosa erosionada, no plástico, presencia superficial, no excavada	Negativo	

Figura 8-4-5. Ubicación de la prospección arqueológica del proyecto.



CODIGO	CALIDAD	ESTE	NORTE	ESPECIES REGISTRADAS
P1	Pr. de pala	586283	9518780	Excavación ralizada
P2	Pr. de pala	586292	9518882	Excavación ralizada
P3	Pr. de pala	586258	9518968	Excavación ralizada
P4	Pr. de pala	586332	9519018	Excavación ralizada
P5	Pr. de pala	586164	9519008	Excavación ralizada
P6	Pr. de pala	586098	9518974	Excavación ralizada
P7	Pr. de pala	586110	9519110	Excavación ralizada
P8	Pr. de pala	586179	9519132	Excavación ralizada
P9	Pr. de pala	586238	9519118	Excavación ralizada
P10	Pr. de pala	586122	9519180	Excavación ralizada
P11	Pr. de pala	586177	9519237	Excavación ralizada
P12	Pr. de pala	586066	9519121	Excavación ralizada
P13	Pr. de pala	586010	9519213	Excavación ralizada
P14	Pr. de pala	585975	9519273	Excavación ralizada
P15	Pr. de pala	585921	9519310	Excavación ralizada
P16	Pr. de pala	585951	9519381	Excavación ralizada
P17	Pr. de pala	585893	9519478	Excavación ralizada
P18	Pr. de pala	585824	9519423	Excavación ralizada
P19	Pr. de pala	585796	9519354	Excavación ralizada
P20	Pr. de pala	585728	9519428	Excavación ralizada
P21	Pr. de pala	585683	9519515	Excavación ralizada
P22	Pr. de pala	585732	9519581	Excavación ralizada
P23	Pr. de pala	585609	9519549	Excavación ralizada
P24	Pr. de pala	587382	9520286	Excavación ralizada
P25	Pr. de pala	587367	9520292	Excavación ralizada
P26	Pr. de pala	587356	9520305	Excavación ralizada
P27	Pr. de pala	587334	9520315	Excavación ralizada
P28	Pr. de pala	587320	9520326	Excavación ralizada
P29	Pr. de pala	587307	9520336	Excavación ralizada
P30	Pr. de pala	587254	9520389	Excavación ralizada
P31	Pr. de pala	587155	9520476	Excavación ralizada
P32	Pt. de obs.	587111	9520474	Zona Rocosa visible en superficie
P33	Pr. de pala	587060	9520293	Excavación ralizada
P34	Pr. de pala	587096	9520391	Excavación ralizada
P35	Pt. de obs.	587181	9520640	Zona Rocosa visible en superficie
P36	Pt. de obs.	587054	9520610	Zona Rocosa visible en superficie
P37	Pt. de obs.	586974	9520656	Zona Rocosa visible en superficie
P38	Pt. de obs.	586962	9520750	Zona Rocosa visible en superficie
P39	Pt. de obs.	586939	9520853	Zona Rocosa visible en superficie
P40	Pt. de obs.	586868	9520912	Zona Rocosa visible en superficie
P41	Pr. de pala	586708	9520927	Excavación ralizada
P42	Pt. de obs.	586577	9520922	Zona Rocosa visible en superficie
P43	Pr. de pala	586722	9519310	Excavación ralizada
P44	Pr. de pala	586545	9519317	Excavación ralizada
P45	Pr. de pala	586580	9519699	Excavación ralizada
P46	Pt. de obs.	586668	9519796	Zona Rocosa visible en superficie
P47	Pr. de pala	586647	9519700	Excavación ralizada
P48	Pr. de pala	586314	9519885	Excavación ralizada
P49	Pr. de pala	586422	9519804	Excavación ralizada
P50	Pr. de pala	586499	9519638	Excavación ralizada
P51	Pr. de pala	586311	9519538	Excavación ralizada
P52	Pr. de pala	586258	9519920	Excavación ralizada
P53	Pt. de obs.	586160	9520083	Zona Rocosa visible en superficie
P54	Pt. de obs.	585989	9519997	Zona Rocosa visible en superficie
P55	Pt. de obs.	586084	9520183	Zona Rocosa visible en superficie
P56	Pr. de pala	586318	9520039	Excavación ralizada
P57	Pr. de pala	586229	9520168	Excavación ralizada
P58	Pr. de pala	587504	9520184	Excavación ralizada
P59	Pr. de pala	587134	9520529	Excavación ralizada
P60	Pt. de obs.	586872	9521167	Zona Rocosa visible en superficie
P61	Pr. de pala	586843	9521171	Excavación ralizada
P62	Pr. de pala	586759	9521138	Excavación ralizada
P63	Pt. de obs.	586730	9521207	Zona Rocosa visible en superficie
P64	Pr. de pala	586671	9521202	Excavación ralizada
P65	Pt. de obs.	586692	9521287	Zona Rocosa visible en superficie
P66	Pt. de obs.	586742	9521401	Zona Rocosa visible en superficie
P67	Pt. de obs.	586785	9521652	Zona Rocosa visible en superficie
P68	Pt. de obs.	586741	9521475	Zona Rocosa visible en superficie
P69	Pt. de obs.	586283	9520040	Zona Rocosa visible en superficie
P70	Pt. de obs.	586411	9520662	Zona Rocosa visible en superficie
P71	Pt. de obs.	586713	9520659	Zona Rocosa visible en superficie
P72	Pt. de obs.	586846	9520281	Zona Rocosa visible en superficie
P73	Pt. de obs.	586645	9520159	Zona Rocosa visible en superficie
P74	Pt. de obs.	586595	9521478	Zona Rocosa visible en superficie
P75	Pt. de obs.	586649	9521130	Zona Rocosa visible en superficie
P76	Pt. de obs.	586938	9521344	Zona Rocosa visible en superficie
P77	Pt. de obs.	586649	9521069	Zona Rocosa visible en superficie
P78	Pt. de obs.	586587	9521153	Zona Rocosa visible en superficie
P79	Cera en sup	586269	9518932	restos culturales en superficie
P80	Cera en sup	587159	9520484	restos culturales en superficie
P81	Pt. de obs.	586918	9520966	Zona Rocosa visible en superficie

Nota: Elaborado por equipo técnico 2026

Resaltamos la presencia del sitio arqueológico inventariado AY-11-13-50-000-08-000005 o COCHACARÁ, con presencia de la cultura Chimu, un sitio con restos superficiales. Este sitio se ubica a 383 metros a Suroeste del P 79 (ver Tabla 11 y mapa 3), muy seguramente pertenece al mismo lugar.

Pero al mismo tiempo resaltamos la falta de presencia arqueológica en el resto del área de estudio, seguramente por la condición de erosión en capas del terreno por cercanías del rio, que debió ser más utilizado que el terreno mismo.

8.4.12.2. Sensibilidad arqueológica en el área de estudio

Los datos recuperados permiten contrastar la sensibilidad del área de estudio

Tabla 8-4-12. Puntaje para el cálculo de Sensibilidad Arqueológica

N°	Factor Arqueológico	Valores		
		Alto	Medio	Bajo
1	Estudios arqueológicos realizados en las áreas adyacentes (entre 4 y 7 kilómetro)	0	0	5
2	Dato arqueológico *in-situ* –cerámica, lítica y otros– (distribución y densidad).	0	0	5
3	Sitios arqueológicos e históricos asociados (menor a un kilómetro)	0	0	0
4	Estudios históricos y etnohistóricos, datos de oralidad de la zona (entre 4 y 7 kilómetro)	0	0	3
5	Estado de conservación de la zona puntual.	0	0	3
6	Topografía, orografía del área complementaria.	0	0	0
	SubTotal	**0**	**0**	**16**
	Total		**16**	

Elaborado por equipo técnico, 2025

Tabla 8-4-13. Niveles de Sensibilidad Arqueológica según rango de valores

	Rango de Sensibilidad arqueológica		
Valores	Alto	Medio	Bajo
100-60			
59-30			
29-20			16

Elaborado por equipo técnico, 2025

Tabla 8-4-14. Resultado de sensibilidad en las calles

Baja	Criterio	Se reconocen atributos culturales prehispánicos, históricos en cercanías del área de estudio, más sin resultados en la prospección, el más cercano a 383 metros fuera del área de estudio hasta más de a 5 km de distancia;
	Definición	En el área de estudio no presenta evidencia arqueológica en demasía
	Mitigación	En áreas sin restos, la mitigación del impacto causado sobre el patrimonio se puede realizar con la aplicación de alguna medida relativamente sencilla como el Monitoreo de toda remoción de suelos.
	Impacto	Impacto leve: Afectación leve, residual o indirecta que puede ser atenuada con medidas de mitigación como el monitoreo de toda remoción de suelos.

Fuente: Resolución No. 037-DE-INPC-2021 (*) Fuente: Tomado de Rosalba Chacón, 2021.

Cuadro 1: Criterios de Sensibilidad BAJA Arqueológica

Elaborado por equipo técnico, 2025

Al no haber evidencia registrada al interior del área de estudio, se establece un potencial de presencia arqueológica se estima como BAJA. Pero el potencial de presencia arqueológica en el resto de la ciudad podría ser mayor en los alrededores.

La ausencia de evidencias arqueológicas prehispánicas y coloniales en el área, no permitió que la fase de rescate sea implementada, aunque se realiza el seguimiento durante los movimientos de suelos.

8.4.12.3. Descripción del desarrollo del trabajo de laboratorio y análisis de materiales recuperados de los sitios

Se registró la presencia de 3 fragmentos de cuerpos de vasijas, pero no se los recuperó ya que no permite un análisis real.

8.4.13. Resultados

8.4.13.1. Ubicación temporal de los hallazgos: cronología relativa y absolutas

La falta de restos diagnósticos recuperados no permite grandes análisis, posiblemente son Palta como la gran mayoría de sitios en la región o Chimu como se menciona en la ficha de inventario.

8.4.13.2. Discusión y/o análisis crítico de los resultados obtenidos

La falta de resultados positivos en el área de estudio debe entenderse también como un dato interesante. Esta presencia de lomas o planicies secas que van al acceso al rio es parte de un patrón de ocupación de la zona que esta aun en proceso de interpretación. La ausencia de evidencia de ocupaciones en el pasado debe ser entendida como espacios respetados entre áreas

domésticas confirmadas. La relación de áreas sin evidencia arqueológica y áreas con evidencia arqueológica confirmada es entender el uso de un paisaje completo.

8.4.13.3. Impacto causado por las acciones planificadas

Total, inexistencia de impacto directo, no se afecta al patrimonio arqueológico y no requiere de medidas de prevención o mitigación posteriores. Lo mencionado solo implica al área intervenida, más en propiedades adjuntas se desconoce la sensibilidad arqueológica mediante este estudio.

8.4.13.4. Delimitación del área de sitios arqueológicos

No aplica este ítem, por ausencia de sitio arqueológico.

8.4.13.5. Socialización del proyecto

El proyecto se socializará con la comunidad por parte de los contratistas en su momento. Durante esta investigación no se concretó ninguna socialización.

8.4.14. Conclusiones

La Ceiba es una zona muy importante, aunque los resultados de esta investigación no fueron positivos, el potencial histórico y arqueológico en cercanías es medio a alto.

La zona cercana debió ser un lugar fuertemente ocupado en épocas prehispánicas, de manera homogéneas como un anexo a áreas cacicales fuertes en la región. Posteriormente convertido en un asentamiento Colonial que se desarrolló hasta el presente.

Esta investigación, no logró aportar en beneficio de las interrogantes de conocer mejor a este territorio ecuatoriano. Se requiere más investigaciones y contrastar la información histórica que tiene este sector con datos arqueológicos de primera mano.

8.4.15. Recomendaciones

- Realizar, durante la construcción de este parque solar, incluir prospecciones rápidas en la zona de la subestación, ya que la cubierta de matorrales no permitió realizarlo, aunque no creemos que exista datos positivos en la misma;
- Durante la construcción del parque Solar, ejecutar monitoreo arqueológico en movimientos de suelos planificados.
- Complementar mayores y constantes estudios arqueológicos e históricos en la región debe complementar más información que es necesario;
- De igual forma incluir los estudios arqueológicos, no solamente en nuevas fases de construcción, sino planificar estudios más profundos asociados en la devolución de la información levantada en todos los años de investigaciones en la región hacia la comunidad como un medio de incremento de identidad local.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía. Ltda.

JULIO , 2026

CONTENIDO

9. INVENTARIO FORESTAL..... 658

9.1. Área de intervención. 658

9.1.1. Superficie del área a intervenir. 659

9.2. Descripción del área de estudio 666

9.2.1. Cobertura y uso del suelo. 666

9.2.2. Clasificación de ecosistemas del estado de intervención de la cobertura según tipo de vegetación. 669

9.2.3. Pisos Zoogeográficos 671

9.3. Materiales y métodos 672

9.3.1. Materiales 672

9.3.2. Método 672

9.4. Resultados del inventarío forestal 677

9.4.1. Riqueza y abundancia 677

9.4.2. Riqueza de familias por especie 677

9.4.3. Índice de valor de importancia 679

9.4.4. Curva de abundancia por especie 679

9.4.5. Distribución dasométrica del bosque 679

9.4.6. Área basal 680

9.4.7. Índices de diversidad 680

9.4.8. Parámetros dasométricos 682

9.4.9. Análisis de los puntos cuantitativos muestreados 682

9.5. Metodología para valorar económicamente los bienes y servicios ecosistémicos 710

9.5.1. Introducción. 710

9.5.2. Metodología para valorar económicamente los bienes y servicios ecosistémicos de los bosques y vegetación nativa en los casos a ser removida ... 710

9.5.3. Resultados 712

9.6. Discusión 719

9.7. Conclusiones 719

9.8. Recomendaciones 720

9.9. Bibliografía 721

9.10. Anexos 723

Tabla 9-1. Coordenadas de las parcelas inventariadas 661

Tabla 9-2. Coordenadas representativas de los límites del proyecto 666

Tabla 9-3. Cobertura vegetal y uso del suelo 667

Tabla 9-4. Ecosistemas del área de estudio 669

Tabla 9-5. Hoja de campo utilizada para el inventario forestal. 674

Tabla 9-6. Escala de significancia de Shannon, para cuantificar la diversidad alfa de la vegetación. 677

Tabla 9-7. Resultados y análisis. 678

Tabla 9-8. Cálculo del índice de diversidad de Shannon de las parcelas establecidas. 681

Tabla 9-9. IVI Parcela 1. 685

Tabla 9-10. IVI Parcela 2. 688

Tabla 9-11. IVI Parcela 3 691

Tabla 9-12. IVI Parcela 4. 694

Tabla 9-13. IVI Parcela 5. 697

Tabla 9-14. IVI Parcela 6. 700

Tabla 9-15. IVI Parcela 7. 703

Tabla 9-16. IVI Parcela 8. 706

Tabla 9-17. IVI Parcela 9 709

Tabla 9-18. Matriz de viabilidad para efectuar la valoración económica del área de implementación del proyecto 713

Tabla 9-19. Ingresos por remisión de productos forestales 716

Figura 9-1. Mapa del área de implantación del proyecto 660

Figura 9-2. Mapa de ubicación de la infraestructura en la etapa de construcción del proyecto. 663

Figura 9-3. Mapa de ubicación de la infraestructura de la etapa de Operación y mantenimiento. 664

Figura 9-4. Mapa de ubicación de las parcelas inventariadas. 665

Figura 9-5. Cobertura vegetal y uso del suelo 667

Figura 9-6. Mapa de uso del suelo y Cobertura vegetal. 668

Figura 9-7. Ubicación del Bosque deciduo de tierras bajas Jama - Zapotillo. 670

Figura 9-8. Riqueza general en el área de estudio. 677

Figura 9-9. Curva de abundancia de especies 679

Figura 9-10. Distribución dasométrica. 680
Figura 9-11. Riqueza y abundancia Parcela 1. 683
Figura 9-12. Curva de acumulación de especies Parcela 1. 683
Figura 9-13. Riqueza y abundancia Parcela 2 686
Figura 9-14. Curva de acumulación de especies Parcela 2. 686
Figura 9-15. Riqueza y abundancia Parcela 3 689
Figura 9-16. Curva de acumulación de especies Parcela 3. 689
Figura 9-17. Riqueza y abundancia Parcela 4 692
Figura 9-18. Curva de acumulación de especies Parcela 4. 692
Figura 9-19. Riqueza y abundancia Parcela 5 695
Figura 9-20. Curva de acumulación de especies Parcela 5. 695
Figura 9-21. Riqueza y abundancia Parcela 6 698
Figura 9-22. Curva de acumulación de especies Parcela 6. 698
Figura 9-23. Riqueza y abundancia Parcela 7 701
Figura 9-24. Curva de acumulación de especies Parcela 7. 701
Figura 9-25. Riqueza y abundancia Parcela 8 704
Figura 9-26. Curva de acumulación de especies Parcela 8. 704
Figura 9-27. Riqueza y abundancia Parcela 9 707
Figura 9-28. Curva de acumulación de especies Parcela 9. 707

9. INVENTARIO FORESTAL.

El inventario forestal constituye un requisito obligatorio dentro del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) en Ecuador, en cumplimiento del Código Orgánico del Ambiente (COA), artículo 137, que establece la necesidad de identificar y evaluar los componentes de flora y fauna presentes en el área de influencia de los proyectos, así como del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Libro III, Título V, que regula el aprovechamiento y conservación de los recursos forestales. Este instrumento permite registrar la cobertura vegetal, cuantificar especies forestales y determinar la presencia de especies endémicas, amenazadas o de valor económico y ecológico, sirviendo como base para la definición de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración. De esta manera, el inventario forestal asegura el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, fortalece la trazabilidad técnica de la línea base ecológica y garantiza que la planificación y ejecución del proyecto se enmarque en principios de sostenibilidad, conservación y responsabilidad socioambiental.

9.1. Área de intervención.

El área en donde se implementará el proyecto fotovoltaico la Ceiba", NO interseca con ningún área protegida del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques protectores y Patrimonio forestal del Estado, sin embargo, el bosque seco en su conjunto esta como catalogado como un ecosistema frágil dentro de la normativa ambiental de nuestro país, específicamente en el artículo 406 de la constitución de la república (*El Estado tiene la obligación de conservar la biodiversidad y regeneración de los ecosistemas, con especial énfasis en aquellos que son frágiles o están amenazados, categoría en la que se clasifica al bosque seco tropical y ecuatorial*).

La Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo (LOOTUGS) reconoce que determinadas infraestructuras de interés público pueden implantarse en suelo rural sin que ello implique modificar su clasificación o cambiar su uso principal. El artículo 4 de la LOOTUGS define a la infraestructura como las redes, espacios e instalaciones necesarias para el adecuado funcionamiento del territorio, relacionadas con la provisión de servicios básicos. Dentro de esta definición se incluyen expresamente las redes e instalaciones de energía.

El artículo 19 de la LOOTUGS define el suelo rural como aquel destinado principalmente a actividades: Agroproductivas, Forestales, Extractivas y De conservación. Sin embargo, la norma no prohíbe la implantación de infraestructura de servicios públicos dentro del suelo rural. Por el contrario, reconoce que el territorio debe albergar las infraestructuras necesarias para garantizar el acceso a servicios estratégicos y públicos.

Mediante Certificado de Uso de Suelo de fecha 23 de junio de 2025 emitido por la DIRECTORA DE PLANIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL GAD ZAPOTILLO, menciona que el según lo contenido en el Plan de Uso y Gestión del Suelo del Cantón Zapotillo, el área del proyecto fotovoltaico La Ceiba se encuentra zonificado en el Polígono de Intervención Territorial (PIT) Código:

PIT	CLASIFICACIÓN	SUBCLASIFICACIÓN	USO GENERAL
SRP-2	Suelo rural	Áreas agrícolas de temporal	Uso agropecuario
SRPR2	Suelo rural	Áreas de conservación natural controlada	Uso de protección ecológica
SRPR7	Suelo rural	Áreas de protección de cuerpos de agua	Uso de protección ecológica

Fuente: GAD del cantón Zapotillo, 2025 (Ver Anexo 3-1 del EsIA)

El PUGS del cantón Zapotillo desarrolla de manera específica la regulación del suelo rural e incorpora expresamente a la infraestructura energética como parte de los usos compatibles con el territorio rural. El documento establece que en suelo rural pueden implantarse:

- Redes eléctricas, Líneas de transmisión, **Infraestructura energética**, Telecomunicaciones, Sistemas de riego, **Infraestructura pública estratégica**.

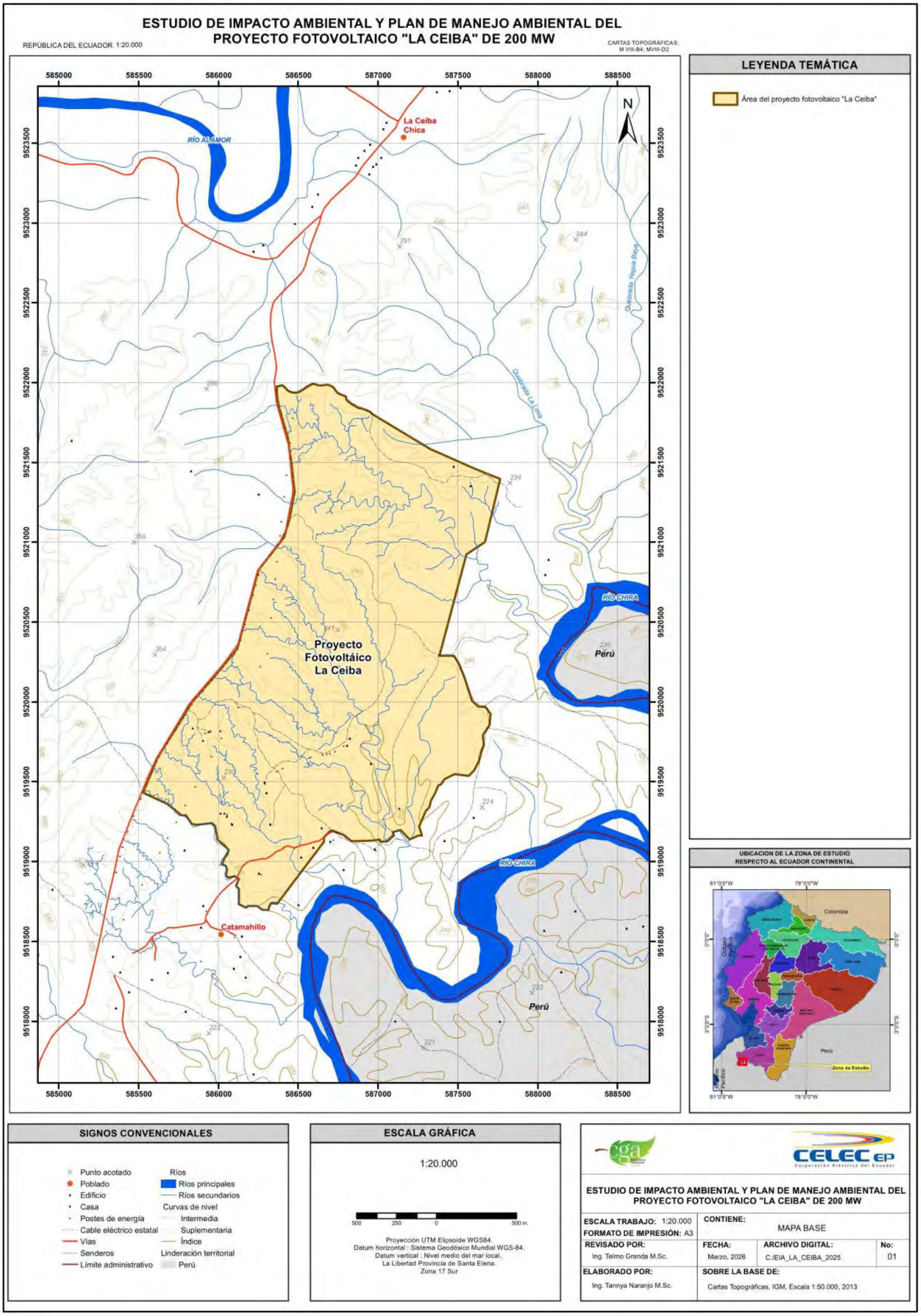
Siempre que dichas instalaciones respeten las condiciones ambientales y las restricciones establecidas para áreas de protección. Por consiguiente, el propio instrumento de planificación territorial reconoce que la infraestructura eléctrica puede desarrollarse dentro del suelo rural sin modificar la categoría de uso del suelo.

Con fundamento en la LOOTUGS y en el Plan de Uso y Gestión de Suelo del cantón Zapotillo, se determina que la infraestructura eléctrica constituye un **uso compatible y complementario del suelo rural**, debido a que forma parte de los sistemas públicos de soporte reconocidos por la legislación nacional, cuenta con regulación específica de servidumbres dentro del PUGS y no implica por sí misma una transformación de la vocación territorial del suelo. En consecuencia, la implantación de líneas eléctricas, subestaciones o centrales fotovoltaicas puede ejecutarse dentro del suelo rural mediante las autorizaciones técnicas, ambientales y sectoriales correspondientes, sin que exista una obligación legal o técnica de tramitar un cambio de uso de suelo, siempre que se respeten las categorías de protección, conservación y restricciones establecidas en la planificación territorial vigente.

9.1.1. Superficie del área a intervenir.

El área en donde se implementará el proyecto fotovoltaico la Ceiba corresponde a 401,311 hectáreas. En el siguiente mapa se muestra el área de implementación del proyecto.

Figura 9-1. Mapa del área de implantación del proyecto



Fuente: IGM 2015
Elaborado por: Naranjo, T. 2026.

En el MAPA NRO. 04 se presenta la ubicación del proyecto

Tabla 9-1. Coordenadas de las parcelas inventariadas

Fecha	Sitio	Inicio			Observaciones
		X	Y	ALTURA (M)	
20/06/2025	PARCELA 1	COORDENADA 1.1	586190	9519270	218	Bosque seco secundario
		COORDENADA 1.2	586238	9519292	217	
		COORDENADA 1.3	586323	9519241	220	
		COORDENADA 1.4	586277	9519180	219	
20/06/2025	PARCELA 2	COORDENADA 2.1	586340	9518902	227	Bosque seco secundario
		COORDENADA 2.2	586424	9518874	221	
		COORDENADA 2.3	586385	9518837	221	
		COORDENADA 2.4	586303	9518863	228	
20/06/2025	PARCELA 3	COORDENADA 3.1	586699	9519212	219	Bosque seco secundario
		COORDENADA 3.2	586733	9519251	216	
		COORDENADA 3.3	586822	9519208	210	
		COORDENADA 3.4	586788	9519161	213	
21/06/2025	PARCELA 4	COORDENADA 4.1	587620	9519576	222	Bosque seco secundario
		COORDENADA 4.2	587583	9519541	221	
		COORDENADA 4.3	587505	9519602	217	
		COORDENADA 4.4	587542	9519640	221	
21/06/2025	PARCELA 5	COORDENADA 5.1	586517	9521146	238	Bosque seco secundario
		COORDENADA 5.2	586576	9521076	243	
		COORDENADA 5.3	586549	9521039	240	
		COORDENADA 5.4	586492	9521100	242	
22/06/2025	PARCELA 6	COORDENADA 6.1	586549	9521039	240	Bosque seco secundario

Fecha	Sitio	Inicio			Observaciones
		X	Y	ALTURA (M)	
	COORDENADA 6.2	586532	9520992	237	
	COORDENADA 6.3	586451	9521051	240	
	COORDENADA 6.4	586492	9521100	242	
22/06/2025	PARCELA 7	COORDENADA 7.1	586956	9520692	234	Bosque seco secundario
		COORDENADA 7.2	586865	9520633	230	
		COORDENADA 7.3	586901	9520596	227	
		COORDENADA 7.4	586976	9520642	232	
23/06/2025	PARCELA 8	COORDENADA 8.1	585674	9519659	240	Bosque seco secundario
		COORDENADA 8.2	585598	9519583	236	
		COORDENADA 8.3	585639	9519552	239	
		COORDENADA 8.4	585711	9519633	236	
23/06/2025	PARCELA 9	COORDENADA 9.1	586271	9520703	243	Bosque seco secundario
		COORDENADA 9.2	586322	9520701	245	
		COORDENADA 9.3	586331	9520584	241	
		COORDENADA 9.4	586280	9520580	243	

Elaborado por: Mosquera, F. 2026.

Figura 9-2. Mapa de ubicación de la infraestructura en la etapa de construcción del proyecto.

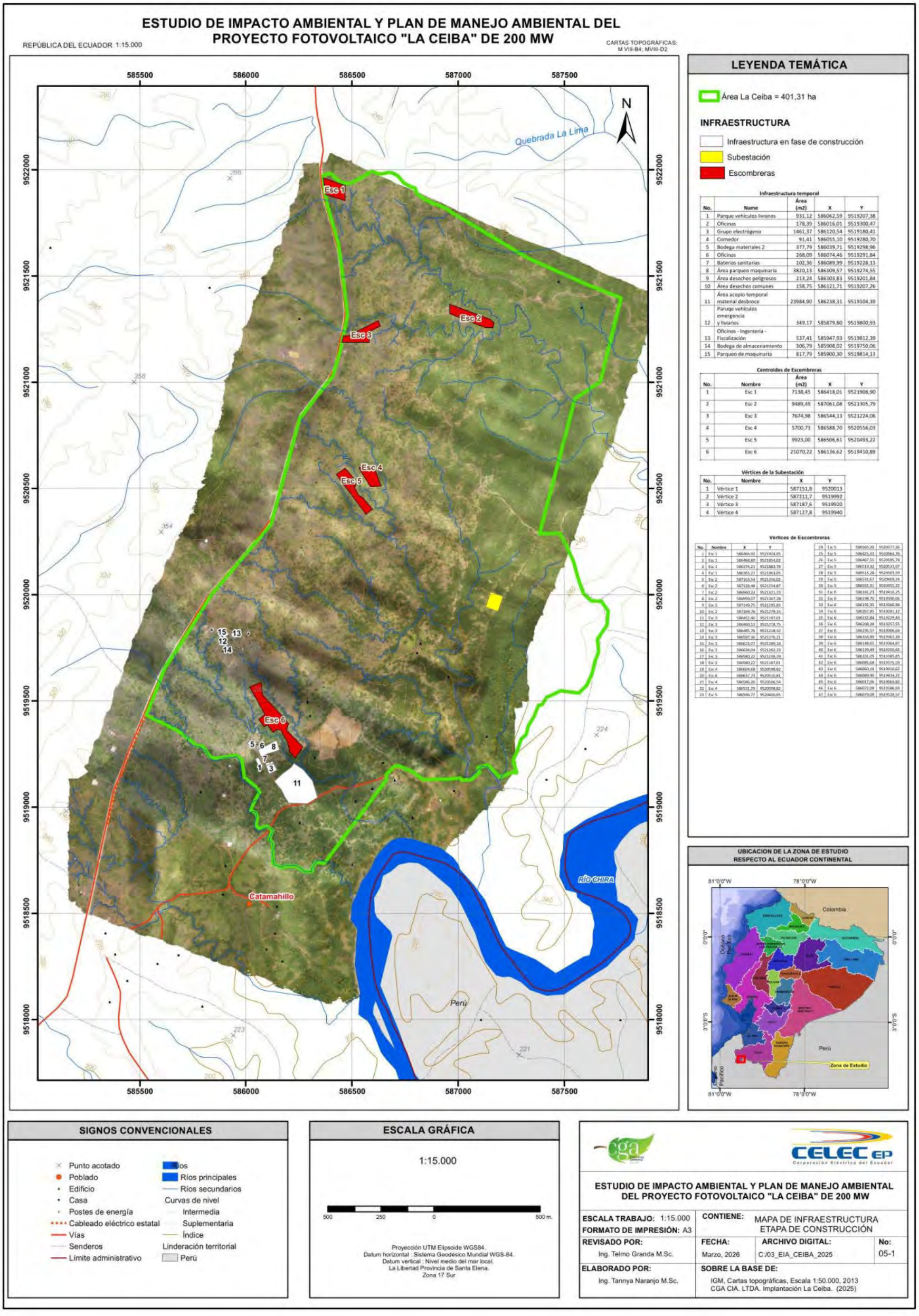


Figura 9-3. Mapa de ubicación de la infraestructura de la etapa de Operación y mantenimiento.

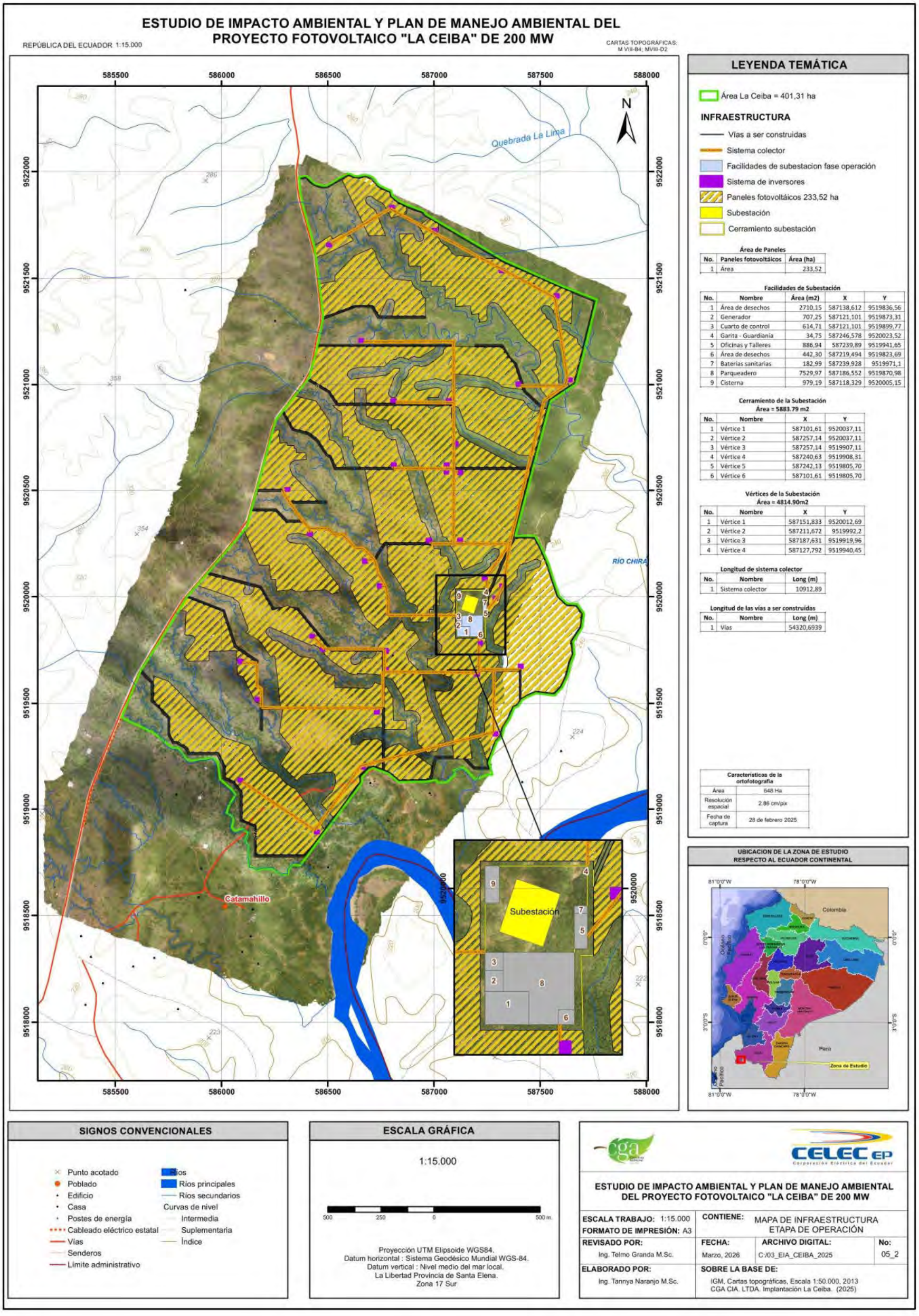
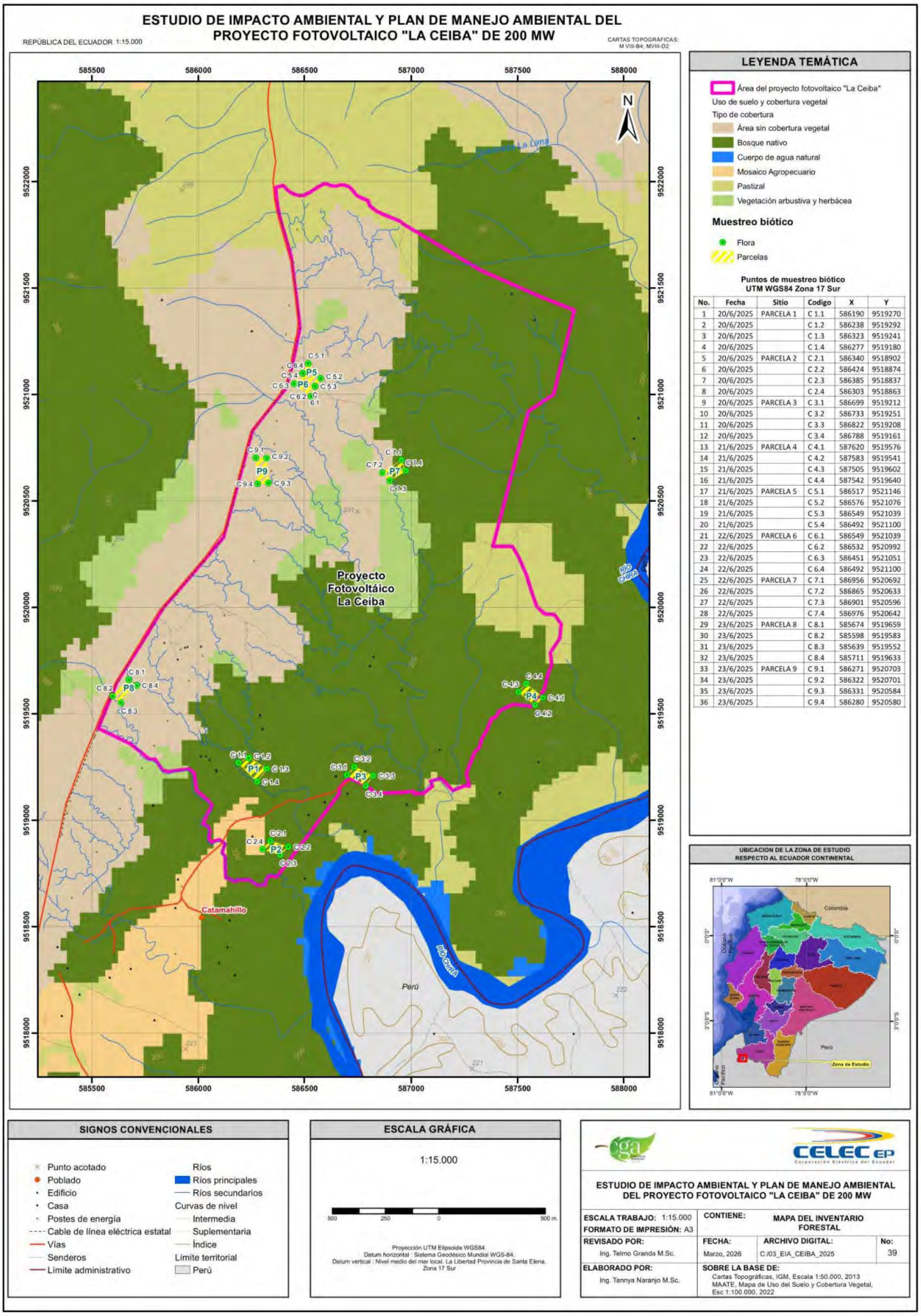


Figura 9-4. Mapa de ubicación de las parcelas inventariadas.



Fuente: IGM 2015
Elaborado por: Naranjo, T. 2025.

En el MAPA NRO. 39 se presenta la ubicación de las parcelas muestreadas.

9.2. Descripción del área de estudio

El emplazamiento del proyecto fotovoltaico “La Ceiba”, se encuentra en el cantón Zapotillo a una distancia aproximada de 1,9 km del poblado La Ceiba, el poblado más cercano al proyecto y a 4 km aproximadamente de la ciudad de Zapotillo, es importante indicar que dentro del sitio en donde se intervendrá para la construcción del proyecto existes varias viviendas habitadas que deberán ser reubicadas posteriormente.

El polígono del emplazamiento tiene una extensión de 401,311 ha, con una orientación NE-SO, y una altura que va desde los 180 a 250 m s.n.m. Topográficamente, el área tiene un desnivel máximo de 70m, presentando zonas minoritarias con pendientes que llegan hasta los 30° de inclinación, es por ello que debe realizarse la adecuación del terreno que permita la instalación de la central fotovoltaica para su operación segura, eficiente y de bajo impacto ambiental.

Tabla 9-2. Coordenadas representativas de los límites del proyecto

X	Y
586404.853	9521909.274
587745.199	9521340.294
587047.967	9520210.389
587238.786	9519994.593
58637 1.333	9518732.813
585422.286	9519117.034
586255.306	9520723.729

Fuente: CELEC EP.

Elaborado por: Mosquera, F. 2025.

9.2.1. Cobertura y uso del suelo.

El área en donde se construirá el proyecto fotovoltaico La Ceiba en más del 50% se encuentra cubierto por bosque nativo de acuerdo a la información del MAATE 2022 y que se presenta en la siguiente tabla, sin embargo, de acuerdo al trabajo desarrollado en campo se puede evidenciar que un gran porcentaje del área se encuentra cubierto de pastizales y sin cobertura vegetal debido a las actividades pecuarias que allí se desarrollan como es la ganadería y la capricultura, Los remanentes de bosque se encuentran relegados a las quebradas o zonas con pendientes, mientras que en la parte plana solo encontramos arboles relictos que sirven de sombra para las cabras.

Tabla 9-3. Cobertura vegetal y uso del suelo

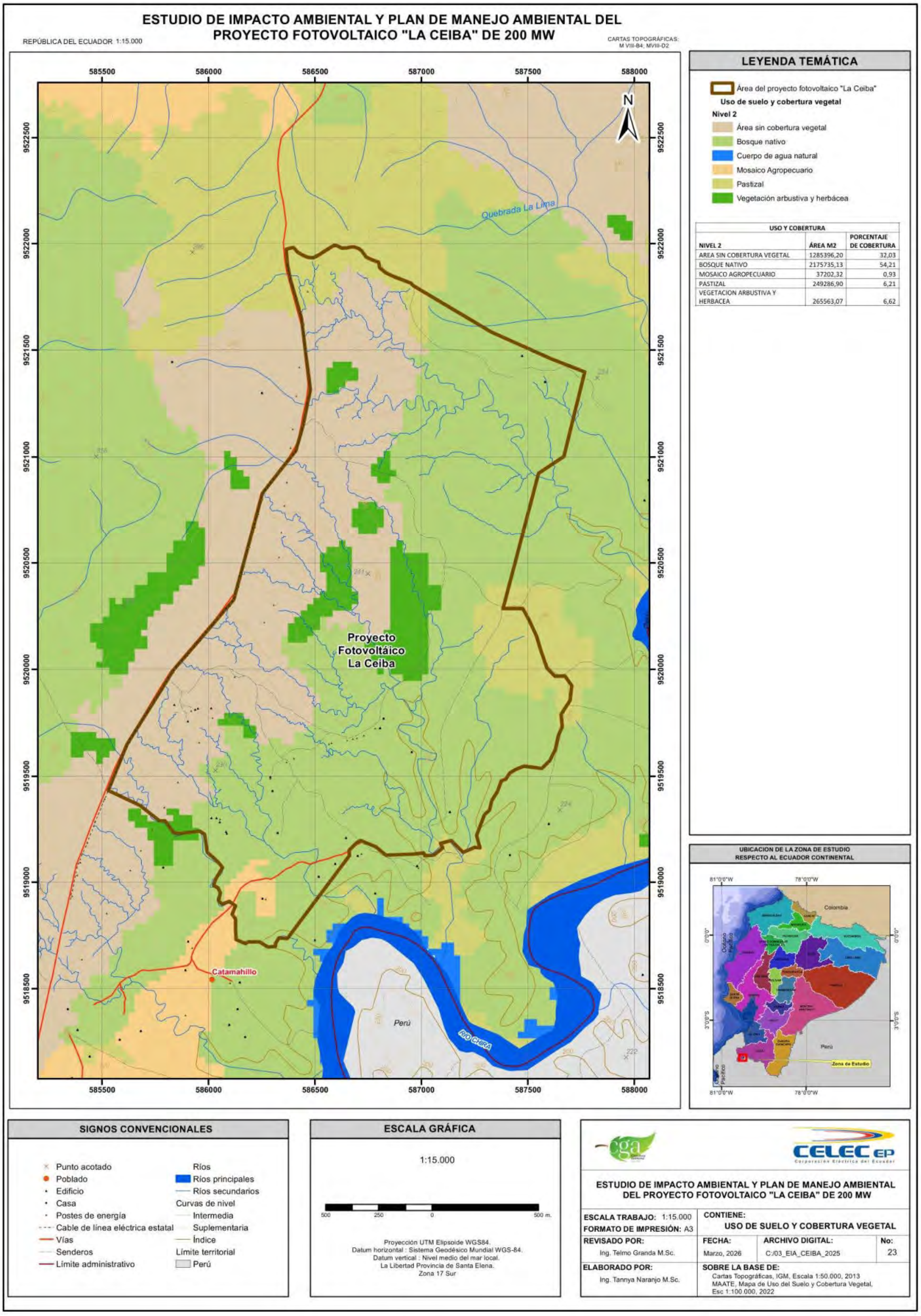
Uso de suelo y cobertura vegetal	Área ha	Porcentaje
VEGETACION ARBUSTIVA Y HERBACEA	26,56	6,62
BOSQUE NATIVO	217,57	54,21
AREA SIN COBERTURA VEGETAL	128,54	32,03
MOSAICO AGROPECUARIO	3,72	0,93
PASTIZAL	24,92	6,21
TOTAL	401,311	100,00

Fuente: MAATE 2022.
Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Figura 9-5. Cobertura vegetal y uso del suelo

Fuente: Google Earth 2023.
Elaborado por: Mosquera, F. 2025.

Figura 9-6. Mapa de uso del suelo y Cobertura vegetal.



Fuente: MAATE 2022.
Elaborado por: Naranjo, T. 2026.

9.2.2. Clasificación de ecosistemas del estado de intervención de la cobertura según tipo de vegetación.

Según el sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador Continental del MAE (2013), el área del proyecto fotovoltaico La Ceiba se encuentra en un 100% dentro del ecosistema bosque deciduo de las tierras bajas de Jama – Zapotillo.

Tabla 9-4. Ecosistemas del área de estudio

ECOSISTEMAS			
ECOSISTEMAS	AREA DEL PROYECTO m^2	AREA DEL ECOSISTEMA ha	PORCENTAJE
Bosque deciduo de tierras bajas del Jama - Zapotillo	40.131,1	401,311	100,000

Elaborado por: Mosquera, F. 2026.

Clasificación general

- **Región:** Costa y parte sur de la región interandina baja.
- **Provincia(s):** Manabí (Jama) y Loja (Zapotillo).
- **Altitud:** Desde el nivel del mar hasta aproximadamente 600 m s.n.m.
- **Bioma:** Bosques secos deciduos y semideciduos.
- **Código MAE (2013):** BdT-JZ.

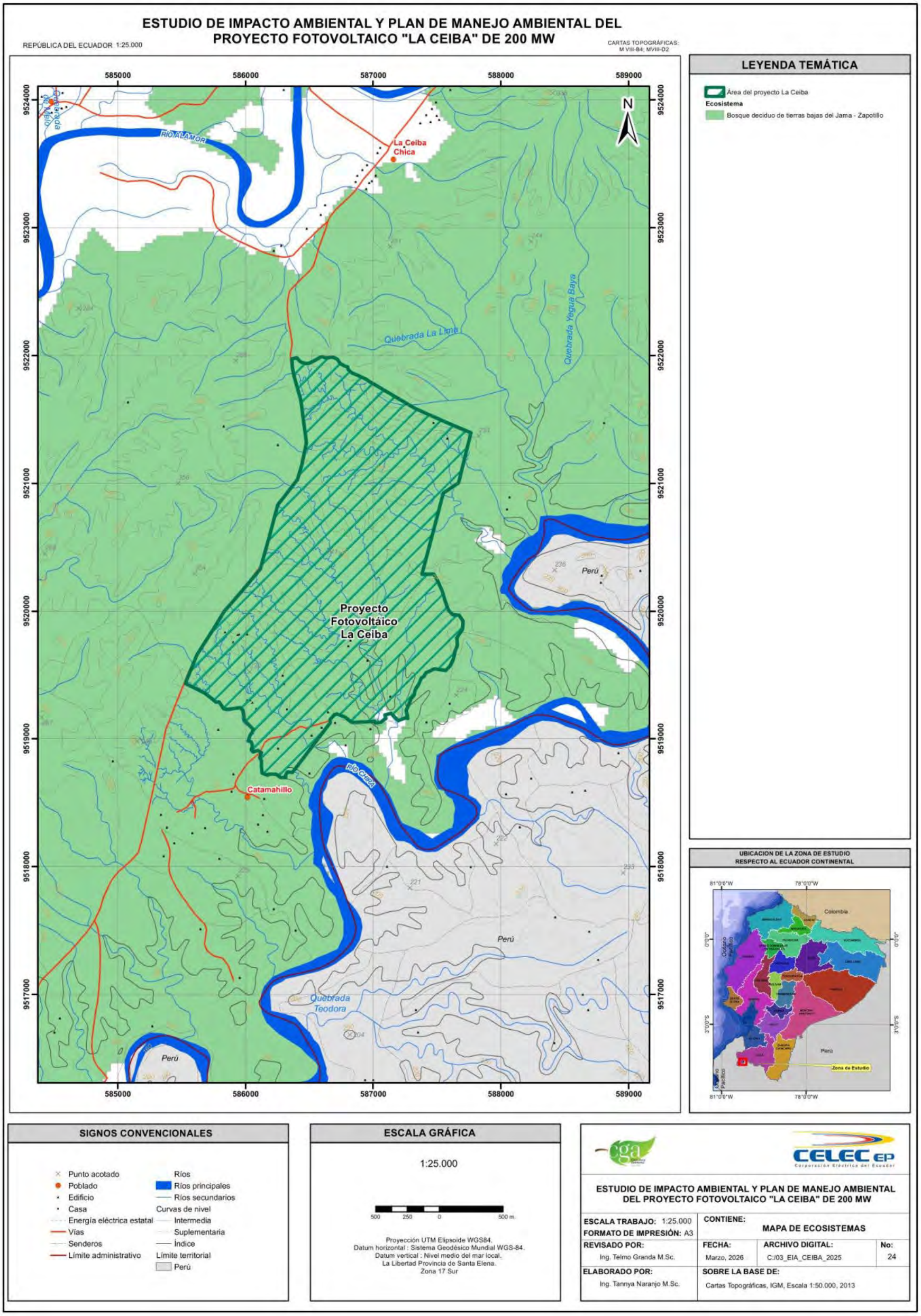
Entre sus principales características tenemos:

Relieve ondulado a colinado, con presencia de terrazas y piedemontes, sus suelos generalmente son pobres en materia orgánica, de textura franco-arenosa o arcillosa, con capacidad de retención hídrica limitada, mientras que la susceptibilidad a la erosión media a alta en áreas deforestadas. Su estrato arbóreo alcanza entre los **15 a 25 m** de altura y mantiene una alta proporción de especies arbóreas deciduas que pierden su follaje en la época seca.

Especies representativas:

- *Ceiba trichistandra* (ceibo)
- *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose) (Guayacán común)
- *Bursera graveolens* (Palo Santo)
- *Eriotheca ruizii* (Pasallo)
- *Cavanillesia platanifolia* (Patrino)
- *Neltulma juliflora* (Algarrobo)
- Lianas y epífitas poco abundantes debido a la estacionalidad y déficit hídrico.

Figura 9-7. Ubicación del Bosque deciduo de tierras bajas Jama - Zapotillo.



Fuente: (MAE, 2013).
Elaborado por: Naranjo, T. 2026.

9.2.3. Pisos Zoogeográficos

El área se encuentra en el piso zoogeográfico Tropical o de Tierra Caliente, caracterizado por altitudes bajas que en este caso oscilan entre los 325 y 400 m s.n.m. Este piso presenta condiciones climáticas cálidas y secas, con temperaturas medias anuales entre 24 °C y 26 °C, y un régimen de precipitación bajo y altamente estacional, lo que genera una marcada diferencia entre la época lluviosa (diciembre a abril) y la prolongada época seca (mayo a noviembre).

En este piso zoogeográfico se presentan especies adaptadas a condiciones de aridez, suelos pobres y estacionalidad hídrica, entre las principales especies de flora y fauna tenemos:

Flora característica.

- *Ceiba trichistandra* – Ceibo.
- *Bursera graveolens* – Palo Santo.
- *Prosopis juliflora* – Algarrobo.
- *Capparis scabrida* – Muyuyo.
- *Eriotheca ruizii* (Pasallo)
- *Albizia multiflora* (Angolo)

Las especies de importancia ecológica y cultural tenemos: El *Loxopterygium huasango* (Hualtaco), *Handroanthus chrysanthus* (Guayacán común) (floración masiva en época seca) y *Bursera graveolens* (Palo Santo).

Fauna característica.

El bosque seco tumbesino alberga especies endémicas y de distribución restringida, con un alto valor para la conservación, entre los más importantes podemos citar los siguientes:

Mamíferos

Odocoileus virginianus – Venado cola blanca
Dasypus novemcinctus – Armadillo de nueve bandas
Didelphis marsupialis – Zarigüeya común

Reptiles

Iguana iguana – Iguana verde
Boa constrictor – Boa
Ctenosaura similis – Iguana negra

Diversas especies de lagartijas endémicas

Aves (alta riqueza y endemismo)

Cyanocorax mystacalis – Urraca de Loja
Aratinga erythrogenys – Perico macareño (en peligro)
Forpus coelestis – Periquito del Pacífico
Troglodytes tanneri – Cucarachero del Pacífico (endémico)
Falco sparverius – Cernícalo americano

En conclusión, las especies de flora y fauna de Zapotillo son típicas del bosque seco tumbesino, altamente adaptadas a la sequía estacional, y constituyen un patrimonio biológico único en el Ecuador.

9.3. Materiales y métodos

9.3.1. Materiales

Los materiales utilizados para el inventario forestal son los siguientes:

- Materiales de campo:
  - GPS
  - Brújula
  - Flexómetro
  - Cinta diamétrica
  - Pintura roja en spray
  - Machete
  - Libreta de campo
  - Lápiz o esfero
  - Rollo de cinta para marcar
  - Cámara fotográfica.

- Materiales de Oficina:

Laptop, calculadora, papel bond, impresora, programa ArcGis, entre otros.

9.3.2. Método

El método utilizado en el campo para realizar el inventario forestal fue de la siguiente manera: Primeramente, se realizó un recorrido al área en donde se implementará el proyecto, específicamente a los sitios en donde existe aún cobertura vegetal nativa.

Para realizar el muestreo se identificaron varios remanentes de vegetación nativa, en estas áreas se aplicó el método cuantitativo basado en parcelas, la cuales tuvieron un tamaño de 100 x 50 m (5.000 m^2) y en donde se midieron a todos los individuos con DAP (Diámetro a la Atura de Pecho) mayor a 10 cm y sus alturas correspondientes tanto totales como comerciales.

Para la identificación de especies se utilizaron claves taxonómicas, dendrologicas y la toma de fotografías para su posterior identificación, también se revisaron los nombres científicos en bases de datos en línea de Trópicos del Missouri Botanical Garden y a su vez se constató la categoría de amenaza en la segunda edición del Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador, (León-Yánez, S. et al., 2011).

Una vez realizadas las parcelas se procedió a la marcación de las balizas con cinta de plástico amarilla y de los árboles con spray de color rojo, por último, a la identificación de las especies de los árboles con DAP igual o superior a 10 cm.

Como se indicó, el área está compuesta por 401,311 hectáreas.
Entonces:

40.131,10 m²	*100%*
n	*1%*

n = 4,01 ha, es decir 40.131,1 m².

Para el levantamiento de la información se utilizó el método de parcelas de 100 X 50 m², en total se realizó nueve parcelas de 5.000 m² cada una, es decir, 45.000 m², con el fin de tener datos representativos y mejores resultados en cuanto a la diversidad y estructura del bosque, registrando a todos los individuos con un DAP igual o superior a 10 cm, además, se midió su altura total y altura comercial y se procedió a identificarlos a nivel de especie.

1. En cada parcela se determinaron balizas a los cuatro extremos, para identificarlas se pintaron con espray de color rojo, además se colocaron cintas para marcar.
2. Una vez realizadas las parcelas se procedió a la marcación de los árboles con espray color rojo, identificación de la especie, medición de los árboles ≥ 10 cm DAP, altura comercial (HC) y altura total (HT).

Fotos 1 – 6. Vértices de las parcelas

3. Finalmente se utilizó una hoja de campo para registrar los datos de DAP, altura comercial (HC) y altura total (HT) (ver tabla 9-5).

Tabla 9-5. Hoja de campo utilizada para el inventario forestal.

Hoja de Registros para especies arbóreas						
FECHA:			**UBICACIÓN:**			
Descripción del Transecto y Comentarios:						
No. Árbol	**Familia**	**Género**	**Especie**	**DAP**	**Altura Total**	**Observaciones**

Elaborado por: Mosquera, F. 2025.

9.3.2.1. Fase de oficina y análisis de datos

En esta fase se realizó el análisis de los datos obtenidos en campo en donde se consideraron los siguientes parámetros.

Variables de campo

Altura: los árboles y arbolitos superiores a 10 cm. de DAP, se midieron directamente en el campo.

DAP: Se medió directamente, utilizando una cinta diamétrica, para el efecto se consideraron todos los individuos superiores a 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) a 1,30 m desde el suelo.

Con los datos obtenidos en el inventario se calcularon los parámetros ecológicos considerando las fórmulas planteadas por Aguirre (2009).

Área Basal (AB en m^2). - El área basal de un árbol se define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo. El área basal de una especie determinada en la Parcela es la suma de las áreas básales de todos los individuos con DAP igual o mayor a 10 cm.

Densidad Relativa (Dn. R.). - La Densidad Relativa de una especie determinada es proporcional al número de individuos de esa especie, con respecto al número total de árboles de la Parcela o transecto.

Dominancia Relativa (Dm. R). - La Dominancia Relativa de una especie determinada es la proporción del área basal de esa especie, con respecto al área basal de todos los árboles de la Parcela o transecto.

Índice del Valor de Importancia (IVI). - Se suman los dos parámetros, dominancia relativa y densidad relativa, para llegar al Valor de Importancia. La sumatoria del Índice de Valor de Importancia para todas las especies de la Parcela es siempre igual a 200. Se puede considerar, entonces, que las especies que alcanzan un valor de importancia superior a 20 dentro del Parcela, es decir el 10% del valor total, son importantes y comunes componentes del bosque muestreado.

Los cálculos se realizaron mediante las siguientes formulas:

Área Basal

$AB = \pi (DAP^2) /4.$

Densidad Relativa

$$DR. = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Número total de los individuos de la Parcela}} \times 100$$

Dominancia Relativa

$$DMR = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies de la Parcela}} \times 100$$

Índice del Valor de Importancia (IVI)

$IVI = DR + DMR$

Volumen

La biomasa es una variable para obtener el peso seco del material vegetal vivo por unidad de área. Esta variable se puede estimar de manera directa o indirecta.

Para esta ocasión se usará la forma indirecta, por medio de las estimaciones de volumen del material vivo dentro de la Parcela.

V = L x AB xFf

Donde
V = Volumen
L = Longitud o altura del árbol; y
AB = Área Basal
Ff =factor de forma (0,7)

Índices de diversidad

Índice de Shannon-Wiener. - Se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio. Toma en cuenta dos aspectos de la diversidad, la riqueza de las especies y la uniformidad de la distribución del número de individuos de cada especie.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

Donde:
S – número de especies (la riqueza de especies)
pi – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i):

$$\frac{n_i}{N}$$

ni – número de individuos de la especie y
N – número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Índice de Simpson. - Conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie.
La fórmula para el índice de Simpson es:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Donde S es el número de especies, N es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas) y n es el número de ejemplares por especie.
Para interpretar los resultados se tomó en cuenta la escala de significancia de Shannon que se describe en la tabla 9-6.

Tabla 9-6. Escala de significancia de Shannon, para cuantificar la diversidad alfa de la vegetación.

Valores para interpretar la diversidad	Significancia
0,00 - 1,50	Diversidad baja
1,50 - 3,00	Diversidad mediana
>3,00	Diversidad alta

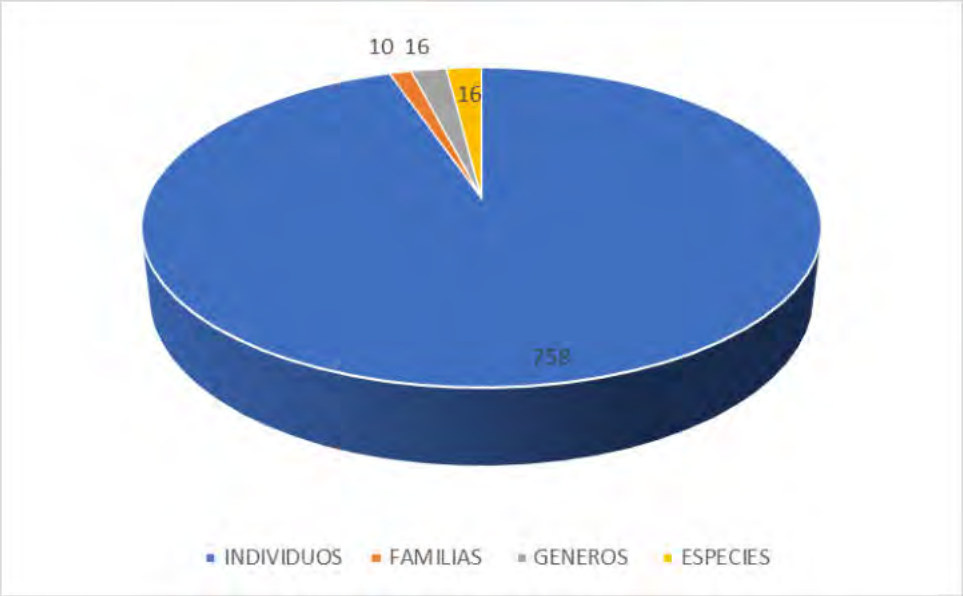
Fuente: Aguirre y Yaguana, 2012

9.4. Resultados del inventarío forestal

9.4.1. Riqueza y abundancia

El área de estudio registró un total de 758 individuos representados en 16 especies que pertenecen a 16 géneros de 10 familias.

Figura 9-8. Riqueza general en el área de estudio.



Elaborado por: BIOTA CIA LTDA 2025

9.4.2. Riqueza de familias por especie

La familia Fabácea cuenta con 7 especies, mientras que el resto solo tuvieron una especie.

En la tabla 9-7 se realiza el análisis de datos del total del área muestreada.

Tabla 9-7. Resultados y análisis.

Familia	Nombre Científico	No. de árboles	AREA BASAL (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)	DnR	MnR	IVI
Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	15	0,60	3,54	5,08	1,98	1,90	3,87
Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	127	2,96	3,77	13,56	16,75	9,32	26,07
Burseraceae	*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.	2	0,30	1,60	2,54	0,26	0,95	1,22
Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	104	7,56	19,47	36,68	13,72	23,83	37,55
Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	7	0,08	0,08	0,37	0,92	0,27	1,19
Capparaceae	*Colicodendron scabridum* (Kunth) Seem	1	0,10	0,13	0,54	0,13	0,30	0,44
Malvaceae	*Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns.	2	0,57	5,15	7,52	0,26	1,78	2,05
Fabaceae	*Geoffroea spinosa* Jacq.	3	0,23	0,31	0,85	0,40	0,71	1,11
Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.	4	0,67	5,63	8,25	0,53	2,10	2,63
Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	12	0,45	0,75	2,48	1,58	1,41	2,99
Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	219	9,76	30,39	75,36	28,89	30,79	59,68
Fabaceae	*Pithecellobium excelsum* (Kunth) Mart.	2	0,02	0,03	0,10	0,26	0,07	0,34
Fabaceae	*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf.	2	0,15	0,33	0,92	0,26	0,47	0,73
Fabaceae	*Senna molissima* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby	1	0,13	0,70	1,32	0,13	0,40	0,53
Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	20	0,24	0,29	1,09	2,64	0,74	3,38
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	237	7,91	21,12	53,61	31,27	24,96	56,23
		758	**31,71**	**93,30**	**210,26**	**100**	**100**	**200**

Elaborado por: Equipo consultor 2026.

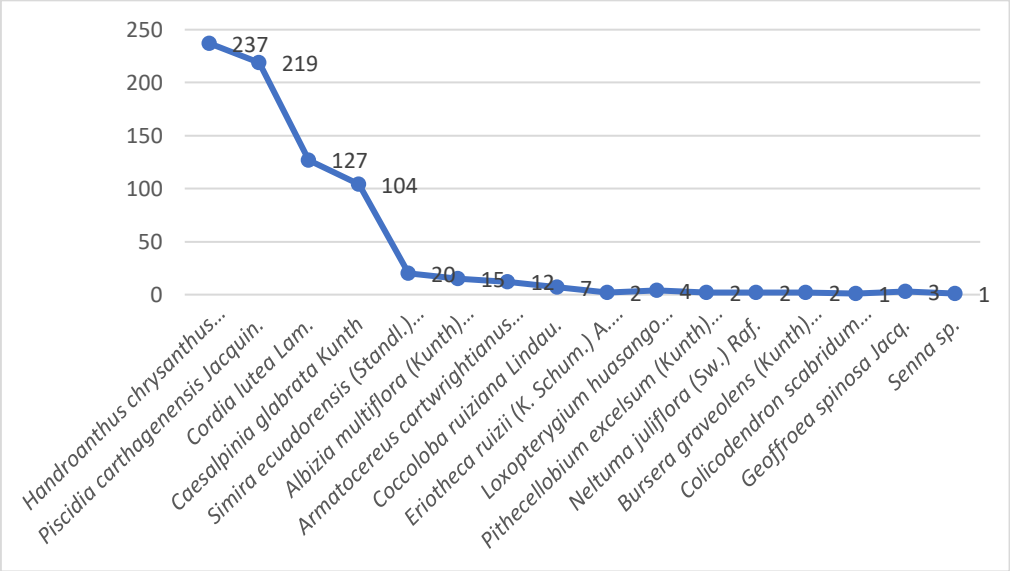
9.4.3. Índice de valor de importancia

Las especies más importantes de acuerdo a los resultados del IVI son: *Piscidia carthagenensis* Jacquin., con 59,68, seguida de *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose con 56,23 *Caesalpinia glabrata* Kunth con 37,55 y *Cordia lutea* Lam., con 26,07, el resto de especies tiene valores inferiores a 5.

9.4.4. Curva de abundancia por especie

La especie con mayor número de individuos es *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose., con 237 individuos, seguida de *Piscidia carthagenensis* Jacquin con 219 individuos y *Cordia lutea* Lam., con 127 individuos, *Caesalpinia glabrata* Kunth con 104 y el resto tiene menos de 20 individuos.

Figura 9-9. Curva de abundancia de especies

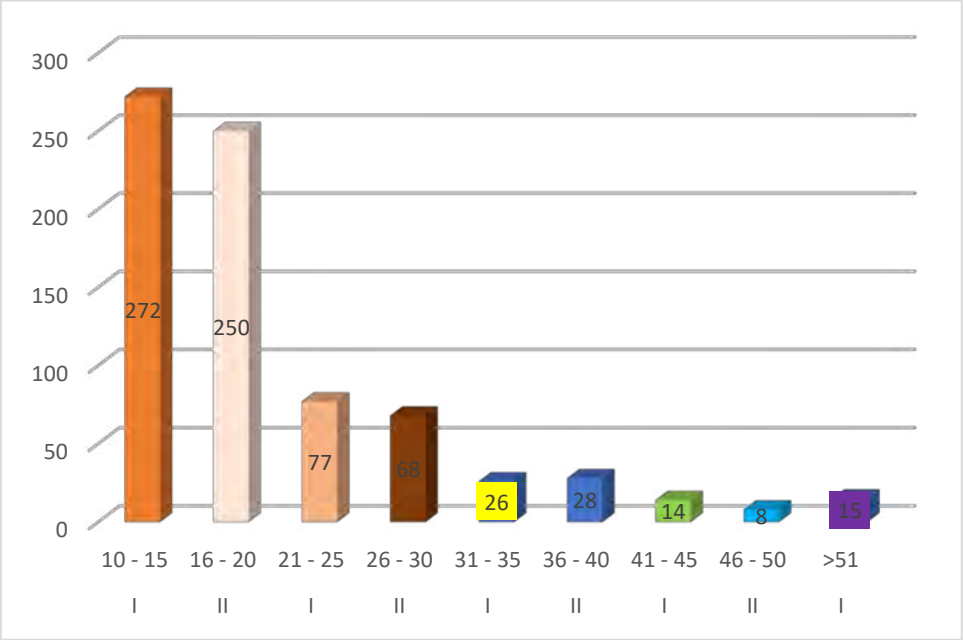


Elaborado por: Equipo consultor 2026.

9.4.5. Distribución dasométrica del bosque

Se registraron un total de 758 individuos con un DAP superior a los 10 cm, en donde en el rango de 10 a 15 cm tenemos 272 individuos, seguidos por el rango entre 16 y 20 cm con 250 individuos, en el rango de 21 a 25 con 77 individuos y 26 a 30 tenemos 68 individuos, el resto tiene menos de 50 individuos.

Figura 9-10. Distribución dasométrica.



Elaborado por: Equipo consultor 2025.

9.4.6. Área basal

En cuanto al área basal, *Piscidia carthagenensis* Jacquin tiene el área basal más alta con 9,76 m^2, seguida por *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose; con 7,91 m^2, *Caesalpinia glabrata* Kunth con 7,56 m^2, y *Cordia lutea* Lam con 2.96 m^2.

9.4.7. Índices de diversidad

La riqueza florística osciló entre 4 y 8 especies por parcela, observándose que las parcelas 1, 2 y 4 presentaron la mayor riqueza (8 especies), mientras que la Parcela 9 registró la menor (4 especies). El área de estudio comprendida (9 parcelas muestreadas) en donde el índice de Shannon-Wiener (H') mostró una diversidad baja a moderada en todas las parcelas, con valores comprendidos entre 0,9431 y 1,5960. La mayor diversidad se registró en la Parcela 1, seguida por las parcelas 8 y 2, lo que indica una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies presentes. Por el contrario, la Parcela 3 presentó el menor valor de Shannon, confirmando una menor heterogeneidad y una fuerte dominancia de una o pocas especies.

El índice Dominance (D) evidenció diferencias en la estructura de la comunidad vegetal. La Parcela 3 presentó el valor más alto de dominancia, seguida por las parcelas 6 y 5, indicando que en estas parcelas una o pocas especies concentran gran parte de los individuos. En contraste, las parcelas 2 y 1 registraron los menores valores de dominancia, lo que refleja una distribución más equilibrada de los individuos entre las especies presentes.

El índice Chao-1 indican que el inventario fue representativo en la mayoría de las parcelas, ya que la riqueza estimada fue igual o muy cercana a la riqueza observada. Sin embargo, en las parcelas 2, 4 y 6, el estimador predijo una riqueza potencial ligeramente superior, lo que sugiere la posible presencia de especies poco frecuentes que no fueron registradas durante el muestreo y que podrían detectarse con un mayor esfuerzo de inventario.

Tabla 9-8. Cálculo del índice de diversidad de Shannon de las parcelas establecidas.

	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	PARCELA 5	PARCELA 6	PARCELA 7	PARCELA 8	PARCELA 9
Especies	8	8	6	8	5	6	5	6	4
Individuos	121	77	86	104	112	84	94	37	43
Dominance_D	0.247	0.214	0.5711	0.3145	0.3771	0.4283	0.3452	0.27	0.35
Simpson 1 - D	0.753	0.6824	0.4289	0.6855	0.6229	0.5717	0.6548	0.72	0.65
Shannon_H	1.596	1.416	0.9431	1.373	1.108	1.066	1.171	1.45	1.14
Chao-1	8	9.5	6	14	5	6.5	5	6	4

Elaborado por: Equipo consultor 2026.

9.4.8. Parámetros dasométricos

9.4.8.1. Volumen de madera

En este parámetro con los datos obtenidos en el campo como: DAP, altura comercial (Hc) y altura total (Ht), de las nueve parcelas de 100 m x 50 m cada una, dando una superficie total de 40.113,1 m^2, se pudo calcular el área basal, el volumen comercial y volumen total, en este contexto el recurso forestal en el área de estudio tiene un área basal de **31,71** m^2, un volumen total de madera de **210,26** m^3 y un volumen comercial de **93,30** m^3.

El Volumen de Madera Total (VMT) estimado para el área de estudio es de 18.751,03 m^3 de madera en pie, considerando hipotéticamente que la totalidad del área del proyecto (401,311 ha) presenta cobertura boscosa continua. No obstante, los resultados del levantamiento de información en campo, corroborados con el análisis del mapa de cobertura vegetal, evidencian que únicamente 217,57 ha conservan cobertura de bosque.

Adicionalmente, durante las evaluaciones de campo se constató que gran parte de los predios presenta un alto grado de alteración antrópica. En sectores donde se establecieron las parcelas 5, 6, 8 y 9 se observó la presencia de árboles relictos dispersos, sin conformar una cobertura boscosa continua. En consecuencia, la estimación del Volumen de Madera Total (VMT) se realizó únicamente sobre la superficie que mantiene cobertura vegetal arbórea (217,57 ha), ya que esta representa el área efectiva con existencia de recurso forestal susceptible de ser cuantificado.

18.742, 62 m^3	401,311 ha.
VMT = 10.165,84 m^3	217,57 ha.

9.4.9. Análisis de los puntos cuantitativos muestreados

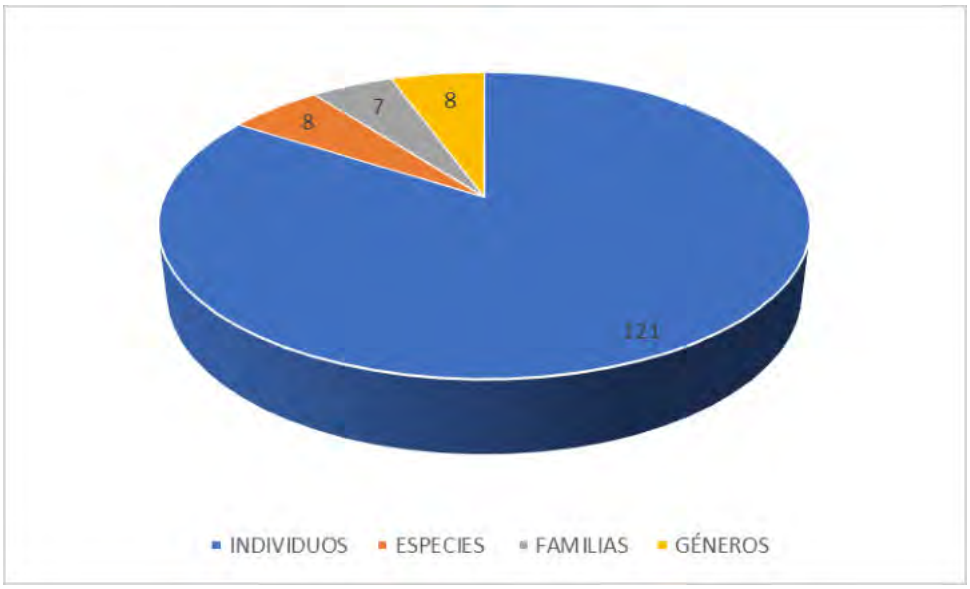
9.4.9.1. Parcela 1.

En la tabla 9-9 se presentan los resultados de la parcela 1, considerando varios parámetros entre ellos el IVI.

Riqueza y abundancia

En la Parcela 1 se registró un total de 121 individuos, pertenecientes a 8 especies, 8 géneros y 7 familias, como se observa en la siguiente ilustración.

Figura 9-11. Riqueza y abundancia Parcela 1.

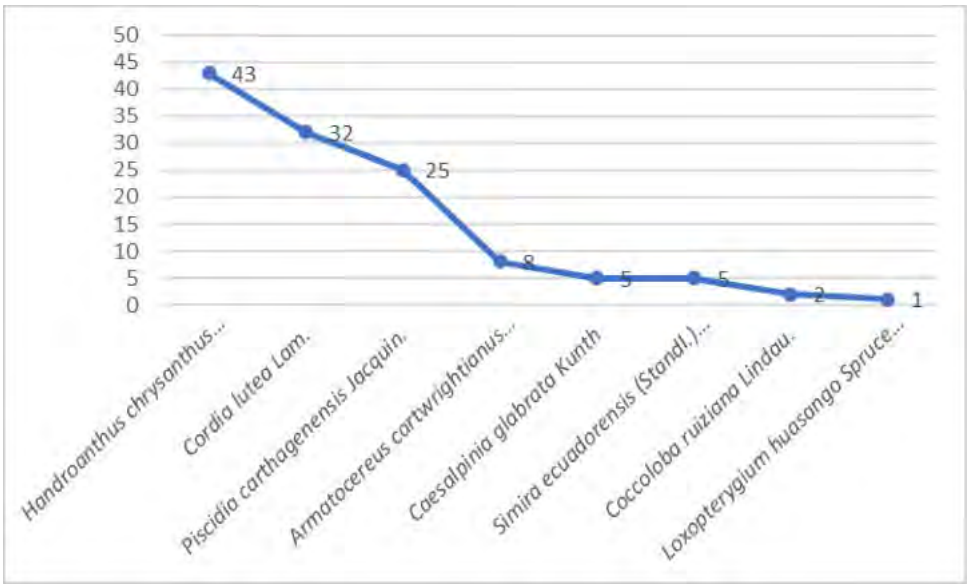


Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Curva de acumulación de especies.

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose., con 43 individuos, seguida de *Cordia lutea* Lam., con 32 individuos y *Piscidia carthagenensis* Jacquin., con 25 individuos.

Figura 9-12. Curva de acumulación de especies Parcela 1.



Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las ocho especies registradas, las especies que puede ser considerada muy importante y principal componente de este ecosistema el *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose., que presenta un IVI de 73,99, seguida de *Piscidia carthagenensis Jacquin.,* con un IVI de 44,85.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 1,596 que se interpreta como diversidad moderada.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 0,753, que se interpreta como una dominancia baja.

Índice de Chao 1

Este estimador estadístico nos permite pronosticar el número de especies a poder alcanzar en el muestreo, de acuerdo al número de especies raras reportadas en la muestra. En el presente estudio se registró 8 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar las misma 8 especies.

Tabla 9-9. IVI Parcela 1.

RESUMEN DE MADERA DE LA PARCELA 1										
Especie	Familia	Nombre científico	No. de árboles	AREA BASAL (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)	D	DnR	MnR	IVI
Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	32	0,66	1,06	2,84	0,0064	26,45	10,23	36,68
Charán	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	5	1,32	4,52	7,38	0,001	4,13	20,47	24,60
Añalque	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	2	0,02	0,01	0,08	0,0004	1,65	0,31	1,96
Hualtaco	Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.	1	0,01	0,03	0,08	0,0002	0,83	0,16	0,98
Cardo	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	8	0,35	0,57	2,07	0,0016	6,61	5,43	12,04
Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	1,56	5,14	12,61	0,005	20,66	24,19	44,85
Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	5	0,05	0,09	0,26	0,001	4,13	0,78	4,91
Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	43	2,48	6,19	18,43	0,0086	35,54	38,45	73,99
Total			**121,00**	**6,45**	**17,61**	**43,75**	**0,0242**	**100,00**	**100,00**	**200,00**

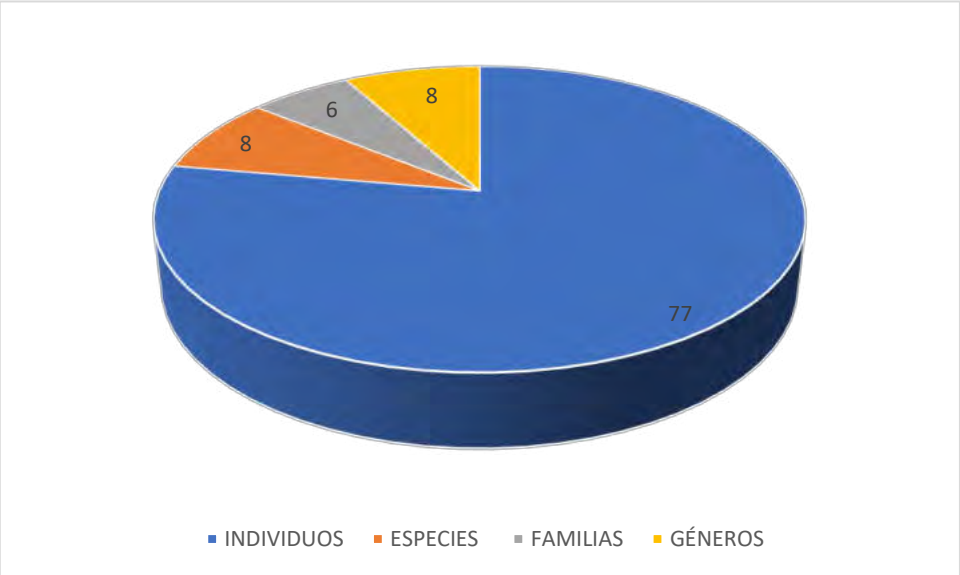
Elaborado por: Equipo consultor 2026.

9.4.9.2. Parcela 2.

Riqueza y abundancia

En la Parcela 2 se registró un total de 77 individuos, pertenecientes a 8 especies, 8 géneros y 6 familias, como se observa en la siguiente ilustración.

Figura 9-13. Riqueza y abundancia Parcela 2

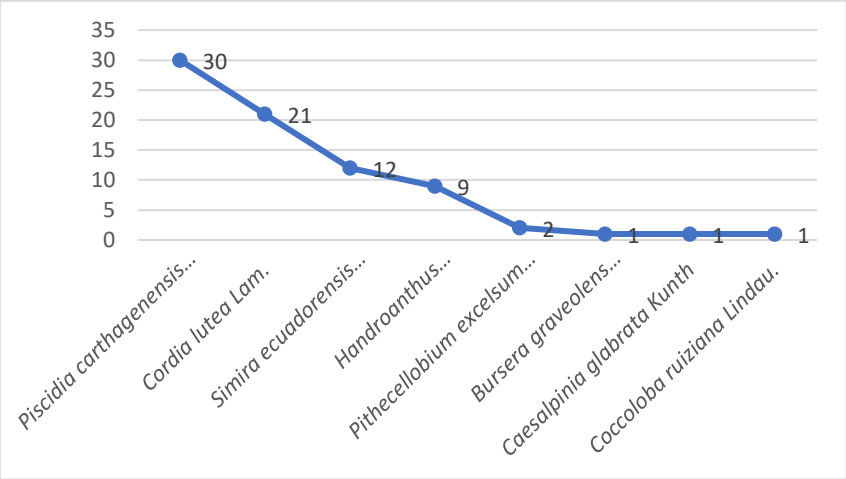


Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Curva de acumulación de especies.

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Piscidia carthagenensis* Jacquin., con 30 individuos, seguida de *Cordia lutea* Lam., 21 individuos y *Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm., con 12 individuos.

Figura 9-14. Curva de acumulación de especies Parcela 2.



Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las ocho especies registradas, las especies que puede ser considerada muy importante y principal componente de este ecosistema el *Piscidia carthagenensis* Jacquin., que presenta un IVI de 90,29; seguida de *Cordia lutea* Lam*.,* con un IVI de 41,63.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 1,416 que se interpreta como diversidad moderada.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 0,6824; que se interpreta como una dominancia baja.

Índice de Chao 1

En esta parcela se registró 8 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar las misma 10 especies, lo que se interpreta que podría existir una o dos especies más no registradas.

Tabla 9-10. IVI Parcela 2.

RESUMEN DE MADERA DE LA PARCELA 2										
Especie	Familia	Nombre científico	No. de árboles	AREA BASAL (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)	D	DnR	MnR	IVI
Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	21	0,54	0,33	1,87	0,0042	27,27	14,36	41,63
Palo Santo	Burseraceae	*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.	1	0,24	1,33	2	0,0002	1,30	6,38	7,68
Charán	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	1	0,2	0,69	1,10	0,0002	1,30	5,32	6,62
Añalque	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	1	0,01	0,01	0,04	0,0002	1,30	0,27	1,56
Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	1,93	5,89	16,55	0,0060	38,96	51,33	90,29
Chaquiro	Fabaceae	*Pithecellobium excelsum* (Kunth) Mart.	2	0,02	0,03	0,10	0,0004	2,60	0,53	3,13
Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	12	0,14	0,11	0,64	0,0024	15,58	3,72	19,31
Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	9	0,68	1,77	5,44	0,0018	11,69	18,09	29,77
Total			**77,00**	**3,76**	**10,16**	**27,74**	**0,0154**	**100,00**	**100,00**	**200,00**

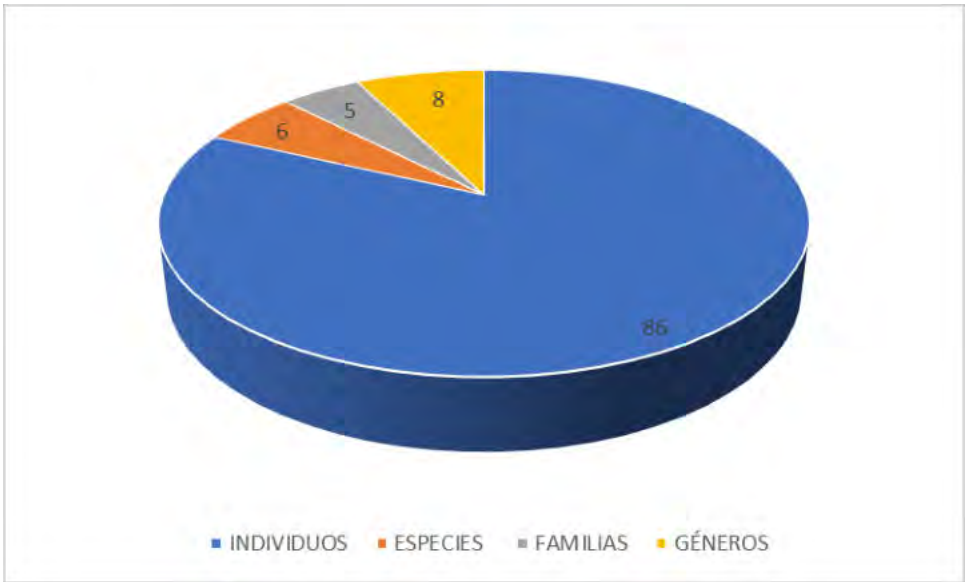
Elaborado por: Equipo consultor 2026.

9.4.9.3. Parcela 3.

Riqueza y abundancia

En la Parcela 3 se registró un total de 86 individuos, pertenecientes a 6 especies, 6 géneros y 5 familias, como se observa en la siguiente ilustración.

Figura 9-15. Riqueza y abundancia Parcela 3

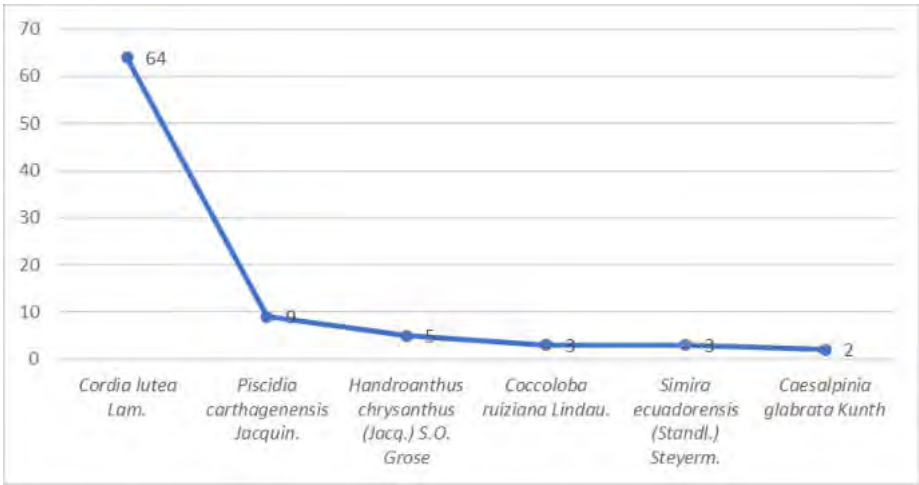


Elaborado por: Equipo consultor 2025.

Curva de acumulación de especies.

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Cordia lutea* Lam., con 64 individuos, seguida de *Piscidia carthagenensis* Jacquin con 9 individuos y *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose., con 5 individuos.

Figura 9-16. Curva de acumulación de especies Parcela 3.



Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las ocho especies registradas, las especies que puede ser considerada muy importante y principal componente de este ecosistema el *Cordia lutea* Lam., que presenta un IVI de 120,44; seguida de *Piscidia carthagenensis.,* con un IVI de 42,03.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2010). Se obtuvo un valor de 0,9431 que se interpreta como diversidad baja con clara dominancia de una especie o de un grupo reducido de especies.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2010). Se obtuvo un valor de 0,6824; que se interpreta como una dominancia alta.

Índice de Chao 1

En esta parcela se registró 8 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar 10 especies, lo que nos indica que podríamos encontrar entre 1 y 2 especies adicionales si se intensifica el esfuerzo de muestreo.

Tabla 9-11. IVI Parcela 3.

RESUMEN DE MADERA DE LA PARCELA 3										
Especie	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)	D	DnR	MnR	IVI
Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	64	**1,56**	**1,88**	**7,24**	0,0128	74,42	46,02	120,44
Charán	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	2	0,15	0,42	0,91	0,0004	2,33	4,42	6,75
Añalque	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	3	0,05	0,87	0,22	0,0006	3,49	1,47	4,96
Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	9	1,07	4,50	9,89	0,0018	10,47	31,56	42,03
Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	3	0,05	0,09	0,19	0,0006	3,49	1,47	4,96
Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	5	0,51	2,14	4,90	0,001	5,81	15,04	20,86
Total			**86,00**	**3,39**	**9,90**	**23,35**	**0,0172**	**100,00**	**100,00**	**200,00**

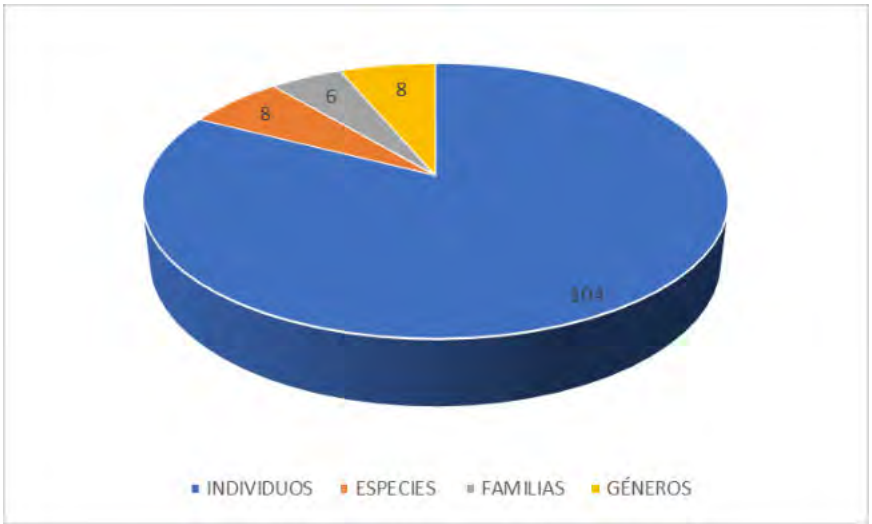
Elaborado por: Equipo consultor 2026.

9.4.9.4. Parcela 4.

Riqueza y abundancia

En la Parcela 4 se registró un total de 104 individuos, pertenecientes a 8 especies, 8 géneros y 6 familias, como se observa en la siguiente ilustración.

Figura 9-17. Riqueza y abundancia Parcela 4

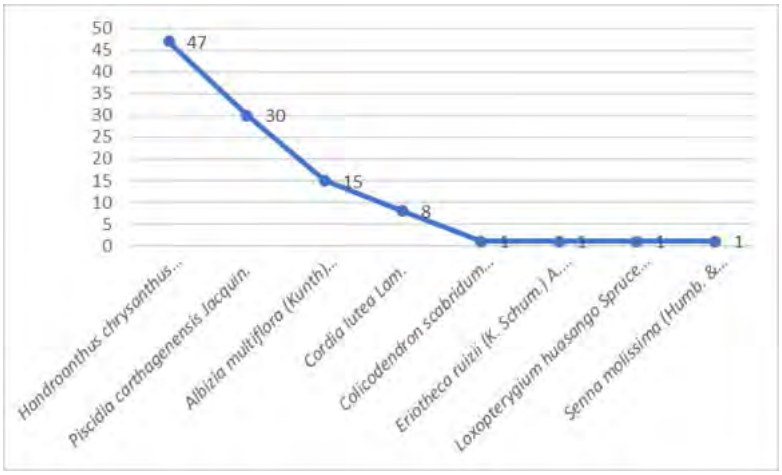


Elaborado por: Equipo consultor 2025.

Curva de acumulación de especies.

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose con 47 individuos, seguida de *Piscidia carthagenensis* Jacquin con 30 individuos y, *Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes., con 15 individuos.

Figura 9-18. Curva de acumulación de especies Parcela 4.



Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las ocho especies registradas, las especies que puede ser considerada muy importante y principal componente de este ecosistema el *Piscidia carthagenensis* Jacquin., que presenta un IVI de 66,26; seguida de *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose., con un IVI de 65,82.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 1,373 que se interpreta como diversidad moderada con clara dominancia de una especie o de un grupo reducido de especies.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 0,6855, que se interpreta como una dominancia moderada.

Índice de Chao 1

En esta parcela se registró 8 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar las misma 14 especies, lo que sugiere que la parcela podría albergar más especies de las observadas, por lo que sería recomendable realizar un muestreo adicional para capturar la riqueza total.

Tabla 9-12. IVI Parcela 4.

RESUMEN DE MADERA DE LA PARCELA 4										
Especie	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)	D	DnR	MnR	IVI
Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	15	0,6	3,54	5,08	0,003	14,42	14,39	28,81
Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	8	0,14	0,23	0,71	0,0016	7,69	3,36	11,05
Zapote	Capparaceae	*Colicodendron scabridum* (Kunth) Seem	1	0,1	0,13	0,54	0,0002	0,96	2,40	3,36
Pasallo	Malvaceae	*Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns.	1	0,28	1,98	3,56	0,0002	0,96	6,71	7,68
Hualtaco	Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.	1	0,5	5,28	7,04	0,0002	0,96	11,99	12,95
Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	1,56	5,51	14,95	0,006	28,85	37,41	66,26
Vainillo	Fabaceae	*Senna molissima* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby	1	0,13	0,70	1,32	0,0002	0,96	3,12	4,08
Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	47	0,86	2,62	6,05	0,0094	45,19	20,62	65,82
Total			**104,00**	**4,17**	**19,99**	**39,25**	**0,0208**	**100,00**	**100,00**	**200,00**

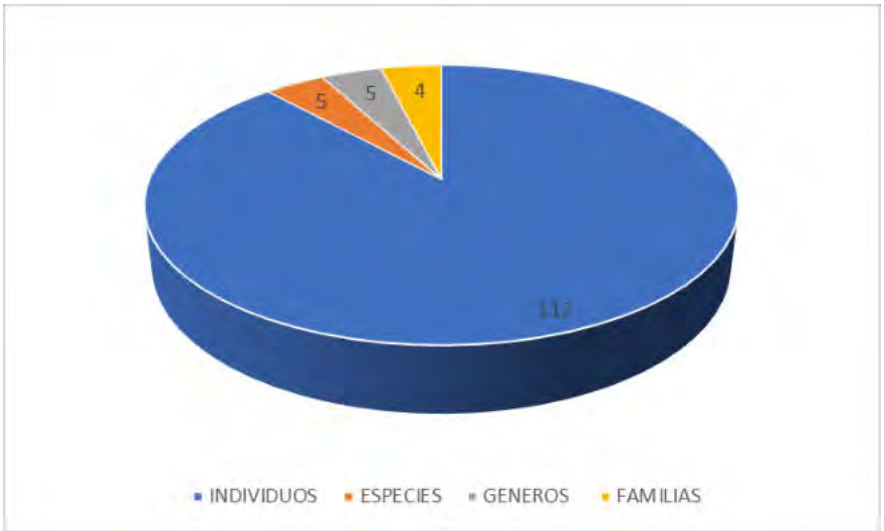
Elaborado por: Equipo consultor 2026.

9.4.9.5. Parcela 5.

Riqueza y abundancia

En la Parcela 5 se registró un total de 112 individuos, pertenecientes a 5 especies, 5 géneros y 4 familias, como se observa en la siguiente ilustración.

Figura 9-19. Riqueza y abundancia Parcela 5

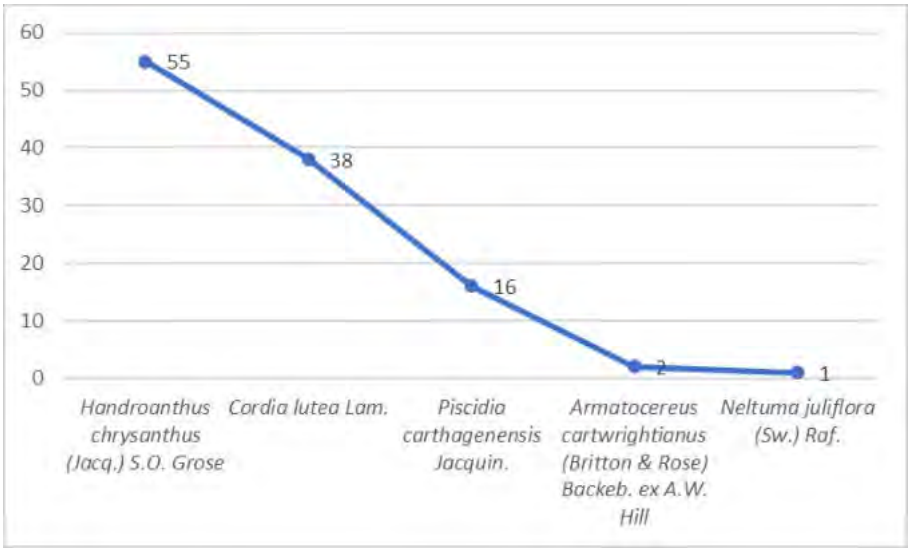


Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Curva de acumulación de especies.

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose., con 55 individuos, seguida de *Cordia lutea* Lam., 38 individuos y *Piscidia carthagenensis* Jacquin., con 16 individuos.

Figura 9-20. Curva de acumulación de especies Parcela 5.



Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 5 especies registradas, las especies que pueden ser consideradas muy importante y principal componente de este ecosistema el *Cordia lutea* Lam., que presenta un IVI de 87,61; seguida de *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose., con un IVI de 78,13.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión. Se obtuvo un valor de 1,108 que se interpreta como diversidad baja. 5.03 (2026)

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 0,5717, que se interpreta como una dominancia moderada.

Índice de Chao 1

En esta parcela se registró 5 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar las mismas 5 especies.

Tabla 9-13. IVI Parcela 5.

RESUMEN DE MADERA DE LA PARCELA 5										
Especie	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)	D	DnR	MnR	IVI
Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea Lam.*	38	**2,70**	**6,96**	**13,60**	0,0076	33,93	53,68	87,61
Cardo	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	2	0,04	0,09	0,27	0,0004	1,79	0,80	2,58
Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	0,7	2,26	4,95	0,0032	14,29	13,92	28,20
Algarrobo	Fabaceae	*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf.	1	0,13	0,26	0,79	0,0002	0,89	2,58	3,48
Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	55	1,46	3,96	8,83	0,011	49,11	29,03	78,13
Total			**112,00**	**5,03**	**13,53**	**28,44**	**0,0224**	**100,00**	**100,00**	**200,00**

Elaborado por: Equipo consultor 2026.

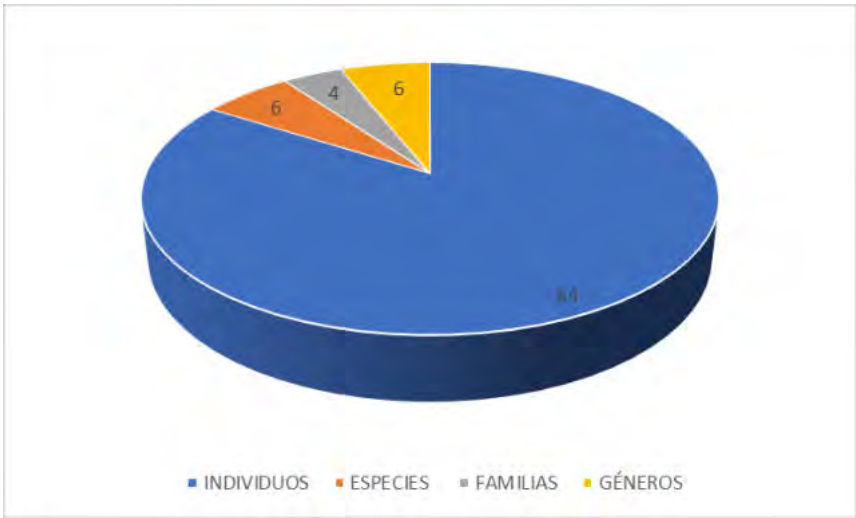
9.4.9.6. Parcela 6.

Resultados de la Parcela 6.

Riqueza y abundancia

En la Parcela 6 se registró un total de 84 individuos, pertenecientes a 6 especies, 6 géneros y 5 familias, como se observa en la siguiente ilustración.

Figura 9-21. Riqueza y abundancia Parcela 6

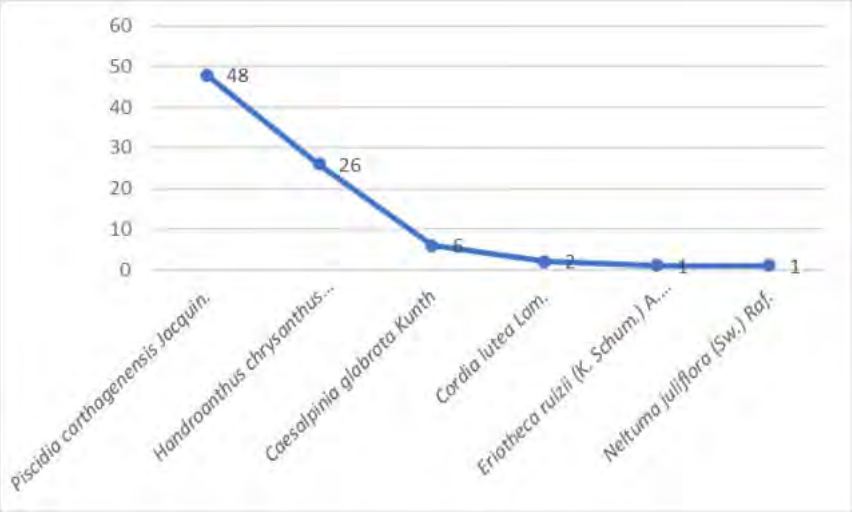


Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Curva de acumulación de especies.

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Piscidia carthagenensis* Jacquin., con 48 individuos, seguida de *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose., con 26 individuos.

Figura 9-22. Curva de acumulación de especies Parcela 6.



Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las ocho especies registradas, las especies que puede ser considerada muy importante y principal componente de este ecosistema el *Piscidia carthagenensis* Jacquin., que presenta un IVI de 109,88; seguida de *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose*.,* con un IVI de 53,61.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 1,066 que se interpreta como diversidad baja.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 0,5717; que se interpreta como una dominancia moderada.

Índice de Chao 1

En esta parcela se registró 6 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar las misma 7 especies, lo que sugiere que la parcela podría albergar una especie más de las observadas.

Tabla 9-14. IVI Parcela 6.

RESUMEN DE MADERA DE LA PARCELA 6										
Especie	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)	D	DnR	MnR	IVI
Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea Lam.*	2	0,05	0,03	0,17	0,0004	2,38	1,95	4,33
Charán	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	6	0,28	0,64	1,1	0,0012	7,14	10,94	18,08
Pasallo	Malvaceae	*Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns.	1	0,28	3,17	3,96	0,0002	1,19	10,94	12,13
Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	48	1,35	3,68	8,65	0,0096	57,14	52,73	109,88
Algarrobo	Fabaceae	*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf.	1	0,02	0,06	0,13	0,0002	1,19	0,78	1,97
Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	26	0,58	1,62	3,53	0,0052	30,95	22,66	53,61
Total			**84,00**	**2,56**	**9,20**	**17,54**	**0,0168**	**100,00**	**100,00**	**200,00**

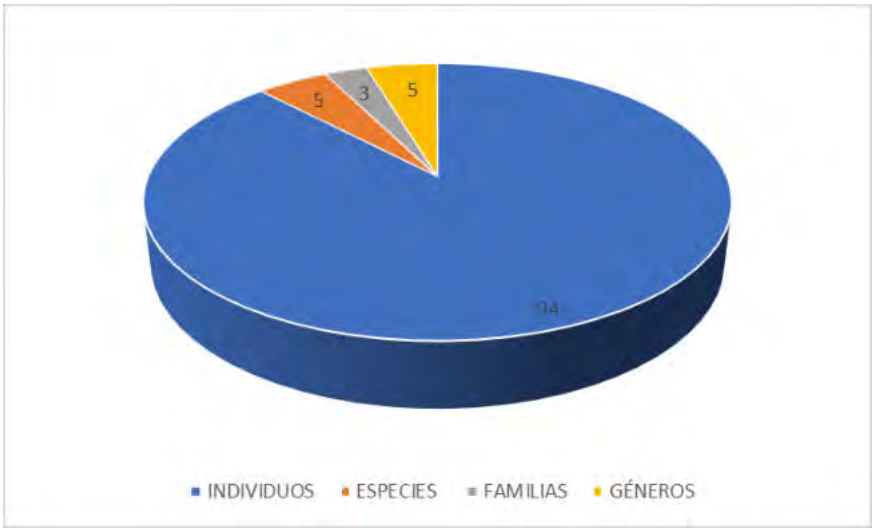
Elaborado por: Equipo consultor 2026.

9.4.9.7. Parcela 7.

Riqueza y abundancia

En la Parcela 7 se registró un total de 94 individuos, pertenecientes a 5 especies, 5 géneros y 3 familias, como se observa en la siguiente ilustración.

Figura 9-23. Riqueza y abundancia Parcela 7

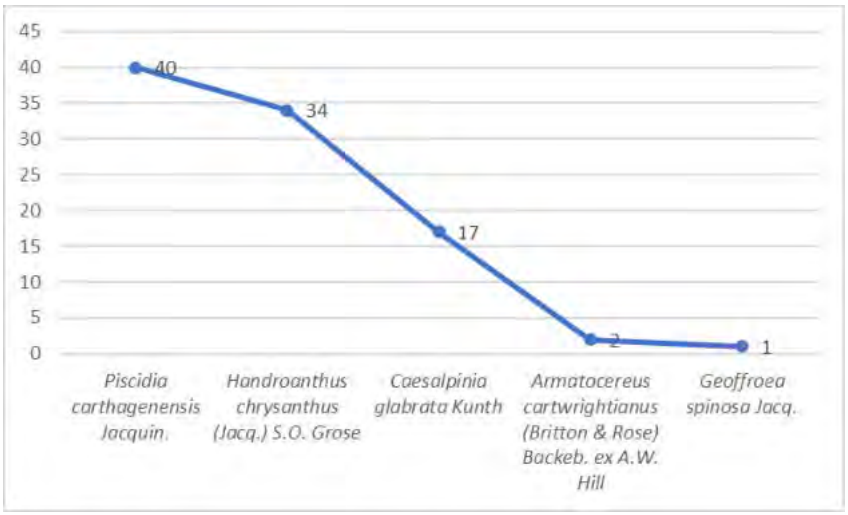


Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Curva de acumulación de especies.

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Piscidia carthagenensis* Jacquin., con 40 individuos, seguida de *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose., con 34 individuos.

Figura 9-24. Curva de acumulación de especies Parcela 7.



Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las ocho especies registradas, las especies que puede ser considerada muy importante y principal componente de este ecosistema el *Piscidia carthagenensis* Jacquin, que presenta un IVI de 76,12; seguida de *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose., con un IVI de 59,38.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versió 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 1,171 que se interpreta como diversidad baja.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 0,6548; que se interpreta como una dominancia moderada.

Índice de Chao 1

En esta parcela se registró 5 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar las mismas 5 especies.

Tabla 9-15. IVI Parcela 7.

RESUMEN DE MADERA DE LA PARCELA 7										
Especie	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)	D	DnR	MnR	IVI
Charán	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	17	1,12	2,48	4,81	0,0034	18,09	40,00	58,09
Almendro	Fabaceae	Geoffroea spinosa Jacq.	1	0,03	0,11	0,18	0,0002	1,06	1,07	2,14
Cardo	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	2	0,06	0,09	0,14	0,0004	2,13	2,14	4,27
Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	0,94	2,09	4,92	0,008	42,55	33,57	76,12
Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	34	0,65	1,43	3,54	0,0068	36,17	23,21	59,38
Total			**94,00**	**2,80**	**6,20**	**13,59**	**0,0188**	**100,00**	**100,00**	**200,00**

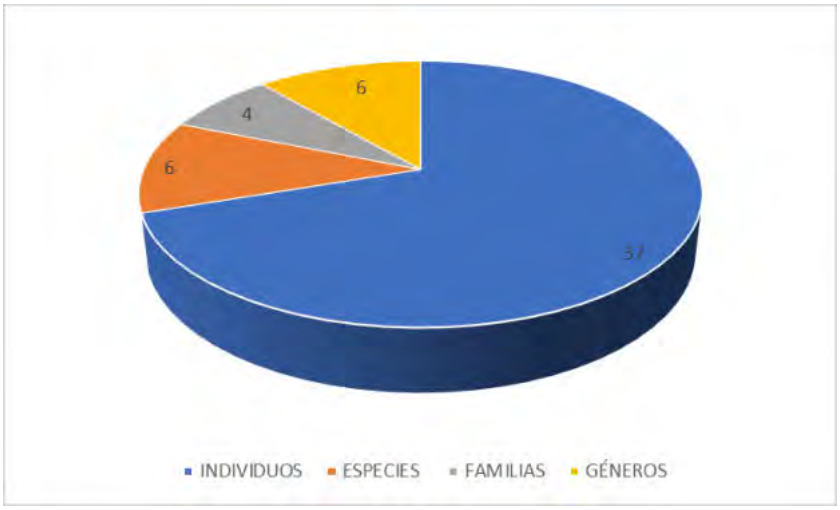
Elaborado por: Equipo consultor 2026.

9.4.9.8. Parcela 8.

Riqueza y abundancia

En la Parcela 8 se registró un total de 37 individuos, pertenecientes a 6 especies, 6 géneros y 4 familias, como se observa en la siguiente ilustración.

Figura 9-25. Riqueza y abundancia Parcela 8

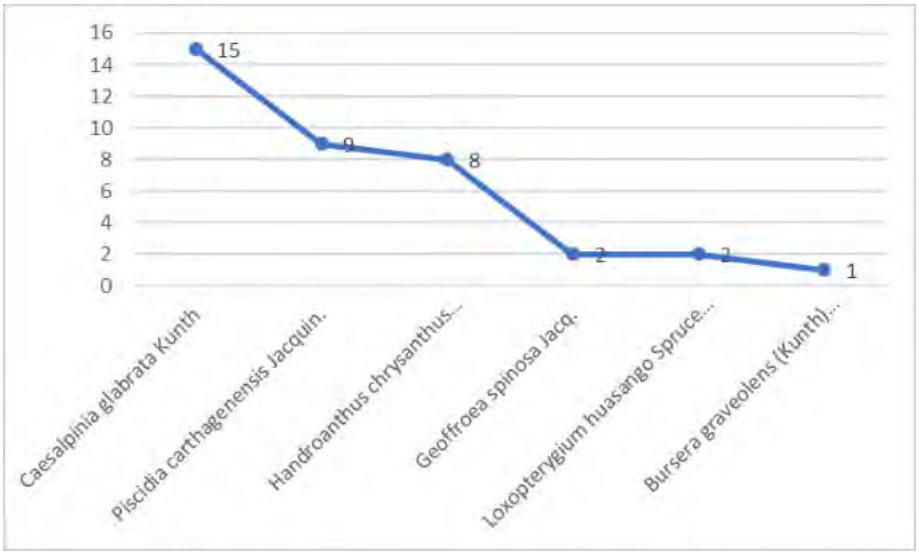


Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Curva de acumulación de especies.

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Caesalpinia glabrata* Kunth., con 15 individuos, seguida de *Piscidia carthagenensis* Jacquin., con 9 individuos.

Figura 9-26. Curva de acumulación de especies Parcela 8.



Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las seis especies registradas, las especies que pueden ser considerada muy importante y principal componente de este ecosistema el *Caesalpinia glabrata* Kunth., que presenta un IVI de 76,51; seguida de *Piscidia carthagenensis* Jacquin., con un IVI de 43,53.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 1,454 que se interpreta como diversidad baja.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 0,72; que se interpreta como una dominancia moderada.

Índice de Chao 1

En esta parcela se registró 6 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar las mismas 6 especies.

Tabla 9-16. IVI Parcela 8.

RESUMEN DE MADERA DE LA PARCELA 8										
Especie	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)	D	DnR	MnR	IVI
Palo Santo	Burseraceae	*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.	1	0,06	0,27	0,54	0,0002	2,70	3,74	6,44
Charán	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	15	0,62	0,90	2,25	0,003	40,54	35,97	76,51
Almendro	Fabaceae	Geoffroea spinosa Jacq.	2	0,19	0,20	0,68	0,0004	5,41	11,23	16,64
Hualtaco	Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.	2	0,15	0,32	1,13	0,0004	5,41	8,95	14,36
Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	9	0,33	0,53	1,57	0,0018	24,32	19,21	43,53
Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	8	0,36	0,59	1,38	0,0016	21,62	20,89	42,52
Total			**37,00**	**1,73**	**2,82**	**7,56**	**0,0074**	**100,00**	**100,00**	**200,00**

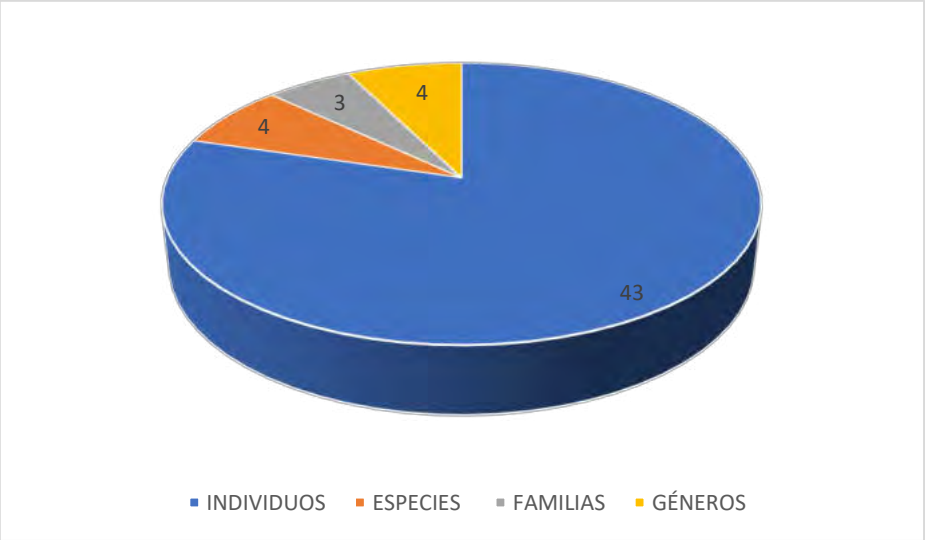
Elaborado por: Equipo consultor 2026.

9.4.9.9. Parcela 9.

Riqueza y abundancia

En la Parcela 9 se registró un total de 43 individuos, pertenecientes a 4 especies, 4 géneros y 4 familias, como se observa en la siguiente ilustración.

Figura 9-27. Riqueza y abundancia Parcela 9

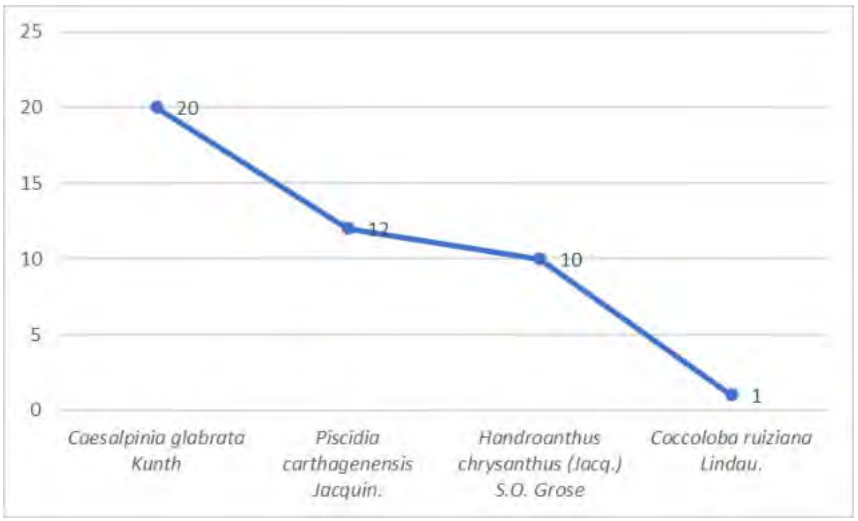


Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Curva de acumulación de especies.

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Caesalpinia glabrata* Kunth con 20 individuos., y *Piscidia carthagenensis* Jacquin., con 12 individuos.

Figura 9-28. Curva de acumulación de especies Parcela 9.



Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las cuatro especies registradas, las especies que puede ser considerada muy importante y principal componente de este ecosistema el *Caesalpinia glabrata* Kunth., que presenta un IVI de 111,21, seguida de *Piscidia carthagenensis* Jacquin., con un IVI de 45,94.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 1,139 que se interpreta como diversidad baja.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 5.03 (2026). Se obtuvo un valor de 0,78; que se interpreta como una dominancia baja.

Índice de Chao 1

En esta parcela se registró 4 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar las misma 4 especies.

Tabla 9-17. IVI Parcela 9

RESUMEN DE MADERA DE LA PARCELA 9										
Especie	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)	D	DnR	MnR	IVI
Charán	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	1,17	2,72	5,52	0,0040	46,51	64,70	111,21
Añalque	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	1	0,01	0,02	0,03	0,0002	2,33	0,40	2,72
Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	0,31	0,19	0,49	0,0024	27,91	17,22	45,13
Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	10	0,32	0,51	1,23	0,0020	23,26	17,68	40,94
Total			**43,00**	**1,81**	**3,43**	**7,27**	**0,0086**	**100,00**	**100,00**	**200,00**

Elaborado por: Equipo consultor 2026.

.

9.5. Metodología para valorar económicamente los bienes y servicios ecosistémicos

9.5.1. Introducción.

La metodología tiene por finalidad calcular el aporte económico que genera la pérdida de la vegetación nativa presente en un área específica, esta metodología está establecida en el Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 134 del 25 de septiembre del 2012; la misma se debe aplicar cuando la actividad de un proyecto u obra se enmarque en SECTORES ESTRATÉGICOS y para cuya implementación se requiere remover cobertura vegetal nativa. (Para dicho cálculo se deberá considerar los datos obtenidos en el Inventario Forestal).

Por otro lado, se deberá establecer el valor económico a cancelar por la pérdida de los bienes y servicios ecosistémicos presentes en el área de intervención conforme a los siguientes lineamientos:

9.5.2. Metodología para valorar económicamente los bienes y servicios ecosistémicos de los bosques y vegetación nativa en los casos a ser removida

La presente metodología se aplicará para calcular el aporte económico de los bosques en los casos que por actividades extractivas o de cambio de uso de suelo, se proceda al desbrozo de cobertura vegetal. Para calcular este aporte económico se ha tomado como base la metodología desarrollada por el Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS) sobre la evaluación de bienes y servicios ambientales como aportes del patrimonio natural al desarrollo económico y social. Para esta metodología se requiere:

- Identificar los principales bienes y servicios que de manera directa e indirecta contribuyen en la generación de aportes económicos,
- Obtener un precio de mercado para cada uno de esos bienes y servicios identificados, y;
- Cuantificar dichos bienes y servicios en la actividad económica en que están participando.

Este esfuerzo pretende demostrar la importancia de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, mediante el cálculo de los aportes actuales y potenciales de las diversas formas en que se utiliza la biodiversidad, sus bienes y servicios ecosistémicos.

Para determinar el aporte económico derivado de los productos seleccionados del patrimonio natural, son varias las dificultades que hay que resolver. Entre ellas:

- La disponibilidad de información cuantitativa que muestre los niveles de aprovechamiento de esos bienes y servicios (en unidades físicas).
- La identificación de los distintos sectores en donde se utiliza esos bienes y servicios.
- La carencia de un precio asignable a muchos (casi todos) de esos bienes y servicios que permita calcular el aporte económico.
- El débil reconocimiento de la importancia económica de muchos bienes y servicios ambientales, lo que limita la generación de la información necesaria para la cuantificación de los aportes.
- El abordaje de estas dificultades es un requisito previo para realizar un estudio más completo sobre la importancia económica del patrimonio natural. Mientras tanto, ante la ausencia de información amplia, confiable y sistemática, es necesario desarrollar

metodologías indirectas de la estimación de esos aportes para mostrar la importancia económica del patrimonio natural.

De acuerdo a autores como Pearce (2001) el camino para la valoración de los bosques es identificar los beneficios ecosistémicos que los bosques naturales generan para la población relacionada, de manera de que estos beneficios se valoren bajo distintos métodos.

Los beneficios que se generan de los bosques pueden identificarse considerando los riesgos o problemas que están asociados a su pérdida. Pearce (2001) identifica al menos los siguientes: pérdida de productos forestales no maderables, mayor riesgo para la salud humana, aceleramiento del cambio climático, deterioro de las cuencas hidrográficas, mayor eutrofización de las aguas interiores y costeras, pérdida de la calidad del agua, pérdida de la biodiversidad y pérdida de belleza escénica.

En la presente metodología el camino utilizado en la estimación de los aportes económicos de los bosques y vegetación nativa a la economía se ha definido a partir de ecuaciones que se constituyen en una propuesta metodológica para la estimación de dichos aportes. Entre los bienes que brindan los bosques y vegetación nativa encontramos: agua como insumo de la producción, productos maderables y no maderables, artesanías, productos medicinales silvestres, y plantas ornamentales, productos minerales, proteínas, nutrientes del suelo.

Entre los servicios se consideró la regulación de gases (secuestro de carbono), belleza escénica.

9.5.2.1. Valoración de los servicios ambientales

Regulación de gases con efecto invernadero (Secuestro de Carbono)

Existen algunos requerimientos básicos para realizar la estimación de los aportes por el servicio de mitigación por la emisión de gases por efecto invernadero. Por un lado, se debe conocer la cantidad de C almacenado ton/ha y las tasas de fijación (ton/ha/año) que pueden fijar los distintos tipos de bosques en la zona de estudio. También es necesario conocer el precio ($/ton) que se puede cobrar por la remoción de CO_2 de la atmósfera mediante la fijación de carbono el servicio de fijación de gases con efecto invernadero. En este caso se aplicará los valores en el mercado voluntario de carbono o carbono neutro.

Adicional se necesita saber el total de hectáreas que se someterán a la prestación del servicio de fijación de gases. Estableciendo una relación entre los componentes anteriores, la estimación de los aportes por la regulación de gases efecto invernadero se obtiene aplicando la ecuación que se presenta más adelante.

Este servicio ambiental está relacionado con el secuestro o captura de carbono que efectúan los ecosistemas. Esta captura se realiza en la vegetación (bosques), materia orgánica en descomposición o en los suelos. Esta información es muy importante en la actualidad debido a que el conocimiento sobre la cantidad de carbono capturada por los bosques, puede servir como una herramienta para la formulación de estrategias que busquen la reducción del consumo de combustibles fósiles y sus emisiones al ambiente Schlegel et al. 2000). El mejoramiento en el manejo de bosques y la preservación de bosques nativos puede llevar al almacenamiento de

grandes cantidades de CO2, una estrategia fundamental en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero la regulación del clima (Schlegel et al. 2001).

El valor económico del carbono capturado se lo fija en términos monetarios por créditos o bonos de carbono. Cada bono de carbono equivale a una tonelada métrica de dióxido de carbono (ProChile 2012; Samayoa 2011; Cordero et al. 2008), los cuales pueden ser comercializados en los mercados de carbono. Los precios de los bonos de carbono están influidos por variables como el crecimiento de la economía, los precios de energía, el volumen total de certificados de emisiones, decisiones políticas, etc. No existe un precio de compra y un precio de venta, solamente un precio de mercado, con una variabilidad constante, que estipula la oferta y la demanda del mismo (SENDECO2 2014; ProChile 2012).

El mercado de carbono consiste en el desarrollo de actividades que reduzcan o absorban GEI (gases de efecto invernadero) con el propósito de mitigar el cambio climático Samayoa 2011). Según la plataforma sobre Financiamiento Climático para Latinoamérica y El Caribe, el mercado más importante a nivel mundial, en donde se transan permisos de emisión (EUAs) y que determina en gran medida la demanda y los precios del resto de mercados, es el europeo EU ETS - European Union Emission Trading Scheme (Finanzas Carbono 2014; ProChile 2012).

Estimación y valoración económica

Variables:

- Costo por tonelada de carbono fijado
- Cantidad de carbono fijado anualmente
- Superficie de bosque identificada para la fijación de carbono

Ecuación de cálculo:

$$Y_c = \sum_{i=I}^{n} P_c Q_i^c N_i^c$$

Donde:

Yc = Ingresos por la fijación de carbono ($/año)
Pc = Precio por cada tonelada de carbono fijado
Qic = Cantidad de carbono fijado (ton/ha/año)
Ni c = Número de hectáreas reconocidas para fijación de carbono
i = Tipo de bosque considerado para el servicio de fijación de gases con efecto invernadero

9.5.3. Resultados

Para el presente estudio se considera 401,311. Hectáreas de terreno que corresponde al 100% del predio que será utilizado para la implementación del proyecto fotovoltaico La Ceiba, pero como se evidencio anteriormente no toda la superficie cuenta con cobertura vegetal nativa o no se encuentra cubierto de bosque, por tanto, el valor a utilizarse para los cálculos es de 217,57 ha que de acuerdo al MAE 2022 Cobertura Vegetal y Uso del suelo.

Tabla 9-18. Matriz de viabilidad para efectuar la valoración económica del área de implementación del proyecto

CARACTERÍSTICAS	DETALLE	UNIDAD	CONVERSIÓN	UNIDAD
Área total a desbrozar:	217,57	ha	21.757,00	m^2
Área analizada (inventariada/censada):	4,5	ha	45.000,00	m^2
Área basal calculada en el área analizada:	31,71	m^2		
Densidad de bosque:	12,5	$m^{2/}$ha		
Densidad de bosque:	Bosque secundario			
Densidad de bosque:	SI			

Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Para realizar la estimación de los aportes por el servicio de la regulación de la emisión de gases de efecto invernadero, se debe conocer la cantidad de Carbono almacenado ton/ha y las tasas de fijación (ton/ha/año). En referencia del mapa de carbono cuyos datos fluctúan entre los valores 150 - 200 y 200 - 250 Ton C/ha, por lo tanto, el valor tomado para la valoración de la Fijación y Almacenamiento de Carbono es de **150 TonC/ha**, considerando que el bosque existente en el sitio donde se realizarán las actividades de explotación ya presentan un grado de alteración antropogénica, de acuerdo a los datos proporcionados en el mapa de Carbono Almacenado en los Bosques de Ecuador Continental (Evaluación Nacional Forestal MAE, 2014).

Se utilizó como valor económico del carbono, el valor de $ 2,37 USD de esta manera el cálculo es el siguiente:

Yc = Pc ($ 2,37) x QtC (150 TonC/Año) x Superficie de desbroce (217,57)

Yc = $ 77.346,14 USD.

9.5.3.1. Belleza escénica como servicio ambiental de los bosques

El servicio ambiental de belleza escénica no es cuantificable; por lo tanto, no es posible monitorear un volumen o cantidad específica del servicio. Ante la imposibilidad de ofrecer o mercadear una cantidad física de este servicio, no es posible tener un precio de mercado específico. Sin embargo, para estimar los aportes es necesario contar con un valor monetario específico que cada turista deberá pagar.

Existen preliminarmente dos maneras de determinar este valor. Por un lado, mediante la disposición de pago que el turista tiene que pagar por el disfrute de la belleza escénica que posea un determinado ecosistema. La disposición de pago variará de acuerdo con la diversidad de ecosistema y las características propias que posee cada uno en términos de belleza escénica.

Otra manera de acercar el valor monetario que cada turista debe pagar es por medio del costo que representa para el ente administrativo mantener la calidad del servicio de belleza escénica que brinda el ecosistema. Este es un costo administrativo y no necesariamente incluye el valor del servicio ambiental en sí.

Una vez que se cuenta con un valor monetario (precio) para el disfrute de la belleza escénica de un ecosistema determinado, es necesario cuantificar el número de turistas que disfrutan de ese servicio. Los turistas pueden ser nacionales o extranjeros. Esta separación es importante debido a que el turista nacional contribuye de manera indirecta (mediante el pago de impuestos) para la conservación de los ecosistemas; mientras que el turista extranjero toma como algo ya establecido la belleza escénica de los ecosistemas, por lo cual no asume costos indirectos adicionales para conservarla y protegerla. Hecha esta separación entre el turista nacional y el extranjero, la estimación de los aportes derivados del servicio ambiental de belleza escénica de los ecosistemas está dada por la ecuación:

$$Y_{be} = P_{be}^{E} Q_{be}^{E} + P_{be}^{N} Q_{be}^{N} \quad Y_{be} = P_{be}^{E} Q_{be}^{E} + P_{be}^{N} Q_{be}^{N} \qquad \text{(ec.6.2)}$$

Y_{be} : aporte por belleza escénica en turismo ($/año)

P_{be}^{E} : Valor monetario pagado por turistas extranjeros para el disfrute de belleza escénica ($/persona/año)

P_{be}^{N} : Valor monetario pagado por turistas nacionales para el disfrute de belleza escénica ($/persona/año)

Q_{be}^{E} : Cantidad de turistas extranjeros (persona/año)

Q_{be}^{N} : Cantidad de turistas nacionales (persona/año)

Si bien el área en donde se construirá el proyecto fotovoltaico La Ceiba presenta una belleza escénica importante por los bosques, ríos y la biodiversidad contenida en estos, no se contempla un valor económico por este servicio ambiental debido a que de acuerdo a las políticas nacionales del Ministerio del Ambiente se declara la gratuidad para el ingreso a las áreas protegidas del Ecuador excepto las Islas Galápagos.

Esta iniciativa está vigente desde el 17 de enero de 2012, una vez que se firmó el Acuerdo Ministerial 006.

Por otro lado, en donde se construirá el proyecto fotovoltaico La Ceiba no cuentan con infraestructura ni servicios que permitan a los visitantes el disfrute de la belleza escénica que posee.

9.5.3.2. Valoración de los bienes ambientales

Los bienes que se analizan a continuación tienen la característica fundamental de que son tangibles y susceptibles de cuantificar. También es posible obtener un precio para cada uno, lo que permite una estimación de los aportes generados por el aprovechamiento de cada uno de ellos.

Agua

El agua es un bien que consumen las distintas actividades económicas para su respectivo proceso productivo. Estas actividades tienen un consumo medido en (m^3/año), por el cual deberían pagar un precio para ($/$m^3$). Como el agua es un bien que puede ser utilizado en distintas actividades y el comprador puede aplicarlo para diferentes fines, el precio del agua no debe hacer diferencias entre sectores económicos.

Para fines de esta metodología se considerarán dentro del análisis las actividades vinculadas con las áreas de desbroce de cobertura vegetal.

La estimación de los aportes por el aprovechamiento del agua como insumo está dada por la ecuación.

$$Y_a = \sum_{i=1}^{n} P_a Q_i^a \qquad \text{(ec.6.3)}$$

Y_a : aportes por el aprovechamiento del agua como insumo ($/año)

P_a : Precio del agua como insumo de la producción ($/$m^3$)

Q_i^a : Demanda de agua en el sector *i* (m^3/año)

En el caso del sector doméstico, aunque no usa el agua para actividades productivas, su consumo implica el pago respectivo. Por lo tanto, el sector doméstico también está considerado en la ecuación anterior.

Cuando el desbroce involucre afectación a fuentes hídricas que constituyen regadíos de cultivos, el análisis incluirá la demanda de agua por tipo de cultivo por año.

Para este Inventario Forestal no se considera un valor económico por el uso del agua puesto que al tratarse de una actividad económica que no requiere del uso de agua para su ejecución no se calcula un valor monetario por este concepto.

Productos maderables y no maderables del bosque

Las especies maderables y no maderables en los ecosistemas, que son de interés económico, tienen diferentes precios en el mercado. Para estimar los aportes por el aprovechamiento de las especies maderables y no maderables de procedencia silvestre, es necesario conocer el volumen de madera extraída con valor comercial proveniente de la región, las especies que serán aprovechadas y su valor comercial. La estimación de los aportes se obtiene con la aplicación de la siguiente ecuación:

Estimación y valoración económica

Variables:

- Cantidad de producto que se utiliza o comercializa anualmente.
- Costo promedio de los productos.

Ecuación de cálculo:

$$Y_m = \sum_{i=1}^{n} P_i^m Q_i^m$$

Donde:

Ym = Ingresos por el aprovechamiento de productos maderables ($/año)

Pim = Precio del bien i ($/unidad)

Qim = Demanda del bien i (unidad/año)

Resultados

Para el cálculo de valor de los productos maderables se considera el volumen comercial y se obtendría el ingreso anual por productos maderables y no maderables del bosque ($/año):

Tabla 9-19. Ingresos por remisión de productos forestales

m³ de madera	valor de c/m3	valor total
10.165,840	3,00	30.497.51

Elaborado por: Equipo consultor 2026.

Ym = US$ 30.497,51 por el área total a ser desbrozada.

Productos medicinales derivados de la biodiversidad

Algunas plantas silvestres son utilizadas como productos medicinales para el tratamiento de ciertas enfermedades. Normalmente es posible cuantificar el volumen utilizado en kilogramos para estos productos, Además se asume que existe un precio en el mercado que el consumidor está dispuesto a pagar. Por lo tanto, la ecuación para estimar los aportes derivados de plantas medicinales de origen silvestre es:

$$Y_{ms} = \sum_{i=1}^{n} P_i^{ms} Q_i^{ms} \qquad (ec.6.5)$$

Y_{ms} : aportes por el aprovechamiento de bienes medicinales silvestres ($/año)

P_i^{ms} : Precio del bien medicinal silvestre *i*

Q_i^{ms} : Cantidad explotado del bien medicinal *i*

Durante el trabajo de campo no se registró ninguna especie que tenga algún uso medicinal por lo tanto no se contempla un valor económico por este concepto, aun así, si hubiese especies medicinales estas ya fueron valoradas en los productos maderables y no maderables.

Plantas ornamentales

Como sucede con las plantas medicinales, existe una explotación/extracción de plantas ornamentales con fines comerciales. Actualmente se ha desarrollado una actividad económica basada en la producción artificial de plantas ornamentales lo que ha disminuido la presión por la extracción de plantas silvestres.

La cuantificación de las plantas silvestres comerciadas se realiza por unidad de planta extraída. Estas plantas tienen un precio en el mercado mediante la siguiente ecuación se puede estimar los aportes provenientes de esa actividad:

$$Y_{ar} = \sum_{i=1}^{n} p_i^{po} Q_i^{po} \qquad \textit{(ec.6.6)}$$

Y_{ar} : aportes por el aprovechamiento de plantas ornamentales de la biodiversidad ($/año)

p_i^{po} : Precio de las plantas ornamentales *i* ($/unidad)

Q_i^{po} : Cantidad vendida de las plantas ornamentales *i* (unidades/año)

Para el levantamiento del presente inventario forestal se consideró los árboles y arbustos de 10 o más cm de DAP por lo que no se encontró especies con uso ornamental por tanto no procede el cálculo de este recurso natural.

Artesanías

La contabilidad de las artesanías comerciales involucra una serie de dificultades propias de esa actividad. Normalmente, su comercialización es por precios, sin tener una unidad de medida establecida y única. Esto obliga a contabilizar el número de piezas que se demandan en el mercado y a conocer el precio de cada pieza. Si para algunos productos es factible contar con una unidad de medida diferente al de la pieza, como sucede en términos de volumen, la estimación requiere conocer el precio por unidad de volumen demandado. Es decir, en el caso de productos que se comercializan por pieza la estimación estaría dada por:

$$Y_{ar} = \sum_{i=1}^{n} P_i^{ar} Q_i^{ar} \qquad \text{(ec.6.7)}$$

Y_{ar} : aportes por la comercialización de artesanías de origen silvestre ($/año)

P_i^{ar} : Precio de la pieza i ($/pieza)

Q_i^{ar} : Demanda de la pieza i (pieza/año)

En cambio, si hubiera una cuantificación por volumen, la estimación estaría dada por:

$$Y_{ar}^{*} = \sum_{i=1}^{n} \overline{P^{ar}} Q_i^{ar} \qquad \text{(ec.6.8)}$$

Donde:

Y_{ar}^{*} : aportes por la venta de artesanías de origen silvestre ($/año)

$\overline{P^{ar}}$: Precio de la artesanía i ($/unidad de volumen)

Q_i^{ar} : Demanda de la artesanía i (unidad de medida/año)

No se estableció un precio por este servicio ecosistémico ya que, de acuerdo al trabajo desarrollado en campo, la población que vive cerca del sitio de intervención del proyecto no utiliza los recursos del bosque para fabricar artesanías de ninguna clase.

9.5.3.3. Aportes totales por bienes y servicios ambientales de la biodiversidad

Para obtener una estimación total de los aportes por biodiversidad, es necesario hacer una agregación de los aportes obtenidos por el aprovechamiento individual de los distintos bienes y servicios considerados. En términos algebraicos, la estimación está dada por:

$$Y_{Tb} = \sum_{K=1}^{n} Y_K$$

Donde:
YTb = Aportes totales de la biodiversidad ($/año)
YK = Aportes de cada componente de la biodiversidad ($/año)

Resultados

Los valores obtenidos para Servicios y Bienes, provienen del total calculado de los aportes extraídos por la utilización individual de los diferentes bienes y servicios considerados en el presente estudio. Una vez obtenidas las variables necesarias se procedió a determinar el costo total de los servicios y bienes ambientales, resultando en un valor de:

Regulación de gases de efecto invernadero	Belleza escénica	Agua	Productos Maderables y no maderables	Productos Medicinales	Plantas Ornamentales	Artesanías	valor total USD
77.346,14	0.00	0.00	30.497,51	0.00	0.00	0.00	**107.843,65**

9.6. Discusión

El inventario forestal evidenció que el área de implantación del proyecto corresponde a un bosque seco secundario con un grado importante de intervención antrópica, condición que se refleja en la composición florística, la estructura del bosque y los índices de diversidad registrados. Aunque el área mantiene remanentes de vegetación nativa, estos se encuentran fragmentados y asociados principalmente a quebradas, zonas con mayor pendiente y sectores menos accesibles, mientras que las áreas planas presentan una fuerte transformación por actividades ganaderas y agrícolas.

La comunidad vegetal registrada estuvo conformada por 758 individuos pertenecientes a 16 especies, lo que representa una riqueza relativamente baja, característica de los bosques secos tumbesinos sometidos a procesos históricos de perturbación. La dominancia de pocas especies, principalmente *Handroanthus chrysanthus*, *Piscidia carthagenensis*, *Caesalpinia glabrata* y *Cordia lutea*, indica una comunidad con estructura simplificada, donde estas especies concentran gran parte de la abundancia, el área basal y el Índice de Valor de Importancia (IVI).

El índice de diversidad de Shannon (H' = 1,706) confirma una diversidad media, mientras que el índice de Simpson (1-D = 0,77) evidencia una dominancia relativamente baja. Estos resultados son consistentes con estudios realizados en bosques secos del suroccidente del Ecuador, donde la marcada estacionalidad climática y la presión antrópica favorecen comunidades con pocas especies dominantes y una composición florística relativamente homogénea.

Desde el punto de vista estructural, la mayor concentración de individuos en las clases diamétricas entre 10 y 20 cm de DAP refleja un bosque en proceso de regeneración secundaria, con predominio de individuos jóvenes y escasa representación de árboles de gran diámetro. Este patrón es típico de ecosistemas sometidos a aprovechamiento selectivo y cambio de uso del suelo, donde la regeneración ocurre de manera continua, pero la presencia de árboles maduros es limitada.

Respecto al potencial forestal, el área basal total (31,71 m^2) y el volumen total estimado (210,26 m^3 en las parcelas) muestran que aún existe una cantidad importante de biomasa arbórea en los remanentes boscosos. Sin embargo, el recurso forestal se encuentra distribuido de forma heterogénea, debido al alto grado de fragmentación existente dentro del área del proyecto.

Finalmente, la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos demuestra que, aun tratándose de un bosque secundario intervenido, este mantiene funciones ambientales relevantes, especialmente relacionadas con el almacenamiento de carbono y la provisión de recursos forestales. Esto resalta la importancia de implementar medidas de manejo, restauración y compensación ambiental durante el desarrollo del proyecto.

9.7. Conclusiones

- El área destinada a la construcción del proyecto fotovoltaico La Ceiba corresponde a un paisaje altamente intervenido, donde aún se conservan remanentes de bosque seco secundario asociados principalmente a zonas con pendientes, márgenes de cuerpos de agua y sectores cercanos al río Chira.
- La composición florística del área de estudio es representativa del bosque seco del suroccidente del Ecuador, con predominio de especies características de este ecosistema. La familia Fabaceae constituye el grupo taxonómico mejor representado y

especies como *Handroanthus chrysanthus*, *Piscidia carthagenensis*, *Caesalpinia glabrata* y *Cordia lutea* conforman los principales componentes de la comunidad vegetal.

- El análisis del Índice de Valor de Importancia evidencia que *Piscidia carthagenensis* y *Handroanthus chrysanthus* desempeñan un papel fundamental en la estructura y funcionamiento del bosque, al constituir las especies ecológicamente más representativas del área evaluada.
- La estructura del bosque muestra que las especies con mayor importancia ecológica también son las que realizan el mayor aporte a la biomasa y a la estructura arbórea, reflejando su relevancia para el mantenimiento de los procesos ecológicos propios del bosque seco.
- La composición florística y los índices de diversidad indican que el área presenta características propias de un bosque seco secundario con intervención antrópica, donde existe una diversidad moderada y una distribución relativamente homogénea de las especies, sin una dominancia extrema dentro de la comunidad vegetal.
- El área de implantación del proyecto no presenta superposición con áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, bosques protectores o Patrimonio Forestal del Estado; sin embargo, se desarrolla sobre un ecosistema de bosque seco considerado de importancia para la conservación por su fragilidad ecológica.
- El análisis comparativo de las parcelas evidencia variaciones espaciales en la riqueza, diversidad y composición de especies, lo que refleja la heterogeneidad del bosque y los diferentes niveles de intervención presentes dentro del área de estudio.
- En términos generales, el inventario forestal demuestra que el área conserva remanentes representativos de bosque seco secundario que mantienen funciones ecológicas relevantes y constituyen un componente importante de la biodiversidad local, por lo que su manejo deberá orientarse a minimizar los impactos derivados de la ejecución del proyecto y favorecer la conservación y recuperación de la cobertura vegetal nativa.

9.8. Recomendaciones

- Se recomienda mantener en lo posible los remanentes de bosque que se encuentran en los cursos de agua con el fin de tener corredores bióticos de fauna silvestre y semillas para reforestación de áreas degradadas adyacentes al proyecto, de no ser posible se debería mantener corredores biológicos aledaños al proyecto con el fin de permitir el intercambio genético entre las especies nativas sin que el proyecto se convierta en una barrera para las interacciones ecológicas.

- Implementar un programa de restauración ecológica utilizando especies nativas características del bosque seco tumbesino, priorizando Handroanthus chrysanthus, Piscidia carthagenensis, Loxopterygium huasango, Bursera graveolens y Ceiba trichistandra, de acuerdo con las condiciones ecológicas del sitio.

- Ejecutar un programa de rescate y reubicación de individuos de especies de interés para la conservación cuando sea técnicamente viable, especialmente aquellas incluidas en categorías de amenaza o con alto valor ecológico.

-

- Establecer un programa de monitoreo forestal durante las fases de construcción, operación y cierre del proyecto, con indicadores relacionados con supervivencia de la restauración, regeneración natural, cobertura vegetal y conectividad ecológica.

- Es urgente implementar medidas para prevenir incendios forestales y controlar el ingreso de ganado a las áreas restauradas, con el fin de favorecer la recuperación natural del bosque seco.

- Capacitar al personal del proyecto en identificación de especies de flora de importancia para la conservación y en procedimientos de manejo ambiental durante las actividades constructivas.

- Es importante indicar que como medida de compensación ambiental, promover la restauración de áreas degradadas cercanas al proyecto mediante programas de reforestación con especies nativas y acciones orientadas a incrementar la conectividad del paisaje y la recuperación de los servicios ecosistémicos del bosque seco.

- Durante el proceso de Participación Ciudadana se deberá socializar con los propietarios de los predios, comunidades del Área de Influencia Social Directa y demás actores involucrados los resultados del Inventario Forestal, incluyendo la superficie de cobertura vegetal a intervenir, las especies forestales identificadas, las actividades de aprovechamiento y desbroce, así como las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración previstas en el Plan de Manejo Ambiental, con el propósito de garantizar el acceso a la información, promover la participación informada y prevenir potenciales conflictos socioambientales.

- Durante la fase de construcción del proyecto se mantendrá un mecanismo permanente de coordinación y comunicación con la Junta de Regantes del Canal Zapotillo, con el fin de informar oportunamente sobre el desarrollo de las actividades constructivas, coordinar acciones en caso de identificarse proyectos de infraestructura de riego en el área de influencia y atender cualquier requerimiento relacionado con la planificación, implementación o funcionamiento de futuros proyectos hídricos, evitando potenciales interferencias o conflictos durante la ejecución del proyecto fotovoltaico.

9.9. Bibliografía

Cabrera, A. W. (1980). Biogeografía de América Latina. Washington, DC: secretaria general de la Organización de los Estados Americanos.

Álvarez, M. C., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., . . .Villarreal, H. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá: 2a edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Cerón C. (2003). Manual de botánica, sistemática, etnobotánica y métodos de estudio en el Ecuador. Herbario Alfredo Paredes métodos de estudio en el Ecuador. Herbario Alfredo Paredes (QAP, Escuela de Biología de la Universidad Central del (QAP, Escuela de Biología de la U. Particular.

Cerón, C. (2003). Manual de botánica: sistemática, etnobotánica y método de estudio en el Ecuador. Quito: Editorial Universitaria.

Chao, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statics.

CITES. (2021). Convenio sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre. Recuperado el 12 de 05 de 2019, de https://www.cites.org/esp.

Escalante. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. Elementos.

IUCN. (2021). The IUCN Red List of threatened species. Retrieved from https://www.iucnredlist.org/

Jaeger, R. G. (1994). Muestreo por Transectos. Editorial Universitaria de la Patagonia.

Jiménez A. (2000). Las Curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos.

Krebs, C. (1999). Ecological Methodology. 2nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 p.

Laurance et al. (2004). The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. Biological Dynamics of Forest Fragments Project, National Institute for Amazonian Research (INPA) and Smithsonian Tropical Research Institute, C.P. 478, Manaus, AM 69011-970. Brasil: Smithsonian Tropical Research Institute.

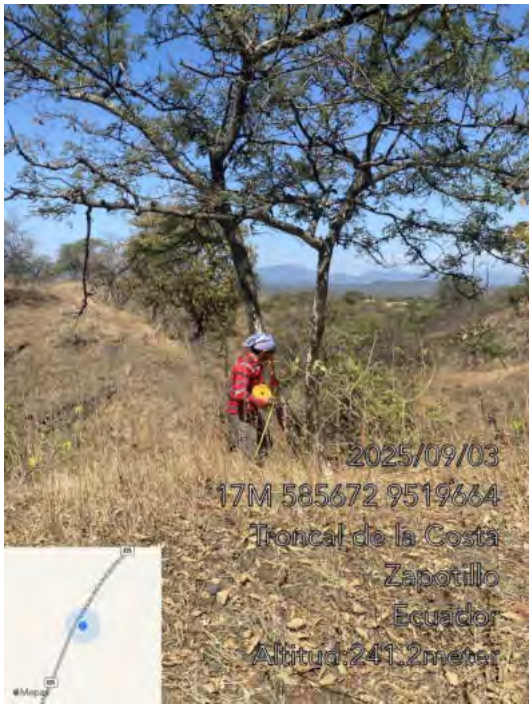
León-Yánez, V. S. (2011). Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador. Quito: Herbario QCA-Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

MAE. (2013). ECOSISTEMAS DEL ECUADOR. Quito: Ministerio del Ambiente.

Magurran, A. (1987). Ecological diversity and its measurement. Princenton University Press, 177.

9.10. Anexos

ANEXO 9-1. REGISTRO FOTOGRÁFICO.


2025/09/03
17M 585672 9519664
Troncal de la Costa
Zapotillo
Ecuador
Altitud 241.2metros

ANEXO 9-2. REGISTRO DE INDIVIDUOS

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
1	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	60	4	9	0,28	0,79	1,78
2	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	9	15	0,02	0,10	0,16
3	Cardo	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	17	6	12	0,02	0,10	0,19
4	Cardo	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	12	4	20	0,01	0,03	0,16
5	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	12	2	8	0,01	0,02	0,06
6	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea Lam.*	22	0,5	6	0,04	0,01	0,16
7	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	30	1,5	7	0,07	0,07	0,35
8	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	17	2	6	0,02	0,03	0,10
9	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	10	2	10	0,01	0,01	0,05
10	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	40	4	13	0,13	0,35	1,14
11	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	40	1,2	10	0,13	0,11	0,88
12	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	20	3	8	0,03	0,07	0,18
13	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	20	5	14	0,03	0,11	0,31
14	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	23	8	12	0,04	0,23	0,35
15	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	0,6	4	0,01	0,00	0,02
16	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	6	8	0,03	0,11	0,14
17	Cardo	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	18	1	4	0,03	0,02	0,07
18	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	6	15	0,05	0,21	0,52
19	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	20	6	9	0,03	0,13	0,20
20	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	3	12	0,03	0,07	0,26
21	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	11	2	10	0,01	0,01	0,07
22	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	2,5	8	0,07	0,12	0,40
23	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	0,6	4	0,01	0,00	0,02
24	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	22	1,7	10	0,04	0,05	0,27

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
25	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	2	8	0,03	0,04	0,18
26	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	1,2	9	0,01	0,01	0,07
27	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	30	1,5	6	0,07	0,07	0,30
28	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	30	3	14	0,07	0,15	0,69
29	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	70	8	2	0,38	2,16	0,54
30	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	70	2	8	0,38	0,54	2,16
31	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	28	2,5	9	0,06	0,11	0,39
32	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	14	1	4	0,02	0,01	0,04
33	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	14	1	6	0,02	0,01	0,06
34	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	1,5	6	0,03	0,03	0,11
35	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	28	4	10	0,06	0,17	0,43
36	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	22	4	10	0,04	0,11	0,27
37	Añalque	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	12	1	5	0,01	0,01	0,04
38	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	1	7	0,03	0,02	0,12
39	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	1	5	0,01	0,01	0,04
40	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	2	4	0,01	0,01	0,02
41	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	40	1	9	0,13	0,09	0,79
42	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	3	12	0,05	0,10	0,41
43	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	15	2	8	0,02	0,02	0,10
44	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	3	10	0,03	0,05	0,18
45	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	3	10	0,13	0,26	0,88
46	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	35	3	12	0,10	0,20	0,81
47	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	1	4	0,01	0,01	0,03
48	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	13	1	5	0,01	0,01	0,05
49	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	30	1,5	9	0,07	0,07	0,45

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
50	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	35	3	13	0,10	0,20	0,88
51	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	30	4	10	0,07	0,20	0,49
52	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	30	2	10	0,07	0,10	0,49
53	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	45	4	12	0,16	0,45	1,34
54	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	20	1,2	8	0,03	0,03	0,18
55	Hualtaco	Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.	10	6	15	0,01	0,03	0,08
56	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	30	2,5	9	0,07	0,12	0,45
57	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	60	4	13	0,28	0,79	2,57
58	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	0,6	4	0,01	0,00	0,02
59	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	14	1,5	4	0,02	0,02	0,04
60	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	20	4	12	0,03	0,09	0,26
61	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	6	15	0,13	0,53	1,32
62	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	18	2	10	0,03	0,04	0,18
63	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	30	4	12	0,07	0,20	0,59
64	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	22	5	11	0,04	0,13	0,29
65	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	30	6	12	0,07	0,30	0,59
66	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	20	4	10	0,03	0,09	0,22
67	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	6	13	0,13	0,53	1,14
68	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	22	5	12	0,04	0,13	0,32
69	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	14	1,5	7	0,02	0,02	0,08
70	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	27	5	15	0,06	0,20	0,60
71	Cardo	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	40	1,8	9	0,13	0,16	0,79
72	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	42	7	10	0,14	0,68	0,97
73	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	20	2	9	0,03	0,04	0,20
74	Cardo	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	22	1	9	0,04	0,03	0,24

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
75	Cardo	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	20	3	9	0,03	0,07	0,20
76	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	25	4	12	0,05	0,14	0,41
77	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	25	3	7	0,05	0,10	0,24
78	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	18	2	7	0,03	0,04	0,12
79	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	40	2	10	0,13	0,18	0,88
80	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	53	3	8	0,22	0,46	1,24
81	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	15	2	6	0,02	0,02	0,07
82	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	15	4	7	0,02	0,05	0,09
83	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	18	6	10	0,03	0,11	0,18
84	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	10	4	7	0,01	0,02	0,04
85	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	3	7	0,03	0,07	0,15
86	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	5	8	0,01	0,03	0,04
87	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	19	4	7	0,03	0,08	0,14
88	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	1,5	4	0,01	0,01	0,02
89	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	2	3	0,01	0,02	0,02
90	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	20	3	8	0,03	0,07	0,18
91	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	10	2	6	0,01	0,01	0,03
92	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	1,5	5	0,01	0,01	0,03
93	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	17	3	6	0,02	0,05	0,10
94	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	4	5	0,03	0,07	0,09
95	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	8	15	0,13	0,70	1,32
96	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	15	2,5	8	0,02	0,03	0,10
97	Añalque	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	10	1	7	0,01	0,01	0,04
98	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	22	6	15	0,04	0,16	0,40
99	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	35	7	15	0,10	0,47	1,01

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
100	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	2,5	7	0,03	0,05	0,15
101	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	25	3	8	0,05	0,10	0,27
102	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	6	12	0,02	0,10	0,19
103	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	7	12	0,03	0,12	0,21
104	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	7	13	0,05	0,24	0,45
105	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	5	13	0,05	0,17	0,45
106	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	5	16	0,07	0,25	0,79
107	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	10	1	6	0,01	0,01	0,03
108	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	35	10	15	0,10	0,67	1,01
109	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	12	2	8	0,01	0,02	0,06
110	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	4	9	0,03	0,07	0,16
111	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	11	6	8	0,01	0,04	0,05
112	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	20	7	9	0,03	0,15	0,20
113	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	6	9	0,03	0,11	0,16
114	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	11	0,5	2	0,01	0,00	0,01
115	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	11	2	6	0,01	0,01	0,04
116	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	22	5	11	0,04	0,13	0,29
117	Cardo	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	18	4	7	0,03	0,07	0,12
118	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	17	1	7	0,02	0,02	0,11
119	Cardo	Cactaceae	*Armatocereus cartwrightianus* (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	30	2	6	0,07	0,10	0,30
120	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	19	2	7	0,03	0,04	0,14
121	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	3	4	0,03	0,07	0,09
122	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	13	1	6	0,01	0,01	0,06
123	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	33	5	10	0,09	0,30	0,60
124	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	5	14	0,13	0,44	1,23

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
125	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	2	10	0,02	0,02	0,12
126	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	28	7	15	0,06	0,30	0,65
127	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	1	8	0,01	0,01	0,04
128	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	16	1,5	7	0,02	0,02	0,10
129	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	2	10	0,02	0,02	0,11
130	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	6	15	0,13	0,53	1,32
131	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	22	2,5	12	0,04	0,07	0,32
132	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	12	1,2	7	0,01	0,01	0,06
133	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	11	1	6	0,01	0,01	0,04
134	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	23	5	15	0,04	0,15	0,44
135	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	42	3	15	0,14	0,29	1,45
136	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	19	3	15	0,03	0,06	0,30
137	Palo Santo	Burseraceae	*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.	55	8	12	0,24	1,33	2,00
138	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	3	14	0,05	0,10	0,48
139	Chaquiro	Fabaceae	*Pithecellobium excelsum* (Kunth) Mart.	14	1,5	6	0,02	0,02	0,06
140	Añalque	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	12	1	5	0,01	0,01	0,04
141	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	42	2	8	0,14	0,19	0,78
142	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	1,5	6	0,01	0,01	0,05
143	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	1	5	0,03	0,02	0,11
144	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	3	10	0,13	0,26	0,88
145	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	3	12	0,13	0,26	1,06
146	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	12	1	6	0,01	0,01	0,05
147	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	12	1	6	0,01	0,01	0,05
148	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	37	3	10	0,11	0,23	0,75
149	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	15	0,6	5	0,02	0,01	0,06

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
150	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	30	1,2	7	0,07	0,06	0,35
151	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	23	2,5	10	0,04	0,07	0,29
152	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	25	3	12	0,05	0,10	0,41
153	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	4	13	0,13	0,35	1,14
154	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	23	3	12	0,04	0,09	0,35
155	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	13	1,5	7	0,01	0,01	0,07
156	Chaquiro	Fabaceae	*Pithecellobium excelsum* (Kunth) Mart.	10	1,7	6	0,01	0,01	0,03
157	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	10	2	5	0,01	0,01	0,03
158	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	40	4	12	0,13	0,35	1,06
159	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	22	7	15	0,04	0,19	0,40
160	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	23	2	8	0,04	0,06	0,23
161	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	4	12	0,03	0,07	0,21
162	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	18	1	8	0,03	0,02	0,14
163	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	30	1,5	8	0,07	0,07	0,40
164	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	1,2	7	0,03	0,03	0,15
165	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	10	1	7	0,01	0,01	0,04
166	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	22	1	6	0,04	0,03	0,16
167	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	2	8	0,03	0,04	0,18
168	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	12	1	6	0,01	0,01	0,05
169	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	7	15	0,07	0,35	0,74
170	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	19	4	10	0,03	0,08	0,20
171	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	5	12	0,05	0,17	0,41
172	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	6	14	0,07	0,30	0,69
173	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	12	1	6	0,01	0,01	0,05
174	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	23	4	10	0,04	0,12	0,29

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
175	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	22	5	9	0,04	0,13	0,24
176	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	2	8	0,02	0,03	0,13
177	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	7	12	0,03	0,15	0,26
178	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	22	5	12	0,04	0,13	0,32
179	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	14	1	6	0,02	0,01	0,06
180	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	4	10	0,02	0,06	0,16
181	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	42	6	15	0,14	0,58	1,45
182	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	28	5	12	0,06	0,22	0,52
183	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	3	10	0,07	0,15	0,49
184	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea Lam.*	16	1,5	15	0,02	0,02	0,21
185	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	38	4	12	0,11	0,32	0,95
186	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	1	4	0,01	0,01	0,02
187	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	32	6	8	0,08	0,34	0,45
188	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea Lam.*	25	1	6	0,05	0,03	0,21
189	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	50	5	8	0,20	0,69	1,10
190	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	2	8	0,02	0,02	0,10
191	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	12	1	5	0,01	0,01	0,04
192	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	11	1,5	6	0,01	0,01	0,04
193	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	17	3	6	0,02	0,05	0,10
194	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	17	3	6	0,02	0,05	0,10
195	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	10	2,2	8	0,01	0,01	0,04
196	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	14	1,5	6	0,02	0,02	0,06
197	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	1,5	3	0,01	0,01	0,02
198	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	2	6	0,03	0,04	0,13
199	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	1	4	0,03	0,02	0,07

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
200	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	30	2	6	0,07	0,10	0,30
201	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	14	1	5	0,02	0,01	0,05
202	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	0,7	4	0,01	0,00	0,02
203	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	16	1	7	0,02	0,01	0,10
204	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	35	7	10	0,10	0,47	0,67
205	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	45	6	12	0,16	0,67	1,34
206	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	35	5	10	0,10	0,34	0,67
207	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	16	1,5	8	0,02	0,02	0,11
208	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	11	1	6	0,01	0,01	0,04
209	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	2	8	0,03	0,04	0,18
210	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	1	6	0,03	0,02	0,13
211	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	0,6	7	0,03	0,01	0,12
212	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	1,2	5	0,01	0,01	0,03
213	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	2	7	0,02	0,03	0,11
214	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	15	1	7	0,02	0,01	0,09
215	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	16	7	6	0,02	0,10	0,08
216	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	2	10	0,03	0,04	0,22
217	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	1	5	0,01	0,01	0,04
218	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	1	6	0,03	0,02	0,11
219	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	19	2	8	0,03	0,04	0,16
220	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	15	2	8	0,02	0,02	0,10
221	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	32	3	7	0,08	0,17	0,39
222	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	17	1	6	0,02	0,02	0,10
223	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	1	7	0,01	0,01	0,06
224	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	40	4	12	0,13	0,35	1,06

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
225	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	0,8	6	0,01	0,01	0,05
226	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	6	15	0,13	0,53	1,32
227	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	17	1,5	8	0,02	0,02	0,13
228	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	1	8	0,03	0,02	0,14
229	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	1	7	0,03	0,02	0,12
230	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	40	1	8	0,13	0,09	0,70
231	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	22	1	8	0,04	0,03	0,21
232	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	0,8	5	0,01	0,01	0,04
233	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	16	0,6	4	0,02	0,01	0,06
234	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	17	1	6	0,02	0,02	0,10
235	Añalque	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	15	1,2	7	0,02	0,01	0,09
236	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	1,5	7	0,03	0,03	0,15
237	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	1,7	8	0,03	0,03	0,14
238	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	15	2	8	0,02	0,02	0,10
239	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	13	0,7	8	0,01	0,01	0,07
240	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	30	3	5	0,07	0,15	0,25
241	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	13	1,2	7	0,01	0,01	0,07
242	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	17	1,5	8	0,02	0,02	0,13
243	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	32	3	10	0,08	0,17	0,56
244	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	13	1,7	7	0,01	0,02	0,07
245	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	1	5	0,03	0,02	0,09
246	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	1	6	0,03	0,02	0,11
247	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	2	6	0,03	0,04	0,11
248	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	16	0,8	5	0,02	0,01	0,07
249	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	30	1,7	8	0,07	0,08	0,40

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
250	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	3	6	0,01	0,02	0,05
251	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	20	1	7	0,03	0,02	0,15
252	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	2	5	0,03	0,04	0,11
253	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	18	2,5	5	0,03	0,04	0,09
254	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	13	1	6	0,01	0,01	0,06
255	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	13	1	6	0,01	0,01	0,06
256	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	2	6	0,03	0,04	0,13
257	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	14	1	6	0,02	0,01	0,06
258	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	13	2	6	0,01	0,02	0,06
259	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	15	1	6	0,02	0,01	0,07
260	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	13	1,8	7	0,01	0,02	0,07
261	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	16	3,2	7	0,02	0,05	0,10
262	Añalque	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	16	1,6	6	0,02	0,02	0,08
263	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	50	8	22	0,20	1,10	3,02
264	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	45	8	18	0,16	0,89	2,00
265	Guápala	Rubiaceae	*Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyerm.	10	4	8	0,01	0,02	0,04
266	Añalque	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	11	1	8	0,01	0,01	0,05
267	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	35	8	15	0,10	0,54	1,01
268	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	11	1	6	0,01	0,01	0,04
269	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	14	5	7	0,02	0,05	0,08
270	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	11	4	6	0,01	0,03	0,04
271	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	10	2	5	0,01	0,01	0,03
272	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	13	3	7	0,01	0,03	0,07
273	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	35	8	15	0,10	0,54	1,01
274	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	2	7	0,03	0,04	0,15

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
275	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	13	1,5	6	0,01	0,01	0,06
276	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	30	3	6	0,07	0,15	0,30
277	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	5	7	0,07	0,25	0,35
278	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	15	3	6	0,02	0,04	0,07
279	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	11	1	4	0,01	0,01	0,03
280	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	2	5	0,03	0,04	0,09
281	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	2	6	0,01	0,02	0,05
282	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	60	5	10	0,28	0,99	1,98
283	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	20	2	7	0,03	0,04	0,15
284	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	11	1,2	6	0,01	0,01	0,04
285	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	5	15	0,03	0,09	0,27
286	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	1	8	0,01	0,01	0,07
287	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	0,8	6	0,01	0,00	0,03
288	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	1,2	7	0,01	0,01	0,06
289	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	15	1,5	6	0,02	0,02	0,07
290	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	1,2	6	0,01	0,01	0,05
291	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	15	2	6	0,02	0,02	0,07
292	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	5	9	0,02	0,07	0,13
293	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	1,6	8	0,01	0,01	0,04
294	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	1,2	9	0,01	0,01	0,05
295	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	2	9	0,01	0,02	0,07
296	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	1,2	9	0,01	0,01	0,05
297	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	2	8	0,02	0,02	0,09
298	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	55	3	15	0,24	0,50	2,49
299	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	2,5	10	0,02	0,03	0,12

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
300	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	2	7	0,01	0,01	0,04
301	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	2	8	0,01	0,02	0,06
302	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	45	8	17	0,16	0,89	1,89
303	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	2,5	9	0,02	0,04	0,13
304	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	12	2	7	0,01	0,02	0,06
305	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	23	6	14	0,04	0,17	0,41
306	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	20	6	9	0,03	0,13	0,20
307	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	15	5	8	0,02	0,06	0,10
308	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	22	5	8	0,04	0,13	0,21
309	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	15	5	7	0,02	0,06	0,09
310	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	5	9	0,02	0,07	0,13
311	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	20	7	12	0,03	0,15	0,26
312	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	16	1	7	0,02	0,01	0,10
313	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	1	6	0,01	0,01	0,05
314	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	2	6	0,02	0,03	0,08
315	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	2	8	0,02	0,02	0,10
316	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	12	1	8	0,01	0,01	0,06
317	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	2,5	8	0,02	0,03	0,09
318	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	19	4	10	0,03	0,08	0,20
319	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	5	13	0,07	0,25	0,64
320	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	36	4	15	0,10	0,29	1,07
321	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	17	2	7	0,02	0,03	0,11
322	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	50	2,3	8	0,20	0,32	1,10
323	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	17	2	5	0,02	0,03	0,08
324	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	12	4	6	0,01	0,03	0,05

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
325	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	15	4	6	0,02	0,05	0,07
326	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	15	2	5	0,02	0,02	0,06
327	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	2	7	0,02	0,02	0,09
328	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	2	5	0,01	0,01	0,03
329	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	13	4	7	0,01	0,04	0,07
330	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	18	1,8	6	0,03	0,03	0,11
331	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	18	3	7	0,03	0,05	0,12
332	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	11	4	8	0,01	0,03	0,05
333	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	16	7	9	0,02	0,10	0,13
334	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	4	9	0,02	0,05	0,11
335	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	5	10	0,02	0,07	0,14
336	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	25	8	15	0,05	0,27	0,52
337	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	2	14	0,02	0,03	0,22
338	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	18	5	12	0,03	0,09	0,21
339	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	6	12	0,02	0,10	0,19
340	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	45	5	15	0,16	0,56	1,67
341	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	1,5	8	0,01	0,01	0,04
342	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	11	3	9	0,01	0,02	0,06
343	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	4	10	0,02	0,05	0,12
344	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	4	12	0,02	0,06	0,19
345	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	1,5	8	0,01	0,01	0,06
346	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	17	7	12	0,02	0,11	0,19
347	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	6	10	0,03	0,13	0,22
348	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	4	8	0,01	0,03	0,06
349	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	6	12	0,02	0,10	0,19

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
350	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	5	9	0,01	0,04	0,07
351	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	5	9	0,01	0,04	0,07
352	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	6	12	0,02	0,06	0,13
353	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	6	15	0,03	0,13	0,33
354	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	5	10	0,02	0,05	0,11
355	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	5	14	0,03	0,11	0,31
356	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	8	17	0,02	0,10	0,21
357	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	6	14	0,02	0,07	0,17
358	Hualtaco	Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.	80	15	20	0,50	5,28	7,04
359	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	6	15	0,03	0,11	0,27
360	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	8	12	0,02	0,09	0,13
361	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	22	7	15	0,04	0,19	0,40
362	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	4	10	0,02	0,06	0,14
363	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	2	8	0,02	0,02	0,09
364	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	12	1,5	6	0,01	0,01	0,05
365	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	15	3	5	0,02	0,04	0,06
366	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	2,5	7	0,02	0,03	0,08
367	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	3	7	0,01	0,02	0,06
368	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	35	7	15	0,10	0,47	1,01
369	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	5	10	0,01	0,05	0,09
370	Zapote	Capparaceae	*Colicodendron scabridum* (Kunth) Seem	35	2	8	0,10	0,13	0,54
371	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	16	6	10	0,02	0,08	0,14
372	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	7	15	0,03	0,15	0,33
373	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	22	6	15	0,04	0,16	0,40
374	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	50	7	10	0,20	0,96	1,37

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
375	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	3	8	0,03	0,05	0,14
376	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	5	12	0,02	0,07	0,17
377	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	5	12	0,03	0,09	0,21
378	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	6	12	0,02	0,08	0,17
379	Vainillo	Fabaceae	*Senna molissima (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby*	40	8	15	0,13	0,70	1,32
380	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	5	12	0,02	0,07	0,17
381	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	7	15	0,03	0,12	0,27
382	Angolo	Fabaceae	*Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	50	15	20	0,20	2,06	2,75
383	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	20	7	15	0,03	0,15	0,33
384	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	8	12	0,02	0,10	0,15
385	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	8	15	0,02	0,13	0,24
386	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	8	11	0,01	0,04	0,06
387	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	7	15	0,03	0,12	0,27
388	Pasallo	Malvaceae	*Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns.	60	10	18	0,28	1,98	3,56
389	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	4	5	0,07	0,20	0,25
390	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	3	7	0,02	0,04	0,10
391	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	30	4	8	0,07	0,20	0,40
392	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	2	5	0,03	0,04	0,11
393	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	40	2	6	0,13	0,18	0,53
394	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	3	6	0,02	0,03	0,06
395	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	11	2,5	5	0,01	0,02	0,03
396	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	2	5	0,07	0,10	0,25
397	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	2,5	7	0,03	0,04	0,12
398	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	2,5	5	0,02	0,04	0,08
399	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	1	5	0,01	0,01	0,04

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
400	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	1,6	6	0,02	0,02	0,06
401	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	1	7	0,03	0,02	0,15
402	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	3	6	0,03	0,07	0,13
403	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	4	8	0,03	0,09	0,18
404	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	3	10	0,02	0,04	0,14
405	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	15	1,2	5	0,02	0,01	0,06
406	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	65	5	11	0,33	1,16	2,56
407	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	20	4	10	0,03	0,09	0,22
408	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	40	5	12	0,13	0,44	1,06
409	Cardo	Cactaceae	Armatocereus cartwrightianus (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	16	4	13	0,02	0,06	0,18
410	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	25	2	6	0,05	0,07	0,21
411	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	45	7	15	0,16	0,78	1,67
412	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	45	8	15	0,16	0,89	1,67
413	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	30	7	16	0,07	0,35	0,79
414	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	30	6	15	0,07	0,30	0,74
415	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	2	4	0,02	0,02	0,05
416	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	17	2	5	0,02	0,03	0,08
417	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	2,5	5	0,02	0,03	0,06
418	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	17	3	7	0,02	0,05	0,11
419	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	25	3	7	0,05	0,10	0,24
420	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	18	3	7	0,03	0,05	0,12
421	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	3	5	0,01	0,03	0,05
422	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	3	7	0,01	0,02	0,04
423	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	2	4	0,01	0,02	0,03
424	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	2,5	7	0,01	0,02	0,06

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
425	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	4	8	0,03	0,09	0,18
426	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	3	9	0,03	0,07	0,20
427	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	11	2	8	0,01	0,01	0,05
428	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	3	6	0,01	0,02	0,05
429	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	11	1	5	0,01	0,01	0,03
430	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	4	7	0,01	0,04	0,07
431	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	4	7	0,01	0,04	0,07
432	Cardo	Cactaceae	Armatocereus cartwrightianus (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	15	3	7	0,02	0,04	0,09
433	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	2	5	0,02	0,02	0,05
434	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	2	4	0,01	0,02	0,04
435	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	18	2	8	0,03	0,04	0,14
436	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	3	4	0,02	0,04	0,06
437	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	60	8	12	0,28	1,58	2,38
438	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	3	6	0,01	0,03	0,06
439	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	19	2	4	0,03	0,04	0,08
440	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	21	4	7	0,03	0,10	0,17
441	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	17	4	8	0,02	0,06	0,13
442	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	40	4	8	0,13	0,35	0,70
443	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	3	6	0,02	0,04	0,08
444	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	16	2,5	6	0,02	0,04	0,08
445	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	2	3	0,01	0,01	0,02
446	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	3	6	0,02	0,05	0,10
447	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	18	4	7	0,03	0,07	0,12
448	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	35	5	8	0,10	0,34	0,54
449	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	18	3	7	0,03	0,05	0,12

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
450	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	13	2	6	0,01	0,02	0,06
451	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	2	3	0,03	0,04	0,07
452	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	2	3	0,01	0,02	0,02
453	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	3	5	0,01	0,02	0,03
454	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	3	4	0,01	0,03	0,04
455	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	20	2,5	6	0,03	0,05	0,13
456	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	4	6	0,03	0,09	0,13
457	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	23	5	8	0,04	0,15	0,23
458	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	3	7	0,02	0,04	0,10
459	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	2	3	0,01	0,01	0,02
460	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	3	4	0,03	0,07	0,09
461	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	4	6	0,07	0,20	0,30
462	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	25	4	6	0,05	0,14	0,21
463	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	27	4	6	0,06	0,16	0,24
464	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	16	2	4	0,02	0,03	0,06
465	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	19	5	8	0,03	0,10	0,16
466	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	30	4	9	0,07	0,20	0,45
467	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	25	2,5	9	0,05	0,09	0,31
468	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	35	4	7	0,10	0,27	0,47
469	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	30	3	8	0,07	0,15	0,40
470	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	50	2,5	6	0,20	0,34	0,82
471	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	2	7	0,01	0,02	0,07
472	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	1,5	6	0,02	0,02	0,07
473	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	16	1	4	0,02	0,01	0,06
474	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	4	8	0,03	0,09	0,18

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
475	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	1,5	5	0,07	0,07	0,25
476	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	2	4	0,07	0,10	0,20
477	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	2	6	0,02	0,03	0,08
478	Algarrobo	Fabaceae	*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf.	40	3	9	0,13	0,26	0,79
479	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	16	1,5	4	0,02	0,02	0,06
480	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	17	3	7	0,02	0,05	0,11
481	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	42	3	7	0,14	0,29	0,68
482	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	18	2	6	0,03	0,04	0,11
483	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	3	7	0,02	0,05	0,11
484	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	35	6	12	0,10	0,40	0,81
485	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	1,5	5	0,07	0,07	0,25
486	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	18	5	8	0,03	0,09	0,14
487	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	2	7	0,02	0,03	0,10
488	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	20	3	8	0,03	0,07	0,18
489	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	3	8	0,02	0,04	0,10
490	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	2	6	0,07	0,10	0,30
491	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	22	2	6	0,04	0,05	0,16
492	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	35	3	4	0,10	0,20	0,27
493	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	23	1,5	4	0,04	0,04	0,12
494	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	18	4	6	0,03	0,07	0,11
495	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	18	5	8	0,03	0,09	0,14
496	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	3	4	0,03	0,07	0,09
497	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	3	5	0,03	0,07	0,11
498	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	1,5	4	0,02	0,02	0,06
499	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	1	4	0,03	0,02	0,09

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
500	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	1	6	0,03	0,02	0,13
501	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	2	7	0,02	0,03	0,10
502	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	11	2,5	7	0,01	0,02	0,05
503	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	2,5	7	0,02	0,03	0,08
504	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	1,5	8	0,02	0,02	0,13
505	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	11	1,2	7	0,01	0,01	0,05
506	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	2	8	0,02	0,02	0,09
507	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	3	8	0,02	0,03	0,09
508	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	2,2	7	0,02	0,03	0,09
509	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	3	8	0,02	0,04	0,10
510	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	4	8	0,02	0,06	0,13
511	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	10	3	7	0,01	0,02	0,04
512	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	1,6	7	0,02	0,03	0,11
513	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	32	5	15	0,08	0,28	0,84
514	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	22	4	10	0,04	0,11	0,27
515	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	19	6	10	0,03	0,12	0,20
516	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	23	6	14	0,04	0,17	0,41
517	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	28	7	15	0,06	0,30	0,65
518	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	18	1	7	0,03	0,02	0,12
519	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	6	15	0,07	0,30	0,74
520	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	11	2	8	0,01	0,01	0,05
521	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	2	7	0,01	0,01	0,04
522	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	3	7	0,01	0,02	0,04
523	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	1,5	8	0,02	0,02	0,09
524	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	17	7	9	0,02	0,11	0,14

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
525	Pasallo	Malvaceae	*Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns.	60	16	20	0,28	3,17	3,96
526	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	6	9	0,01	0,05	0,07
527	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	7	10	0,02	0,10	0,14
528	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	7	10	0,02	0,10	0,14
529	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	3	8	0,01	0,02	0,06
530	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	35	3	7	0,10	0,20	0,47
531	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	2	5	0,03	0,04	0,11
532	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	6	14	0,07	0,30	0,69
533	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	13	3	7	0,01	0,03	0,07
534	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	3	6	0,02	0,04	0,08
535	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	2	5	0,02	0,02	0,05
536	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	1	5	0,01	0,01	0,03
537	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	3	5	0,07	0,15	0,25
538	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	3	7	0,01	0,02	0,06
539	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	3	7	0,01	0,03	0,07
540	Overal	Cordiaceae	*Cordia lutea* Lam.	16	1	3	0,02	0,01	0,04
541	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	30	4	8	0,07	0,20	0,40
542	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	5	8	0,03	0,11	0,18
543	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	5	6	0,07	0,25	0,30
544	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	5	8	0,02	0,07	0,11
545	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	5	10	0,07	0,25	0,49
546	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	11	2	6	0,01	0,01	0,04
547	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	10	3	5	0,01	0,02	0,03
548	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	5	8	0,03	0,11	0,18
549	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	18	2	8	0,03	0,04	0,14

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
550	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	11	3	7	0,01	0,02	0,05
551	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	5	7	0,01	0,04	0,06
552	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	3	6	0,02	0,04	0,07
553	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	3	7	0,02	0,03	0,08
554	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	4	7	0,02	0,06	0,10
555	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	1	7	0,01	0,01	0,06
556	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	10	2	6	0,01	0,01	0,03
557	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	13	2	8	0,01	0,02	0,07
558	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	13	2,2	8	0,01	0,02	0,07
559	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	30	5	8	0,07	0,25	0,40
560	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	2	4	0,01	0,02	0,03
561	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	4	8	0,03	0,07	0,14
562	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	3	8	0,02	0,03	0,09
563	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	26	5	9	0,05	0,19	0,33
564	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	1,2	6	0,01	0,01	0,03
565	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	10	1,5	6	0,01	0,01	0,03
566	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	17	2	6	0,02	0,03	0,10
567	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	2	7	0,01	0,02	0,07
568	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	35	6	10	0,10	0,40	0,67
569	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	2	8	0,02	0,02	0,09
570	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	3	8	0,02	0,04	0,10
571	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	13	2	7	0,01	0,02	0,07
572	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	4	8	0,03	0,07	0,14
573	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	2	7	0,01	0,02	0,07
574	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	13	1	5	0,01	0,01	0,05

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
575	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	12	1	5	0,01	0,01	0,04
576	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	11	1,2	6	0,01	0,01	0,04
577	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	2,5	8	0,02	0,03	0,09
578	Algarrobo	Fabaceae	*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf.	17	4	8	0,02	0,06	0,13
579	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	17	4	9	0,02	0,06	0,14
580	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	1,2	7	0,02	0,02	0,10
581	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	2	5	0,07	0,10	0,25
582	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	2	7	0,07	0,10	0,35
583	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	3	8	0,03	0,07	0,18
584	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	33	3	8	0,09	0,18	0,48
585	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	1	4	0,01	0,01	0,02
586	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	2	7	0,07	0,10	0,35
587	Almendro	Fabaceae	Geoffroea spinosa Jacq.	20	5	8	0,03	0,11	0,18
588	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	2,5	8	0,07	0,12	0,40
589	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	5	8	0,03	0,11	0,18
590	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	2	8	0,01	0,02	0,07
591	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	5	9	0,01	0,05	0,08
592	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	32	4,5	8	0,08	0,25	0,45
593	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	6	9	0,07	0,30	0,45
594	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	13	1,2	7	0,01	0,01	0,07
595	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	35	4,5	10	0,10	0,30	0,67
596	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	20	3	8	0,03	0,07	0,18
597	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	11	2,2	8	0,01	0,01	0,05
598	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	5	10	0,02	0,07	0,14
599	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	1	6	0,01	0,01	0,05

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
600	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	12	5	9	0,01	0,04	0,07
601	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	5	9	0,01	0,04	0,07
602	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	4	9	0,02	0,06	0,13
603	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	2,5	9	0,01	0,02	0,07
604	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	6	10	0,02	0,07	0,12
605	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	1	9	0,02	0,01	0,10
606	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	3	8	0,01	0,02	0,06
607	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	1	9	0,02	0,01	0,13
608	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	1	9	0,02	0,01	0,13
609	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	3	8	0,02	0,03	0,09
610	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	40	4	8	0,13	0,35	0,70
611	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	4	7	0,01	0,03	0,06
612	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	2	9	0,02	0,02	0,11
613	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	4	9	0,02	0,05	0,11
614	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	4	8	0,02	0,06	0,13
615	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	4	8	0,02	0,05	0,10
616	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	40	5	10	0,13	0,44	0,88
617	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	23	6	10	0,04	0,17	0,29
618	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	5	9	0,03	0,11	0,20
619	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	13	2	7	0,01	0,02	0,07
620	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	4	8	0,01	0,03	0,06
621	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	2	6	0,01	0,02	0,05
622	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	3	8	0,02	0,05	0,13
623	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	3	8	0,03	0,05	0,14
624	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	1	4	0,01	0,01	0,02

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
625	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	4	8	0,02	0,05	0,10
626	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	17	5	8	0,02	0,08	0,13
627	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	4	7	0,02	0,05	0,09
628	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	2,5	5	0,02	0,03	0,06
629	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	2	4	0,03	0,04	0,09
630	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	2,5	6	0,03	0,04	0,11
631	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	3	6	0,07	0,15	0,30
632	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	2	7	0,03	0,04	0,15
633	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	2,5	5	0,02	0,03	0,06
634	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	4	8	0,03	0,09	0,18
635	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	2,5	6	0,02	0,03	0,06
636	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	18	3	5	0,03	0,05	0,09
637	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	16	2	2,5	0,02	0,03	0,04
638	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	2	5	0,02	0,02	0,05
639	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	11	3	6	0,01	0,02	0,04
640	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	10	3	6	0,01	0,02	0,03
641	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	11	1	6	0,01	0,01	0,04
642	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	4	8	0,03	0,09	0,18
643	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	11	3	7	0,01	0,02	0,05
644	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	11	1	6	0,01	0,01	0,04
645	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	13	2	7	0,01	0,02	0,07
646	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	2	5	0,01	0,01	0,03
647	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	2	6	0,02	0,02	0,06
648	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	25	1	4	0,05	0,03	0,14
649	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	2	8	0,02	0,02	0,10

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
650	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	4	9	0,03	0,07	0,16
651	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	17	2	6	0,02	0,03	0,10
652	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	2	8	0,02	0,02	0,09
653	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	4	8	0,05	0,14	0,27
654	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	12	1,5	5	0,01	0,01	0,04
655	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	2	4	0,01	0,01	0,02
656	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	1	3	0,02	0,01	0,03
657	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	2	4	0,03	0,04	0,09
658	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	1,5	5	0,02	0,02	0,05
659	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	14	2	7	0,02	0,02	0,08
660	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	16	3	5	0,02	0,04	0,07
661	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	3	7	0,03	0,05	0,12
662	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	2	6	0,03	0,04	0,13
663	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	2	6	0,02	0,03	0,10
664	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	25	2	2	0,05	0,07	0,07
665	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	3	4	0,03	0,07	0,09
666	Cardo	Cactaceae	Armatocereus cartwrightianus (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	22	2,5	3	0,04	0,07	0,08
667	Cardo	Cactaceae	Armatocereus cartwrightianus (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	16	2	4	0,02	0,03	0,06
668	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	22	2	5	0,04	0,05	0,13
669	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	17	3	8	0,02	0,05	0,13
670	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	2,5	6	0,05	0,09	0,21
671	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	60	3	5	0,28	0,59	0,99
672	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	3	5	0,03	0,07	0,11
673	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	18	2,5	5	0,03	0,04	0,09
674	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	1	2	0,01	0,01	0,01

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
675	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	22	2	6	0,04	0,05	0,16
676	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	10	1	4	0,01	0,01	0,02
677	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	22	1	8	0,04	0,03	0,21
678	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	3	8	0,05	0,10	0,27
679	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	16	3	4,5	0,02	0,04	0,06
680	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	20	3	6	0,03	0,06	0,13
681	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	11	2,5	5	0,01	0,02	0,03
682	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	27	2,6	4	0,06	0,10	0,16
683	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	22	1,5	4	0,04	0,04	0,11
684	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	2	7	0,02	0,02	0,09
685	Almendro	Fabaceae	Geoffroea spinosa Jacq.	18	1,5	5	0,02	0,03	0,08
686	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	49	2	5	0,19	0,26	0,65
687	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	27	2,5	7	0,06	0,10	0,28
688	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	22	3	7	0,04	0,08	0,18
689	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	18	4	12	0,03	0,07	0,22
690	Almendro	Fabaceae	Geoffroea spinosa Jacq.	46	1,5	5	0,17	0,18	0,59
691	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	15	2	8	0,02	0,03	0,10
692	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	21	4	8	0,03	0,10	0,19
693	Hualtaco	Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.	32	2	9	0,08	0,11	0,50
694	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	29	1,5	5	0,06	0,07	0,23
695	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	19	2	4,5	0,03	0,04	0,09
696	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	2,5	5	0,01	0,03	0,05
697	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	2,5	6	0,02	0,04	0,09
698	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	18	2	6	0,02	0,03	0,10
699	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	18	3,5	6	0,02	0,06	0,10

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
700	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	25	2	8	0,05	0,07	0,29
701	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	30	1,5	5	0,07	0,07	0,24
702	Guayacan	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	23	3	5	0,04	0,09	0,14
703	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	24	3	8	0,04	0,09	0,24
704	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	1	5	0,03	0,02	0,09
705	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	21	1	3	0,04	0,03	0,08
706	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	1,5	5	0,07	0,07	0,25
707	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	28	3	7	0,06	0,13	0,30
708	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	15	1	0,5	0,02	0,01	0,01
709	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	25	2,2	4	0,05	0,08	0,14
710	Hualtaco	Anacardiaceae	*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl.	31	4	12	0,07	0,21	0,63
711	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	21	1,5	8	0,03	0,04	0,19
712	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	29	2	5	0,06	0,09	0,23
713	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	17	1	4	0,02	0,02	0,06
714	Palo Santo	Burseraceae	Bursera graveolens (Kunth) Triana & Planch.	29	6	12	0,06	0,27	0,54
715	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	13	3	8	0,01	0,03	0,07
716	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	22	3	6	0,04	0,08	0,16
717	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	23	5	6,5	0,04	0,14	0,19
718	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	3,5	5	0,02	0,06	0,08
719	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	21	3,5	6	0,04	0,09	0,15
720	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	20	3,5	6	0,03	0,08	0,13
721	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	17	3,5	5,5	0,02	0,05	0,08
722	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	3,5	6	0,03	0,06	0,11
723	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	14	3,5	5	0,02	0,04	0,06
724	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	14	3,5	5	0,02	0,04	0,05

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
725	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	3,5	7	0,07	0,18	0,35
726	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	30	3,5	5,5	0,07	0,17	0,27
727	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	17	3,5	3,5	0,02	0,05	0,05
728	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	43	3,5	8	0,15	0,36	0,83
729	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	10	3,5	3	0,01	0,02	0,02
730	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	21	3,5	7	0,03	0,09	0,17
731	Añalque	Polygonaceae	*Coccoloba ruiziana* Lindau.	10	3,5	6	0,01	0,02	0,03
732	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	41	3,5	11	0,13	0,33	1,04
733	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	14	3,5	3,5	0,01	0,04	0,04
734	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	25	3,5	4,5	0,05	0,12	0,16
735	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	16	3,5	6	0,02	0,05	0,08
736	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	16	3,5	6,5	0,02	0,05	0,09
737	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	17	3,5	4,5	0,02	0,05	0,07
738	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	28	3,5	6,5	0,06	0,15	0,27
739	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	55	3,5	7,5	0,24	0,58	1,25
740	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	3,5	4	0,03	0,08	0,09
741	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	18	3,5	3	0,03	0,06	0,05
742	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	18	3,5	6,5	0,03	0,07	0,12
743	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	24	3,5	3,5	0,04	0,11	0,11
744	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	25	3,5	6	0,05	0,12	0,21
745	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	15	3,5	6	0,02	0,04	0,08
746	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	25	3,5	7	0,05	0,12	0,24
747	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	20	3,5	10	0,03	0,08	0,22
748	Guayacan	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose*	22	3,5	7	0,04	0,10	0,19
749	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	16	3,5	7	0,02	0,05	0,10

#	Nombre común	Familia	Especie	DAP cm	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
750	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	18	3,5	6	0,02	0,06	0,10
751	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	13	3,5	6,5	0,01	0,03	0,06
752	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	24	3,5	6	0,05	0,11	0,19
753	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	29	3,5	6	0,06	0,16	0,27
754	Barbasco	Fabaceae	*Piscidia carthagenensis* Jacquin.	20	3,5	5	0,03	0,08	0,11
755	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	18	3,5	5	0,02	0,06	0,08
756	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	21	3,5	2	0,03	0,08	0,05
757	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	20	3,5	5,5	0,03	0,08	0,12
758	Charan	Fabaceae	*Caesalpinia glabrata* Kunth	21	3,5	6	0,03	0,09	0,15
Total							31,71	93,30	210,26

En el ANEXO 9-3, se presenta la base de datos de cada parcela del inventario forestal.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía. Ltda.

JULIO , 2026

Contenido

10. AREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA. 758
10.1. COMPONENTE FISICO. 758
10.1.1. Sub componente Agua. 759
10.1.2. Sub componente Edafológico. 761
10.1.3. Sub componente Calidad del aire. 764
10.1.4. Sub Componente Ruido Ambiental. 775
10.1.5. Sub Componente Radiaciones No Ionizantes. 781
10.1.6. Área de Influencia directa e indirecta Física. 784
10.2. COMPONENTE BIÓTICO. 784
10.2.1. Área de influencia directa AID Biótica. 785
10.2.2. Área de Influencia Indirecta AII Biótica. 792
10.3. COMPONENTE SOCIAL. 804
10.3.1. Área de Influencia Directa Social (AIDS) – Unidades Individuales. 805
10.3.2. Área de Influencia Directa Social (AIDS) del Proyecto – Unidades Colectivas 809
10.3.3. Áreas de influencia Indirecta Social (AIIS) 813

Tabla 10-1. Márgenes de protección hídrica en suelo rural 759
Tabla 10-2. Tasa de emisión de gases (Generador Caterpillar 3406 PGBI). 767
Tabla 10-3. Tasa de emisión de maquinaria. 768
Tabla 10-4. Resumen de Áreas de influencia directa e indirecta del sub componente aire. 773
Tabla 10-5. AID Radiaciones no Ionizantes 782
Tabla 10-6. AII Radiaciones no Ionizantes 783
Tabla 10-7. Área de influencia directa del recurso flora. 786
Tabla 10-8. Área de influencia directa del recurso fauna terrestre. 789
Tabla 10-9. Área de influencia directa del recurso fauna acuática. 791
Tabla 10-10. Resumen de Área de influencia directa Biótica. 792
Tabla 10-11. Área de Influencia Indirecta AII del sub componente Flora 794
Tabla 10-12. Resumen del Área de Influencia Indirecta AII del sub componente Fauna terrestre. 801
Tabla 10-13. Propietarios del polígono del Proyecto. 805
Tabla 10-14. Lista de Propietarios de predios colindantes del Proyecto. 807
Tabla 10-15. Área de Influencia Directa Social – Unidades colectivas 809

Figura 10-1. Diagrama de flujo del geoproceso utilizado (Agua). 760
Figura 10-2. Área de influencia directa e indirecta del sub componente Agua. 761
Figura 10-3. Área de influencia directa e indirecta del sub componente Edafología. 764
Figura 10-4. Principales campos del programa SCREEN View 4.0.1 766

Figura 10-5. Modelo de dispersión del contaminante NOx (generador) 769
Figura 10-6. Modelo de dispersión del contaminante COx (generador)..... 770
Figura 10-7. Modelo de dispersión del contaminante Material Particulado (generador) 770
Figura 10-8. Modelo de dispersión del contaminante CO2 (Maquinaria)..... 771
Figura 10-9. Modelo de dispersión del contaminante CO (Maquinaria)..... 771
Figura 10-10. Modelo de dispersión del contaminante CO (Maquinaria)..... 772
Figura 10-11. Diagrama de flujo del geoproceso utilizado (Aire). 773
Figura 10-12. Área de influencia directa e indirecta del sub componente Atmosférico. 774
Figura 10-13. Diagrama de flujo del geoproceso utilizado (Ruido ambiental). 779
Figura 10-14. Área de influencia directa e indirecta del sub componente Ruido Ambiental. 780
Figura 10-15. Área de influencia directa e indirecta del sub componente Radiaciones No Ionizantes. 783
Figura 10-16. Área de Influencia Directa flora. 786
Figura 10-17. Área de Influencia Directa Fauna Terrestre. 789
Figura 10-18. Área de Influencia Directa Fauna Acuática. 791
Figura 10-19. Área de Influencia indirecta Flora. 795
Figura 10-20. Área de Influencia indirecta Ornitofauna. 797
Figura 10-21. Área de Influencia indirecta Mastofauna. 798
Figura 10-22. Área de Influencia indirecta Herpetofauna. 799
Figura 10-23. Área de Influencia indirecta Entomofauna. 800
Figura 10-24. Área de Influencia Biótica Indirecta Fauna terrestre. 801
Figura 10-25. Área de Influencia indirecta Fauna acuática. 803
Figura 10-26. Ubicación de propietarios de los terrenos del Polígono del proyecto 806
Figura 10-27. Ubicación de colindantes del polígono del proyecto. 808
Figura 10-28. Mapa de Ubicación de comunidades del Área de Influencia Social Directa (AISD) 810
Figura 10-29. Área de Influencia Directa Social (AIDS)..... 812
Figura 10-30. Área de Influencia Indirecta Social (AIIS) 814

10. AREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA.

La delimitación del Área de Influencia Directa (AID) es una etapa clave dentro del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), ya que define el espacio geográfico donde se manifiestan de manera inmediata los efectos del proyecto sobre los componentes físico, biótico y socioeconómico. En el caso del proyecto fotovoltaico "La Ceiba", ubicado en la provincia de Loja, cantón Zapotillo, parroquia Zapotillo, la identificación del AID responde a criterios técnicos establecidos en la normativa ambiental vigente, considerando las fases de construcción, operación y cierre del proyecto (MAATE, 2021).

De acuerdo con la Guía General para la Elaboración de EsIA, el AID resulta de la integración de las áreas afectadas por componente, y debe estar sustentado en los resultados de la línea base y en técnicas geoespaciales, como el álgebra de mapas, superposición de coberturas o modelaciones específicas para aire, agua, suelo, ruido, flora y fauna (MAATE, 2021). Para ello, se ha considerado la ubicación y características del polígono del proyecto, así como los posibles impactos por remoción de cobertura vegetal, generación de residuos, modificaciones del paisaje y actividades antrópicas asociadas.

La delimitación del AID ha considerado tres enfoques complementarios. Para el componente físico, se han utilizado criterios de propagación del ruido, posibles emisiones al aire, cambios en el uso del suelo y alteración hidrológica superficial. Para el componente biótico, se han incorporado zonas de afectación directa a hábitats, flora y fauna, especialmente en áreas de desbroce y compactación de suelos. En el componente social, se han considerado predios aledaños, viviendas, rutas de acceso y unidades territoriales con relación directa con el proyecto, en concordancia con la normativa del RCODA (2021) y la identificación de actores para fines de compensación e indemnización (MAATE, 2021).

Finalmente, la delimitación del AID ha sido realizada con base en criterios técnicos, normativos y geográficos, asegurando su coherencia con la línea base ambiental, el diseño del proyecto y las herramientas SIG utilizadas. Esta delimitación permite identificar con precisión las zonas más susceptibles al impacto y constituye la base espacial para la evaluación de impactos, formulación de medidas de manejo ambiental y establecimiento del Área de Influencia Indirecta (AII), conforme lo establecido por el marco legal vigente.

10.1. COMPONENTE FISICO.

La determinación de las Áreas de Influencia Directa (AID) e Indirecta (AI) del componente físico permite establecer los espacios geográficos donde las actividades del proyecto fotovoltaico La Ceiba pueden generar impactos sobre los factores ambientales físicos. Esta delimitación se realiza con base en criterios técnicos y normativos que consideran la magnitud, duración y alcance espacial de los impactos en cada fase del proyecto (MAATE, 2021).

El AID físico abarca el área ocupada directamente por la infraestructura del parque solar, caminos de acceso, subestación eléctrica y zona de intervención para actividades de desbroce, movimiento de tierras y compactación del suelo. Asimismo, se incluyen las zonas con potencial afectación por erosión, escorrentía superficial, generación de material particulado o alteración temporal del microclima local. Para su delimitación se ha empleado un análisis geoespacial con desde el perímetro del proyecto, como referencia técnica estándar en proyectos de energía renovable (MAE, 2013).

Por su parte, el Área de Influencia Indirecta (AI) corresponde a zonas donde los impactos físicos se manifiestan de forma más difusa o prolongada, como cambios en el régimen hídrico, alteración de cauces estacionales, generación de polvo en zonas de tránsito o influencia en la percepción

del paisaje. Esta área incluye márgenes de protección de cuerpos hídricos, establecidos en el PUGS de Zapotillo (GAD Zapotillo, 2020)

10.1.1. Sub componente Agua.

El diagnóstico físico de la línea base identificó que la mayoría de los cuerpos hídricos reportados por la cartografía oficial y corroborados en campo corresponden a quebradas secas o intermitentes, las cuales presentan escurrimientos superficiales únicamente durante la época invernal. Estas formaciones responden al régimen climático tropical semiárido del cantón Zapotillo, donde las precipitaciones se concentran entre enero y abril, condicionando un patrón de escorrentía estacional (GAD Zapotillo, 2020).

Durante la visita técnica, se identificaron varios cauces intermitentes menores que atraviesan el área del proyecto en sentido oeste-este, desembocando finalmente en el río Chira, principal cuerpo hídrico de la zona. Estos cauces, si bien permanecen secos en época de verano, tienen capacidad hidráulica significativa durante eventos de lluvia, desempeñando un rol clave en la conducción de aguas pluviales, la evacuación de sedimentos y la recarga limitada de acuíferos someros (INAMHI, 2020).

Técnicamente, estas quebradas constituyen unidades morfológicas de drenaje temporal, formadas por procesos erosivos en laderas con pendientes moderadas. Sus lechos, compuestos por gravas, arenas y materia orgánica, exhiben una vegetación de ribera discontinua característica del bosque seco tropical. Además, cumplen funciones ecológicas relevantes como corredores de biodiversidad, conectividad hídrica y soporte para especies vegetales y faunísticas adaptadas a ambientes estacionales (MAATE, 2021).

Dado que la normativa vigente establece restricciones de uso del suelo en torno a cuerpos hídricos, el presente estudio ha aplicado los márgenes de protección definidos en el Plan de Uso y Gestión de Suelo (PUGS) del cantón Zapotillo para zonas rurales (GAD Zapotillo, 2020), los cuales se resumen a continuación:

Tabla 10-1. Márgenes de protección hídrica en suelo rural

Categoría	Márgenes de protección desde el borde de máxima crecida
Ríos principales	60
Ríos o Cauces secundarios	30
Quebradas (canalizadas o no)	20
Lagunas naturales	100
Reservorios de agua	15

Fuente: GAD cantón Zapotillo. PUGS, 2020
Elaboración: Equipo consultor, 2025.

Área de Influencia Directa (AID): En virtud de lo anterior, y considerando que las quebradas intermitentes en el área de implantación corresponden a cauces no canalizados sin caudal permanente, se ha adoptado un margen técnico conservador de 20 metros a cada lado desde su borde como Área de Influencia Directa (AID) para el subcomponente Agua. En el caso del río Chira, al ser un cauce permanente con influencia territorial relevante, se ha considerado un retiro de 60 metros a cada lado, equivalente a la zona de protección definida en el PUGS y ajustada a las características topográficas del sitio.

El **Área de Influencia Indirecta (AII)** se ha determinado con un buffer adicional de 5 metros a partir del límite del AID para ambos tipos de cuerpos hídricos. Esta franja representa zonas de influencia

secundaria en las que podrían producirse efectos indirectos sobre la hidrodinámica, erosión o calidad de agua debido a actividades antrópicas próximas.

El buffer adicional de 5 m para el Área de Influencia Indirecta (AII) se justifica como una franja operativa de influencia secundaria inmediata al AID, diseñada para capturar efectos indirectos y difusos asociados a actividades próximas (tránsito, acopios temporales, microcortes, drenajes menores), que pueden modificar hidrodinámica local, erosión de márgenes y calidad de agua sin intervenir el cauce de forma directa. Este criterio es consistente con el enfoque precautorio de gestión de escorrentía y sedimentos, donde se recomienda considerar una zona adyacente para control y vigilancia de fuentes difusas (arrastre de finos, materia orgánica, residuos) y para ubicar y/u operar medidas temporales (barreras de sedimentos, manejo de escorrentías), aun cuando el retiro normativo (AID) ya haya sido respetado (AID).

Desde la perspectiva geomorfológica e hidrológica, la franja de +5 m funciona como amortiguamiento inmediato frente a la variabilidad espacial del "borde de máxima crecida" (incertidumbre cartográfica y de campo), y frente a procesos típicos de cauces temporales (socavación puntual, erosión lateral y deposición de sedimentos durante eventos de lluvia), que pueden propagarse unos metros fuera del límite del cauce sin constituir una ocupación directa del mismo (Leopold et al., 1964; Knighton, 1998). En este sentido, el AII de +5 m no redefine la zona de protección del PUGS, sino que complementa la gestión del riesgo físico (erosión/sedimentación) y mejora la capacidad de monitoreo y respuesta temprana fuera del AID (GAD Zapotillo, 2020).

Las superficies calculadas para el AID y AII fueron estimadas mediante herramientas SIG a partir del análisis geoespacial de los buffers definidos.

Tipo de Influencia	Criterio de Delimitación	Distancia (Buffer)	Área (Ha)
Directa Hídrica	Franja paralela a ríos y quebradas	20 metros	108,535
	Franja de protección del río Chira	60 metros	189,672
Indirecta Hídrica	Franja paralela del área de influencia directa hídrica	5 metros	33,488

Figura 10-1. Diagrama de flujo del geoproceso utilizado (Agua).

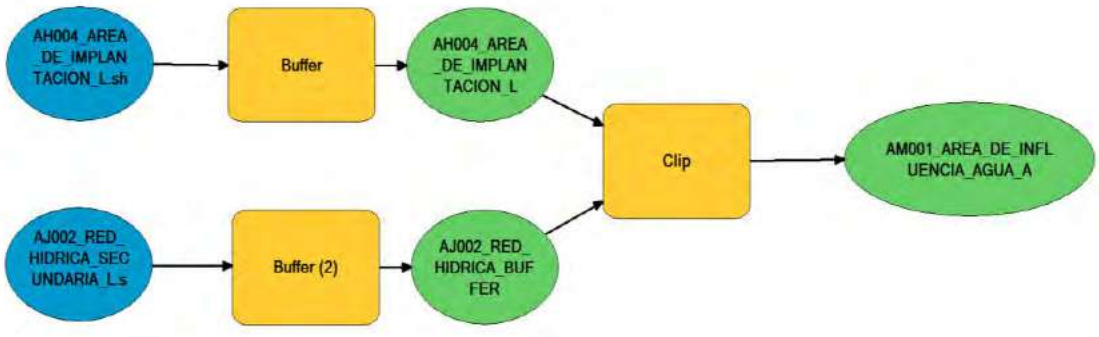
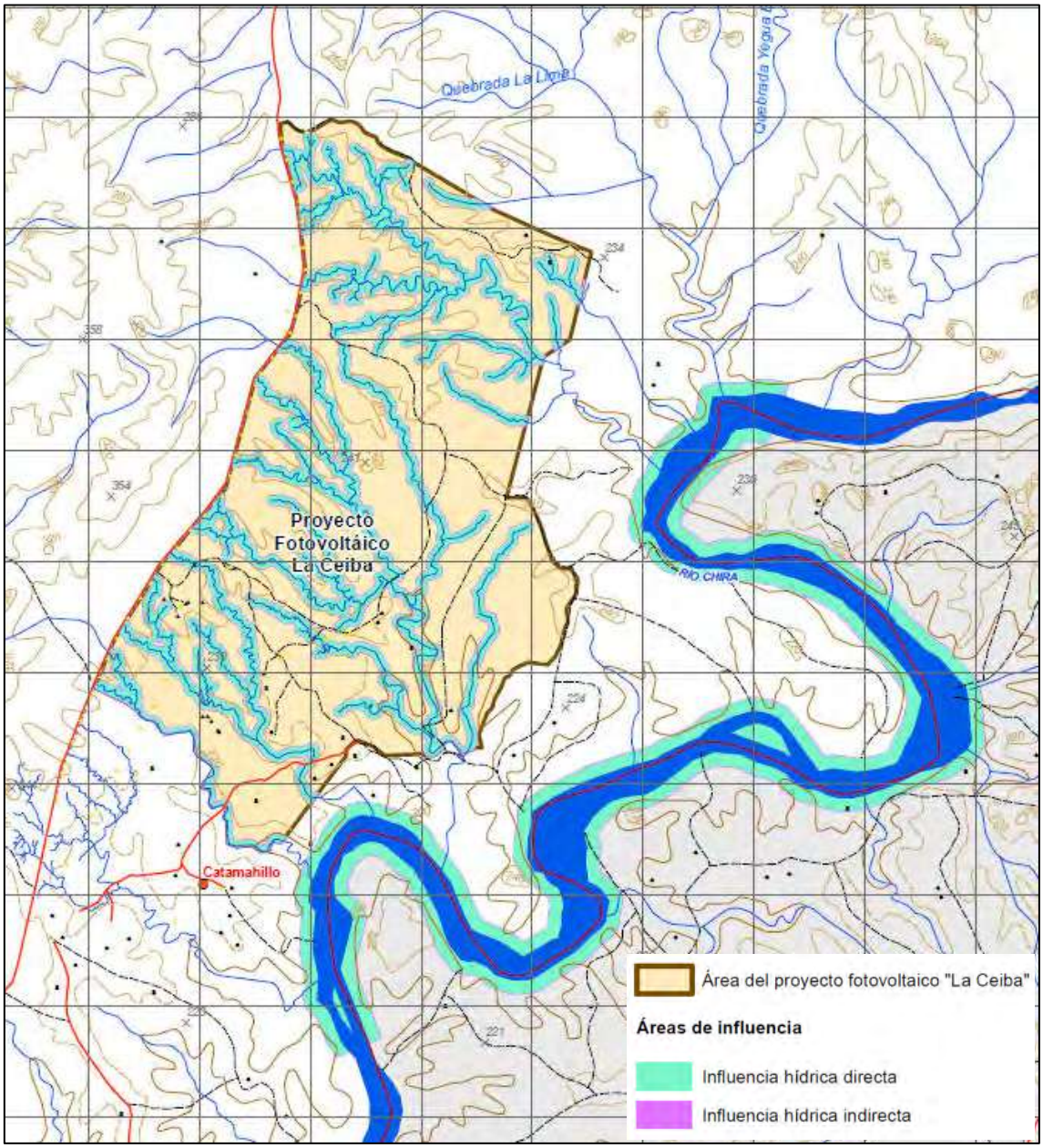


Figura 10-2. Área de influencia directa e indirecta del sub componente Agua.



En el MAPA NRO. 40, se presenta el mapa de Áreas de influencia directa e indirecta del sub componente ambiental agua.

10.1.2. Sub componente Edafológico.

Área de Influencia Directa AID para el componente suelo corresponde al polígono efectivo de intervención directa del proyecto fotovoltaico (sitio de construcción de paneles solares, subestación, campamentos y vías internas). Es decir, abarca toda la superficie donde se realizarán movimientos de tierra, cimentaciones y demás obras civiles que impactan directamente al suelo (Zamorano, 2022).

De acuerdo con la metodología del proyecto *El Aromo* (EIA 2021), el AID de suelo suele coincidir con el área ocupada por las obras en sus distintas fases, pues allí se manifiestan de forma *"directa e inmediata"* los impactos por excavación, compactación y remoción de cobertura del terreno.

En el caso de La Ceiba, esta AID debe excluir explícitamente las franjas de protección de ríos y quebradas definidas en el Plan de Uso y Gestión de Suelo (PUGS) de Zapotillo, a fin de respetar las áreas de protección hídrica (GAD Zapotillo, 2020). Según el PUGS cantonal, en suelo rural se deben mantener sin intervención al menos 60 m desde la orilla del río Chira (río principal) y 20 m desde las riberas de quebradas o cauces secundarios.

Estas zonas ribereñas protegidas se excluyen del AID por su alta sensibilidad, garantizando la conservación de los cauces naturales y reduciendo riesgos de erosión e inundaciones (GAD Zapotillo, 2020). En suma, el AID del suelo comprenderá la huella del proyecto en sí; es decir, el área de implantación del proyecto que incluye la construcción de paneles, accesos y subestación menos aquellas áreas ambientalmente sensibles como las márgenes hídricas que permanecen intactas (Área de influencia directa e indirecta del sub componente agua).

Área de Influencia Indirecta AII para este componente, con base en los elementos técnicos del proyecto fotovoltaico La Ceiba, su entorno físico y la literatura especializada, el buffer adecuado para delimitar el AII del subcomponente suelo sería de 50 m alrededor del polígono del AID, excluyendo las zonas de protección hídrica ya definidas por el PUGS y en base a los siguientes criterios:

- Riesgo de erosión y escurrimiento superficial: En zonas con pendientes moderadas y suelos frágiles (como los Entisoles e Inceptisoles presentes en Zapotillo, la remoción de cobertura vegetal y el tránsito de maquinaria pueden generar procesos de erosión que se manifiestan fuera del área directa de intervención. Estudios muestran que los sedimentos y escorrentías pueden desplazarse decenas de metros más allá del área de obra, especialmente durante lluvias intensas (Zamorano, 2022; OLADE, 2011).

- Criterio adoptado por proyectos similares: En el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto fotovoltaico El Aromo (Bravo, 2021), se delimitó un buffer de 50 metros como AII del suelo, considerando la pendiente del terreno, la dirección de escorrentía y el potencial de efectos indirectos como compactación secundaria, sedimentación o degradación de suelos aledaños. Este criterio se ha validado en otras guías como la de AmbiNor (citada en Zamorano, 2022), que sugiere una franja de amortiguamiento de entre 30 y 100 m, dependiendo de la topografía y el uso del suelo circundante.

- Condiciones locales de Zapotillo: El PDOT y el PUGS identifican en la zona del proyecto suelos con capacidad de uso agrológica limitada y pendientes que pueden superar el 12% en ciertos sectores. Además, la cobertura vegetal es dispersa debido al régimen semiárido. Estas condiciones aumentan la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica, por lo que una franja de 50 m resulta técnicamente prudente para captar impactos inducidos (PDOT Zapotillo, 2019; GAD Zapotillo, 2020).

- Eficiencia ambiental y operativa: Un buffer de 50 metros ofrece una zona de monitoreo y control ambiental que permite implementar medidas de bioingeniería, revegetación o drenaje si se detectan impactos fuera del AID. Además, es suficiente para incluir los caminos internos o de acceso que podrían generar compactación o escorrentía secundaria, sin representar una delimitación excesiva o inoperativa para la gestión del área (OLADE, 2011).

El criterio de 50 m se seleccionó como un amortiguamiento operativo capaz de capturar la propagación espacial típica de impactos edáficos indirectos generados por obra (arrastre de sedimentos, erosión laminar y en surcos, compactación secundaria por tránsito y accesos), los cuales pueden manifestarse más allá del límite de intervención directa, especialmente bajo lluvias intensas y en pendientes moderadas (Morgan, 2005; World Bank Group, 2007). En La Ceiba esto

es técnicamente pertinente porque la línea base identifica predominio de Entisoles e Inceptisoles (suelos someros, pedregosos y con alta susceptibilidad a erosión) y condiciones de relieve/pendiente variables que incrementan la vulnerabilidad a degradación fuera de la huella inmediata (Soil Survey Staff, 2014; FAO, 2006).

Adicionalmente, el buffer de 50 m mantiene coherencia con antecedentes técnicos reportados en el propio estudio: se adopta un valor intermedio dentro de rangos de amortiguamiento sugeridos para suelos (30–100 m según topografía/uso) y coincide con criterios aplicados en proyectos análogos del sector fotovoltaico para captar compactación, sedimentación y degradación edáfica secundaria, sin sobredimensionar el área de gestión (Bravo, 2021; Zamorano, 2022; OLADE, 2011).

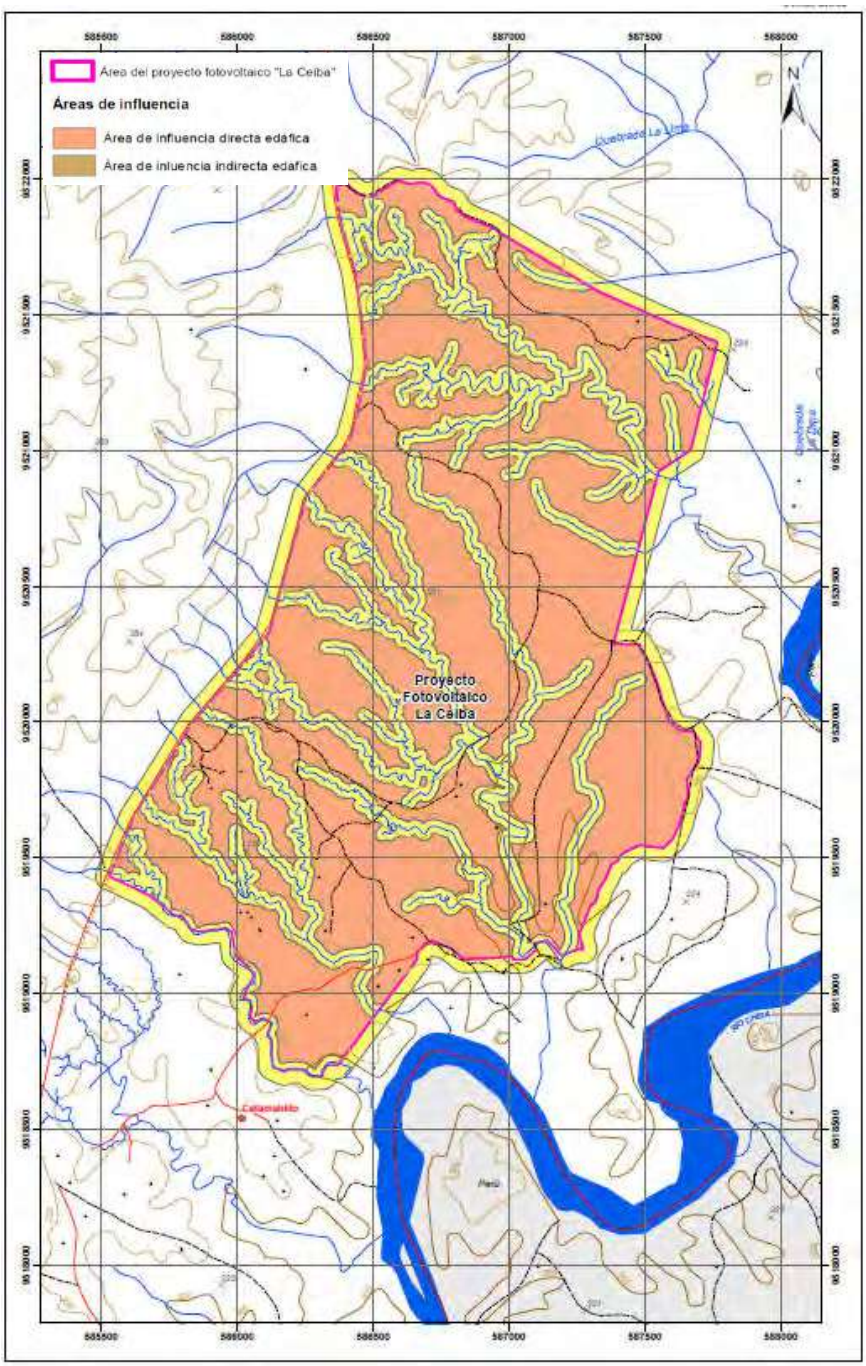
Esta selección también responde a un principio de eficiencia ambiental y operativa, al establecer una franja suficiente para monitoreo y aplicación de medidas (bioingeniería, revegetación, drenajes) en caso de evidenciar impactos fuera del AID, y se implementa de forma reproducible mediante SIG como “buffer 50 m alrededor del AID, excluyendo protección hídrica”

Las superficies calculadas para el AID y AII fueron estimadas mediante herramientas SIG a partir del análisis geoespacial de los buffers definidos.

Tipo de Influencia	Criterio de Delimitación	Distancia	Área (Ha)
Edáfica Directa	Suelos dentro del proyecto excluyendo el área de influencia hídrica	--------	268,60
Edáfica Indirecta	Alrededor del área de influenca directa del suelo	50 metros	182,37

En el MAPA NRO. 41, se presenta el Mapa de área de influencia directa e indirecta del sub componente suelo.

Figura 10-3. Área de influencia directa e indirecta del sub componente Edafología.



10.1.3. Sub componente Calidad del aire.

Las principales las actividades de las etapas de construcción, operación y mantenimiento, implican la generación externa de material particulado y partículas sedimentables (polvo) por el paso de maquinaria y de vehículos al estar ubicado junto al eje vial E-25

Otra de las fuentes principales de alteración de calidad de aire son las emisiones provenientes de fuentes fijas y móviles con motores de combustión interna que aportarán contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), monóxido de carbono (CO) y material particulado. Las fuentes móviles están constituidas por los vehículos y maquinaria que recorrerán las vías circundantes a la zona del proyecto. Para determinar el alcance geográfico de las emisiones de gases contaminantes atmosféricos, se consideran los siguientes factores:

- Las posibles áreas de emanación de gases contaminantes del proyecto y de material particulado.
- Información Bibliográfica relacionada a las tasas de emisión de contaminantes de la maquinaria.
- Software Screen View 4.0.1 se modeló de emisiones gaseosas.

El software SCREEN View 4.0.1 es una herramienta computacional desarrollada por Lakes Environmental que implementa el modelo de dispersión SCREEN3, diseñado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA). Este modelo se utiliza para realizar estimaciones conservadoras de concentraciones máximas de contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes estacionarias, considerando variables como la altura de la chimenea, velocidad de salida, condiciones meteorológicas estándar y características del terreno (USEPA, 1995).

SCREEN3 es un modelo de tipo gaussiano de una sola fuente, basado en el sistema ISC (Industrial Source Complex), y es ampliamente empleado en evaluaciones preliminares de impacto en calidad del aire debido a su simplicidad, rapidez de ejecución y enfoque precautorio. El software SCREEN View proporciona una interfaz gráfica amigable que permite ingresar los parámetros de la fuente emisora, simular múltiples escenarios de estabilidad atmosférica, y representar gráficamente los resultados como concentraciones en función de la distancia, lo que facilita la identificación del pico de concentración y la delimitación de áreas de influencia (Lakes Environmental, 2021).

❖ Metodología y Proceso de Uso de SCREEN View 4.0.1

1. Preparación de Datos de Entrada.

Antes de usar el software, es esencial recopilar y preparar los datos necesarios, que incluye:

- Datos de la fuente emisora: tipo de fuente (puntual), tasa de emisión, altura de la fuente, diámetro del stack (si aplica), velocidad de salida de gases, temperatura de salida de gases.
- Datos meteorológicos: velocidad del viento, dirección del viento, temperatura ambiente, clase de estabilidad atmosférica.
- Datos del receptor: ubicación y altura del receptor.

2. Configuración del Modelo en SCREEN View 4.0.1

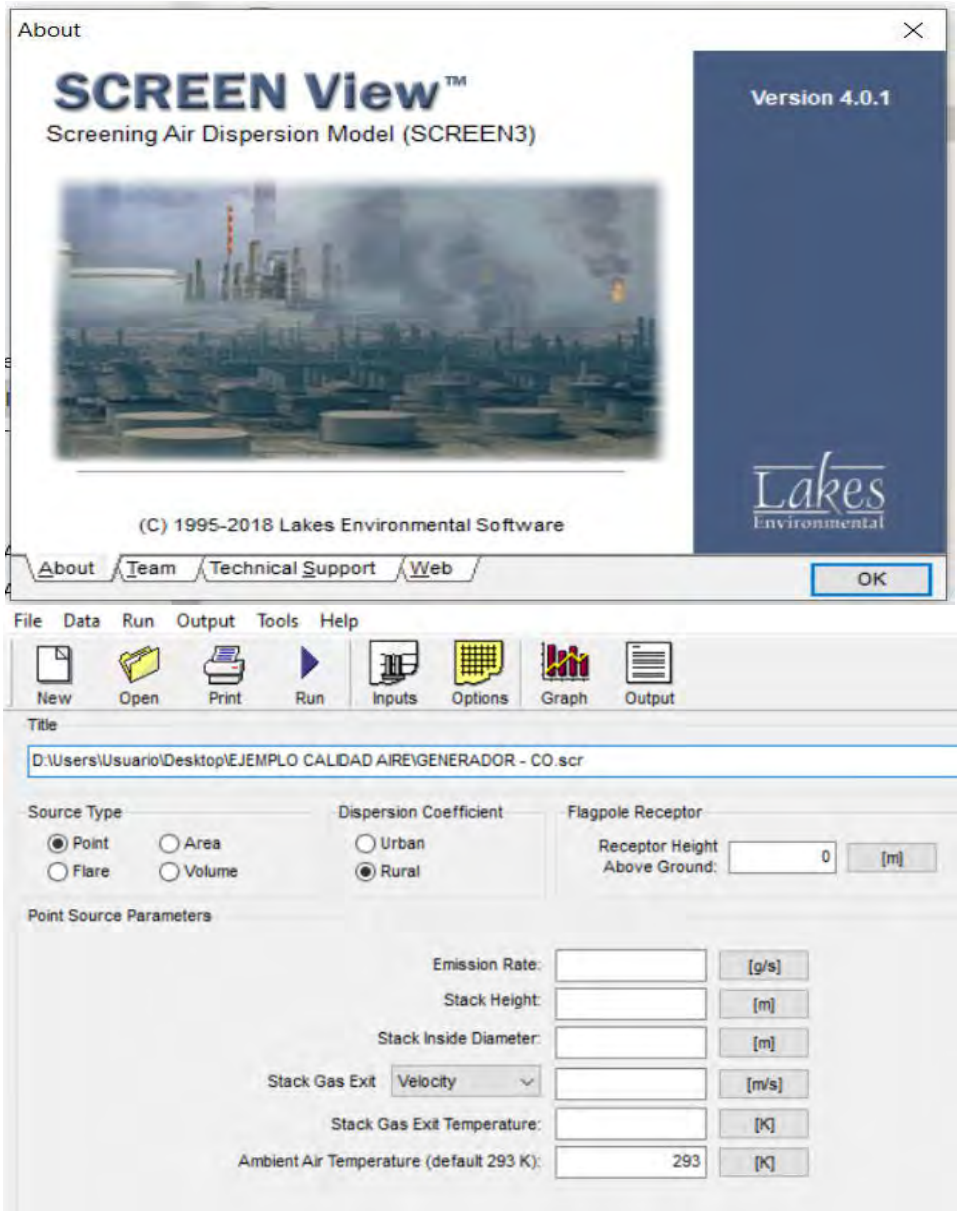
- Abrir el software: Iniciar SCREEN View 4.0.1.
- Crear un nuevo proyecto: En el menú principal, seleccionar la opción para crear un nuevo proyecto y asignarle un nombre.
- Definir las características de la fuente:
  - Seleccionar el tipo de fuente (puntual).
  - Ingresar los parámetros específicos de la fuente como altura, diámetro del stack, velocidad de salida, temperatura de salida, y tasa de emisión.
- Configurar las condiciones meteorológicas:

- Ingresar la velocidad del viento y la temperatura ambiente.
- Seleccionar la clase de estabilidad atmosférica (A a F), que representa la turbulencia del aire.

- Definir los receptores:

  - Ingresar la ubicación de los puntos receptores donde se evaluará la concentración de contaminantes.
  - Establecer la altura de los receptores sobre el suelo.

Figura 10-4. Principales campos del programa SCREEN View 4.0.1



3. Ejecución del Modelo

- **Realizar la simulación**: Una vez configurados todos los parámetros, ejecutar el modelo para calcular la dispersión de los contaminantes.

- **Revisar los resultados:** El software generará resultados que muestran las concentraciones de contaminantes en los puntos receptores seleccionados. Estos resultados pueden presentarse en forma de tablas, gráficos o mapas de dispersión.

4. Interpretación de Resultados

- **Evaluación de impactos**: Analizar las concentraciones de contaminantes en los puntos receptores y compararlas con los estándares de calidad del aire aplicables.
- **Generación de reportes**: Preparar un informe detallado con los datos de entrada, la metodología utilizada, los resultados obtenidos y las conclusiones sobre el impacto de las emisiones gaseosas.

❖ Datos para la simulación del Software Screen View 4.0.1.

Las principales fuentes de emisión de contaminantes en la etapa de construcción será la maquinaria y equipos constructivos:

- Maquinaria y equipos.

✓ Generador:

El aprovisionamiento de energía para la construcción del proyecto fotovoltaico La Ceiba será por medio de un generador de 400 V trifásico. De la información bibliográfica recabada de la ficha Técnica del Generador Caterpillar 3406 PGBI se establece que el caudal de gases de escape es 55.7 m3/min (0,92 m3/s) a una temperatura de 588,1 °C (861,25 K), diámetro de escape 157 mm (0,157 m) y altura de emisión 2150 mm (2,15 m). La tasa de emisión de gases de combustión se observa en la siguiente tabla.

Tabla 10-2. Tasa de emisión de gases (Generador Caterpillar 3406 PGBI).

CONTAMINANTE	EMISIONES (mg/Nm^3)	EMISIONES g/s
NOx	5638,3	5,18
CO	2234,3	2,05
Partículas	307,7	0,28

Fuente: Caterpillar, Ficha técnica Caterpillar 3406 PGBI. Servicio Principal. 320 kVA
Elaboración Equipo Consultor, 2025.

✓ Maquinaria:

La tasa de emisión gaseosa aumenta cuando la maquinaria está en operaciones o en aceleración, de tal manera que se han seleccionado los datos de mayor tasa de emisión para el modelamiento de la calidad del aire. Las concentraciones de los contaminantes principales de emisiones gaseosas de la maquinaria a utilizar en la etapa de construcción, se los ha tomado de lo menciona por INECC (2014; como se cita en Blaubach Consultores S.A., 2023), cuyos datos se encuentran plasmados en la siguiente Tabla.

Tabla 10-3. Tasa de emisión de maquinaria.

TIPO DE MAQUINARIA	TASA DE EMISIÓN (g/s)		
	CO2	CO	NOx
Retroexcavadora	6,41	0,013	0,072
Martillo	19,41	0,013	0,154
Cargador Frontal	**21,77**	**0,023**	**0,370**
Dozer	17,47	0,012	0,126
Tractor	1,99	0,0022	0,020

Fuente: INECC (2014; como se cita en Blaubach Consultores S.A., 2023).
Elaboración Equipo Consultor, 2025.

Para el caso de modelamiento, se empleará los datos de la maquinaria CARGADORA FRONTAL, por ser el equipo con una mayor tasa de emisión de contaminantes.

- ❖ <u>Escenario de modelamiento:</u>

El enfoque metodológico del peor escenario se fundamenta en la premisa de evaluar la condición más desfavorable posible desde el punto de vista de generación de emisiones atmosféricas, con el objetivo de asegurar que los resultados del modelamiento contemplen el máximo impacto potencial sobre la calidad del aire (USEPA, 1995; OLADE, 2011). Para ello, se asume que toda la maquinaria opera simultáneamente, en el mismo punto y en el límite del área de implantación del proyecto fotovoltaico, condición que representa el denominado “punto cero” de dispersión de gases. Esta hipótesis permite simplificar el análisis al considerar una fuente emisora estacionaria, ajustándose a los requisitos del modelo de dispersión SCREEN3, implementado en el software SCREEN View 4.0.1.

Bajo este enfoque, la simulación se configura como una fuente fija de tipo puntual o de baja altura, desde la cual se estima la dispersión de contaminantes en función de la distancia y condiciones atmosféricas conservadoras. El resultado principal de la modelación será la distancia a la cual se alcanza la concentración máxima del contaminante, parámetro que se empleará para delimitar un buffer desde el polígono del área de implantación, estableciendo así el Área de Influencia Directa (AID) para el subcomponente aire (Bravo, 2021; Zamorano, 2022).

Para el modelamiento específico del proyecto *La Ceiba*, se ha seleccionado como equipo representativo a la cargadora frontal, debido a que este presenta una de las tasas de emisión más elevadas entre la maquinaria empleada en la fase de construcción, especialmente en cuanto a contaminantes como óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{10}). Esta elección es consistente con las recomendaciones metodológicas para estudios de impacto en calidad del aire, que sugieren emplear como base del análisis la fuente móvil de mayor emisión, a fin de representar de manera precautoria el peor escenario posible (López & Manzini, 2022; USEPA, 1995).

Este enfoque conservador no solo permite garantizar márgenes de seguridad ambiental, sino también constituye una práctica estándar en la evaluación de emisiones en proyectos energéticos, al facilitar la delimitación técnica del área con mayores riesgos potenciales por calidad del aire.

- ❖ <u>Datos generales para la modelación:</u>

- **La velocidad del viento y dirección:** Se consideró el promedio de los datos tomados durante el monitoreo de calidad del aire realizado por el laboratorio LABCESTTA S.A. (2025): 1.1 m/s en dirección SO (Monitoreo de ruido ambiental).

- **Diámetro del tubo de salida** de escape se considera de una medida estándar de 3 pulgadas (0,076 m).
- **Altura de emisión** (tubo de escape) del Cargador frontal es de 3,52 m.
- **Temperatura de los gases** de salida 573 °K (300°C).
- **Vivienda más cercana:** Ubicada a 12 m del área geográfica (vivienda más cercana al proyecto), corresponde a la Casa comunal del Barrio San Joaquín. Dato utilizado como distancia de interés.

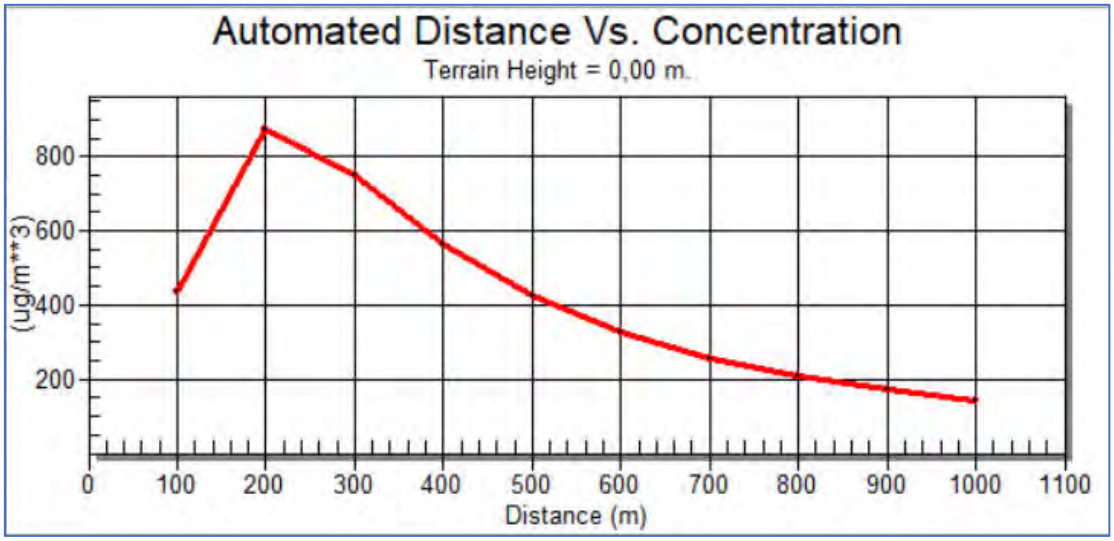
❖ <u>Resultados de modelamiento:</u>

- **Generador.**

✓ **Óxidos de Nitrógeno NOx.**

La curva presenta un pico de concentración máximo de NOx aproximadamente de 876 µg/m³ a 205 metros desde la fuente emisora. Esta distancia representa el punto crítico donde la calidad del aire se ve más comprometida. Desde los 205 m en adelante, la curva muestra un descenso progresivo de las concentraciones, lo que indica una dispersión efectiva del contaminante a medida que aumenta la distancia desde la fuente. A partir de aproximadamente 600 m, se observa una tendencia de estabilización de la curva, lo cual sugiere que los contaminantes se diluyen progresivamente hasta alcanzar concentraciones cercanas al fondo ambiental hacia los 1000 m.

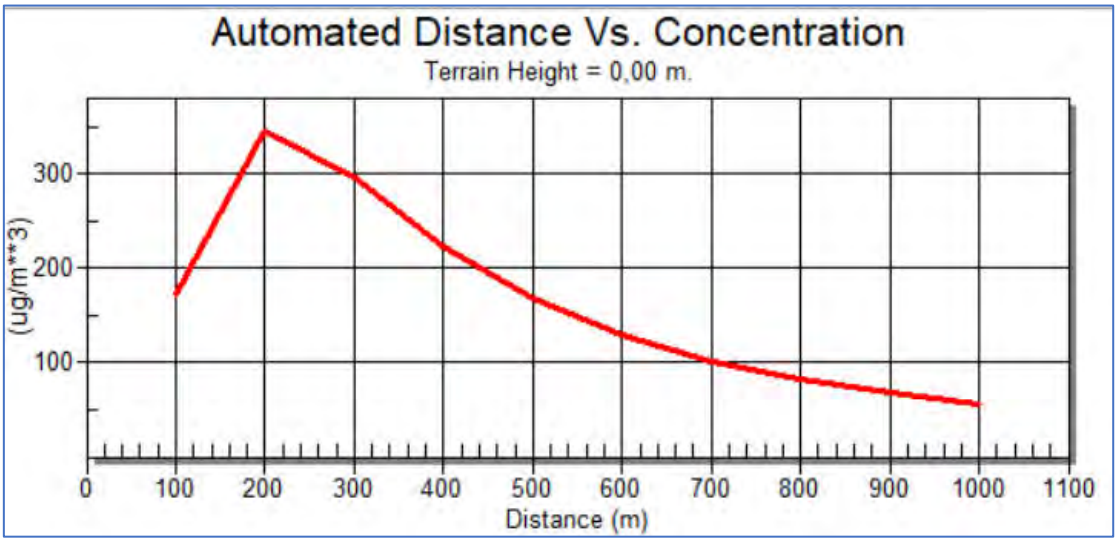
Figura 10-5. Modelo de dispersión del contaminante NOx (generador)



✓ **Óxido de Carbono CO.**

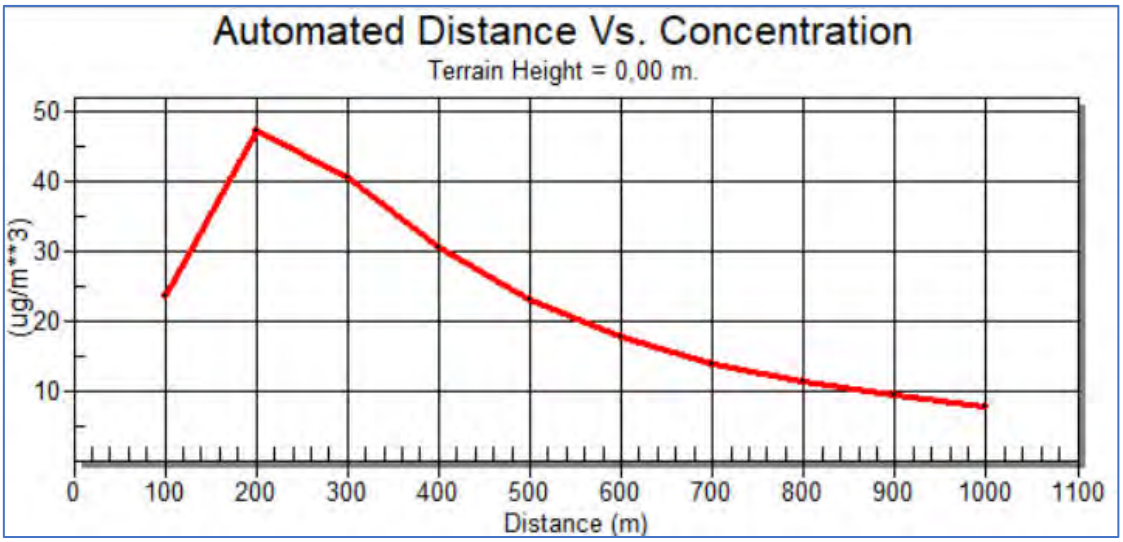
La concentración máxima de monóxido de carbono se registra en los 205 metros desde la fuente emisora, con un valor aproximado de 340 µg/m³. A partir del punto de máxima concentración, se observa un descenso progresivo en las concentraciones de CO, lo cual es característico de la dispersión gaussiana, en la que los contaminantes tienden a diluirse con el aumento de la distancia y el efecto del viento. A los 1000 metros, la concentración se ha reducido significativamente, aproximándose a los valores de fondo ambiental.

Figura 10-6. Modelo de dispersión del contaminante COx (generador)



✓ Material particulado.

Figura 10-7. Modelo de dispersión del contaminante Material Particulado (generador)

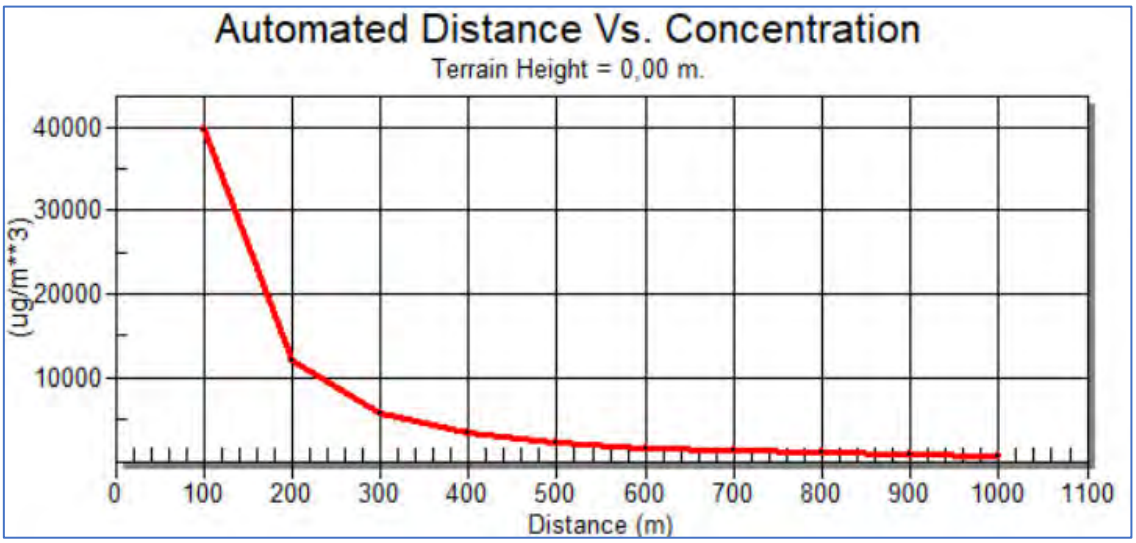


El punto de máxima concentración de material particulado se localiza a 205 m con una concentración de 47,38 ug/m^3, por lo que esta distancia debe considerarse como el límite del Área de Influencia Directa (AID) para el subcomponente aire, específicamente para este contaminante. La Área de Influencia Indirecta (AII) se establece en 1000 m desde el perímetro del proyecto, ya que más allá de este radio, las concentraciones se aproximan al fondo ambiental y la dispersión se considera efectiva y ambientalmente inocua. Estos resultados coinciden con patrones típicos de modelación para fuentes de baja altura y condiciones meteorológicas estándar en zonas rurales, como es el caso del proyecto fotovoltaico *La Ceiba* (USEPA, 1995; Zamorano, 2022).

- Maquinaria (Cargador frontal)

  ✓ Dióxido de Carbono CO2.

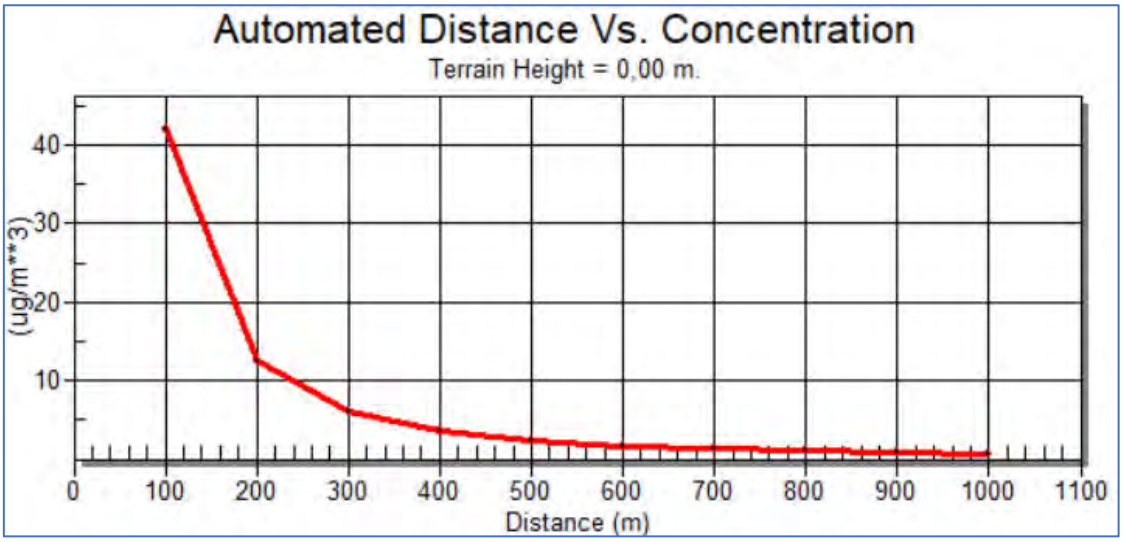
Figura 10-8. Modelo de dispersión del contaminante CO2 (Maquinaria)



Se observa que la concentración máxima de CO_2 se presenta a una distancia muy próxima a la fuente emisora, específicamente alrededor de los 100 metros, con un valor cercano a los 40.000 µg/m³. A partir de esa distancia, la curva muestra una caída abrupta en la concentración, bajando a valores cercanos a los 10.000 µg/m³ hacia los 200 m, y disminuyendo progresivamente hasta estabilizarse por debajo de los 2.000 µg/m³ a los 1000 m. Este patrón de dispersión responde al comportamiento típico de un gas no reactivo y de alta densidad, como el CO_2, que tiende a dispersarse rápidamente a nivel del suelo bajo condiciones de emisión continua y baja altura (USEPA, 1995; López & Manzini, 2022).

✓ Óxido de Carbono CO.

Figura 10-9. Modelo de dispersión del contaminante CO (Maquinaria)

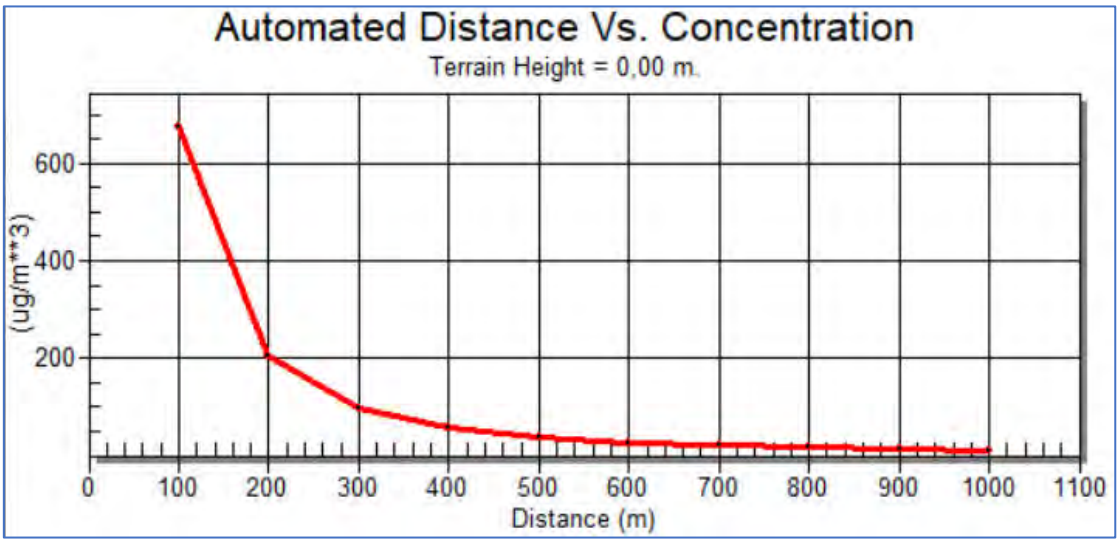


La concentración máxima de CO se alcanza a una distancia de 100 metros desde la fuente emisora, con un valor de aproximadamente 42 µg/m³. A partir de los 200 m, se observa una

disminución rápida y sostenida de la concentración, descendiendo por debajo de los 10 µg/m³ hacia los 300 m y estabilizándose hacia los 1000 m en valores cercanos al fondo ambiental. Este comportamiento refleja una dispersión eficiente del contaminante, típico de emisiones de maquinaria móvil en espacios abiertos con fuentes de baja altura (USEPA, 1995; López & Manzini, 2022).

- ✓ Óxido de Nitrógeno NOx.

Figura 10-10. Modelo de dispersión del contaminante CO (Maquinaria)



La concentración máxima de NO_x se alcanza a una distancia de 100 metros, con un valor aproximado de 676,4 µg/m³. A partir de esta distancia, la curva presenta un descenso progresivo y constante, registrando valores de aproximadamente 200 µg/m³ hacia los 200 m, y luego estabilizándose por debajo de 100 µg/m³ a partir de los 500 m, hasta alcanzar niveles cercanos al fondo ambiental a los 1000 m. Este comportamiento es característico de gases generados por fuentes móviles de baja altura, donde el contaminante se dispersa eficazmente en presencia de condiciones atmosféricas estables (USEPA, 1995; OLADE, 2011).

- ❖ <u>Resumen:</u>

El análisis de calidad del aire realizado para el proyecto La Ceiba consideró los principales contaminantes generados durante la operación de generadores de respaldo y maquinaria de obra civil, modelando su dispersión atmosférica en función de las condiciones meteorológicas locales y la topografía del sitio. Los resultados determinaron que la concentración máxima de contaminantes se alcanza a 205 metros de la fuente emisora, correspondiente al generador eléctrico. En ese punto, se registraron concentraciones pico de óxidos de nitrógeno (NO_x): 876,6 µg/m³, monóxido de carbono (CO): 346,9 µg/m³, y material particulado (PM): 47,38 µg/m³. A partir de esa distancia, se observa un descenso sostenido en la concentración de los contaminantes (Zamorano, 2022; OLADE, 2011).

En cuanto a las emisiones generadas por la maquinaria de construcción, se reportaron valores máximos a 100 metros de la fuente: CO_2: $3{,}98\times10^4$ µg/m³, CO: 42,05 µg/m³, y NO_x: 676,4 µg/m³, indicando una dispersión significativa, pero de alcance más limitado. Estos valores se alinean con modelos de dispersión atmosférica típicos en zonas rurales con condiciones de viento moderado y baja humedad, donde la concentración máxima se alcanza entre los 100 y 250 m del foco emisor, dependiendo de la altura de emisión y estabilidad atmosférica (USEPA, 2005; Bravo, 2021).

En base a estos resultados, se establece como Área de Influencia Directa (AID) del componente aire un buffer de 205 m alrededor del polígono de implantación del proyecto, ya que en ese radio se presentan los niveles más altos de concentración de contaminantes atmosféricos, tanto por el generador como por la maquinaria asociada al proyecto. Este criterio técnico es consistente con estudios previos de parques solares en zonas semiáridas, donde los máximos de NO_x y CO tienden a estabilizarse más allá de los 200 m desde la fuente (Zamorano, 2022; MAATE, 2021).

Adicionalmente, se delimita el Área de Influencia Indirecta (AII) como un radio de 1000 metros desde el área de implantación del proyecto, distancia en la cual las concentraciones de contaminantes tienden a disminuir de manera constante hasta alcanzar valores cercanos al fondo ambiental local. Este enfoque concuerda con las metodologías de modelación empleadas en proyectos similares en Ecuador y América Latina, en donde se adopta el criterio de "dispersión atenuada" como límite del AII (OLADE, 2011; GIZ, 2022).

Las distancias pueden ser reducidas por la presencia de factores físicos como las barreras naturales o la topografía en donde se emplazará el proyecto.

Tabla 10-4. Resumen de Áreas de influencia directa e indirecta del sub componente aire.

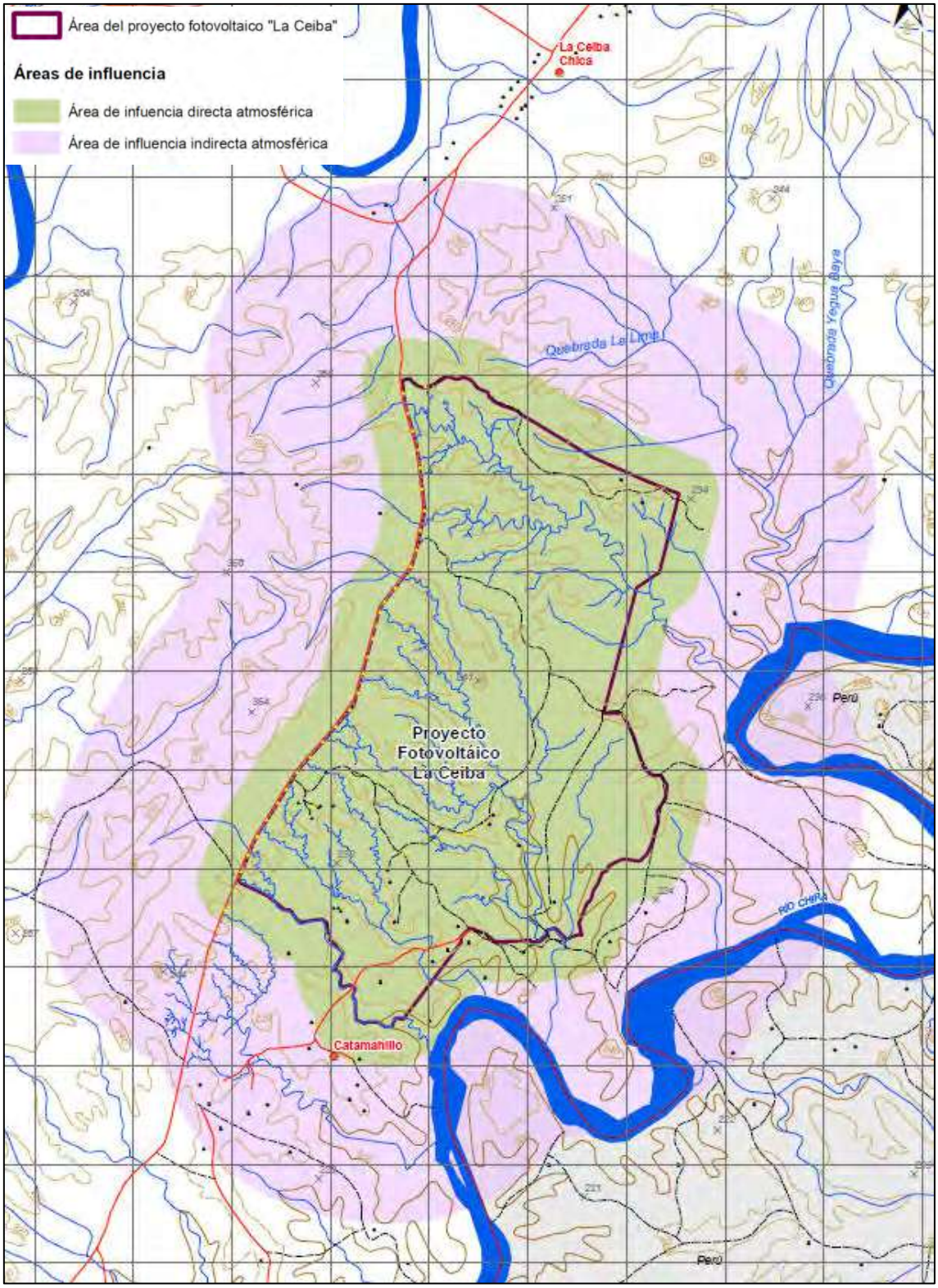
AREA	OBSERVACIÓN
Influencia Directa	Buffer de 205 m alrededor del área de implantación del proyecto (zona de máxima concentración de contaminantes)
Influencia Indirecta	Buffer de 1000 m desde el polígono del proyecto (zona de dispersión atenuada de gases)

Figura 10-11. Diagrama de flujo del geoproceso utilizado (Aire).

Las superficies calculadas para el AID y AII fueron estimadas mediante herramientas SIG a partir del análisis geoespacial de los buffers definidos.

Tipo de Influencia	Criterio de Delimitación	Distancia (Buffer)	Área (Ha)
Atmosférica Directa	Alrededor del área de implantación del proyecto (zona de máxima concentración de contaminantes)	205 m	610,235
Atmosférica Indirecta	Alrededor del polígono del proyecto (zona de dispersión atenuada de gases	1000 m	1029,84

Figura 10-12. Área de influencia directa e indirecta del sub componente Atmosférico.



En el MAPA NRO. 42, se detalla el Mapa del AID y AII para el componente aire. En el ANEXO 10-1 se presenta los datos del Modelamiento en el Software Screen View 4.0.1. y fichas técnicas (Caterpillar).

10.1.4. Sub Componente Ruido Ambiental.

Para la determinación del área de influencia por ruido se consideró un enfoque de escenario pesimista, es decir, el que involucra las actividades con mayor generación de presión sonora durante la fase constructiva del proyecto fotovoltaico. Esta etapa, típicamente asociada con el uso intensivo de maquinaria pesada, transporte de materiales, cimentación y montaje de estructuras metálicas, ha sido reconocida como la más crítica en términos de generación de ruido en proyectos similares (INECC, 2014; como se cita en Blaubach Consultores S.A., 2023).

El análisis partió de un escenario teórico validado con datos reales, obtenidos tanto de estudios análogos como de los monitoreos ambientales realizados in situ durante la línea base del presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA). La información empleada incluyó:

- Los resultados de monitoreo de ruido ambiental en el límite del proyecto.
- Los límites permisibles establecidos en la normativa ecuatoriana vigente, específicamente el Acuerdo Ministerial 097-A, que regula los niveles máximos de ruido permitidos según el tipo de zona (Ministerio del Ambiente, 2015).
- Los valores de emisión sonora típicos de maquinaria empleada en construcción de plantas fotovoltaicas, documentados en fuentes bibliográficas técnicas como la OLADE (2011) y GIZ (2022).

Con esta información, se delimitó preliminarmente el área en la que se espera una mayor incidencia de ruido durante la construcción. A partir de allí, se aplicó el modelo teórico de atenuación acústica en campo libre, propuesto por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas – CEDEX (2017), según el cual:

“En campo libre, al duplicarse la distancia desde la fuente emisora, la presión sonora disminuye aproximadamente 6 decibelios (dB), debido a la expansión esférica de la onda sonora” (CEDEX, 2017, p. 45).

Asimismo, se reconoce que la presencia de obstáculos, vegetación o topografía irregular puede inducir efectos adicionales de atenuación sonora. No obstante, para este análisis se adoptó el criterio conservador de considerar un entorno libre de barreras físicas, con el fin de no subestimar el área de posible afectación. Este enfoque permite definir un radio teórico de dispersión sonora a partir de las fuentes críticas del proyecto, delimitando así el Área de Influencia Directa (AID) para el componente ruido, la cual será empleada en la zonificación ambiental del proyecto.

AREA DE INFLUENCIA DIRECTA.

- Herramienta Inverse Distance Weighting IDW de ArcGis 10.5

Según Burrough et al (1998) La metodología empleada para utilizar la herramienta de ponderación por distancia inversa (IDW) en ArcGIS 10.5 permite determinar áreas de influencia del ruido ambiental e incluye varios pasos, desde la preparación de datos hasta la visualización de resultados (Ver ANEXO 10-2. Metodología Herramienta Inverse Distance Weighting IDW de ArcGis 10.5). Es una técnica de interpolación que estima valores en puntos desconocidos utilizando valores de puntos conocidos. Se basa en un método matemático específico, la premisa básica es que los puntos más cercanos al punto de estimación tienen una mayor influencia en el valor estimado que los puntos más lejanos.

Tomando en cuenta la atenuación por distancia; el área que se encontrará afectada por el ruido generado de las actividades del proyecto se calculó con la herramienta Inverse Distance Weighting IDW de ArcGis 10.5, cuyo método matemático de interpolación usa una función inversa de la distancia, partiendo del supuesto que las cosas que están más cerca son más parecidas, por lo tanto, tienen más peso e influencia sobre el punto a estimar.

Con los resultados obtenidos se calcula el área de influencia directa para Ruido, el buffer se traza alrededor de la fuente que emite sonido en este caso la maquinaría (fuente de emisión) que se encontrará trasladándose por toda el área de implantación y como límite se consideran los puntos de monitoreo de ruido establecidos en la línea base. La distancia se delimita asumiendo que no existe ningún tipo de atenuación acústica alrededor de la fuente de ruido. Es por ello, para el área de influencia directa se establece el área de intervención relacionada con el proyecto, es decir el área de implantación del PROYECTO FOTOVOLTÁICO LA CEIBA (401,31 ha).

AREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

- **Metodología**

Según Toledo (2005) para determinar el radio de influencia en base al incremento en los niveles de ruido, se analiza un escenario teórico de la dispersión del ruido, considerando actividades de mayor afectación. También se considera que en campo libre la técnica más conocida para calcular el decaimiento es la "ley de la raíz inversa", esta ley indica que al duplicarse la distancia desde la fuente el sonido decae en 6 dB para una onda esférica.

En el caso del proyecto, los mayores niveles de ruido se generarán durante actividades de construcción por el uso de maquinaria.

De lo establecido por Martín (2014) para establecer el área en la que incide directamente el ruido se utiliza la metodología para determinar el nivel de presión sonora de fuentes direccionales que determina el nivel de presión sonora producido por una fuente direccional, en una dirección de coeficiente de directividad, en función del nivel de potencia total de la fuente y de la distancia a ella; son consideradas como fuentes direccionales las fuentes sonoras en las que la emisión es uniforme en determinados rangos de direcciones y nulas en otros.

En el documento Apuntes de Acústica de Martín (2014) se plantea la ecuación que permite determinar el nivel de presión sonora en un punto en función del nivel de potencia característico de la fuente, el coeficiente de directividad y la distancia de un punto de afectación a la fuente, siendo la siguiente:

$$Lp\ (dB) = Lw\ (dB) + 10 \log \frac{Q}{4\pi r^2}$$

Dónde

Lp = Nivel de presión sonora en un punto (dB).
Lw = Nivel de potencia sonora de la fuente (dato que habitualmente suelen facilitar los fabricantes de distintos equipos y dispositivos) (dB).
Q= coeficiente de directividad (Los valores teóricos más usuales de Q son 1, 2, 4 y 8, dependiendo donde la fuente sonora esté situada, respectivamente, en el centro del espacio abierto, sobre una superficie, en la intersección de dos planos y en la intersección de tres planos)
r = Distancia que separa el punto de la fuente (m).

Es necesario indicar que el nivel de presión sonora determina cuanto sonido llega a un determinado punto, mientras que el nivel de potencia sonora determina cuanto ruido se produce[1].

Lp: se tomó el límite máximo permisible para horario diurno (65 dB) para uso de suelo Agrícola residencial (AR) (tabla N°1 del ANEXO 5, Acuerdo Ministerial 097-A TULSMA) y Lp: se tomó el límite máximo permisible para horario nocturno (45 dB) para uso de suelo Agrícola residencial (AR) (tabla N°1 del ANEXO 5, Acuerdo Ministerial 097-A TULSMA).

Lw: para los generadores eléctricos se encuentran en el rango de 80 a 105 dB según Nuñez y Ayala (2011) y para la maquinaria se ha considerado los niveles de presión sonora de acuerdo a lo establecido en la Norma Británica BS5228.

Se despeja r de la ecuación dada y luego se calcula el valor de r con los datos proporcionados.

La ecuación es:

$$L_p(dB) = L_w(dB) + 10\log\left(\frac{Q}{4\pi r^2}\right)$$

Sustituimos los valores:

$$65 = 80 + 10\log\left(\frac{2}{4\pi r^2}\right)$$

Ahora, despejamos r

1. Restamos 80 de ambos lados de la ecuación:

$$65 - 80 = 10\log\left(\frac{2}{4\pi r^2}\right)$$
$$-15 = 10\log\left(\frac{2}{4\pi r^2}\right)$$

2. Dividimos ambos lados de la ecuación por 10:

$$\frac{-15}{10} = \log\left(\frac{2}{4\pi r^2}\right)$$
$$-1.5 = \log\left(\frac{2}{4\pi r^2}\right)$$

3. Convertimos la ecuación logarítmica en su forma exponencial:

$$10^{-1.5} = \frac{2}{4\pi r^2}$$

4. Calculamos $10^{-1,5}$:

$$10^{-1.5} = \frac{1}{10^{1.5}} = \frac{1}{\sqrt{10^3}} = \frac{1}{\sqrt{1000}} = \frac{1}{31.6228} \approx 0.03162$$

5. Sustituimos este valor en la ecuación:

$$0.03162 = \frac{2}{4\pi r^2}$$

6. Multiplicamos ambos lados por $4\pi r^2$ para despejar r^2:

$$0.03162 \cdot 4\pi r^2 = 2$$
$$4\pi r^2 = \frac{2}{0.03162}$$

7. Calculamos el valor de $\frac{2}{0,03162}$

[1] Grupo de investigación en instrumentación y acústica aplicada (2016). Recuperado de http://www.i2a2.upm.es/faq-items/nivel-de-potencia-acustica-o-nivel-de-presion-sonora/

$$\frac{2}{0.03162} \approx 63.24555$$

8. Ahora dividimos ambos lados por 4π:

$$r^2 = \frac{63.24555}{4\pi}$$
$$r^2 \approx \frac{63.24555}{12.5664}$$
$$r^2 \approx 5.0332$$

9. Finalmente, tomamos la raíz cuadrada de ambos lados para encontrar r:

$$r = \sqrt{5.0332}$$
$$r \approx 2.24\,\text{m}$$

La distancia calculada es de 2.24 m para horario diurno (65 dB según AM 97 A) para uso de suelo Agrícola residencial (AR).

Se aplica la misma fórmula, pero con un escenario nocturno (45 dB AM 097 A) para uso de suelo Agrícola residencial (AR).

Se despeja r de la ecuación dada y luego se calcula el valor de r con los datos proporcionados.

La ecuación es:

$$L_p(dB) = L_w(dB) + 10\log\left(\frac{Q}{4\pi r^2}\right)$$

Sustituimos los valores:

$$45 = 80 + 10\log\left(\frac{2}{4\pi r^2}\right)$$

Ahora, despejamos r:

1. Restamos 80 de ambos lados de la ecuación:

$$45 - 80 = 10\log\left(\frac{2}{4\pi r^2}\right)$$
$$-35 = 10\log\left(\frac{2}{4\pi r^2}\right)$$

2. Dividimos ambos lados de la ecuación por 10:

$$\frac{-35}{10} = \log\left(\frac{2}{4\pi r^2}\right)$$
$$-3.5 = \log\left(\frac{2}{4\pi r^2}\right)$$

3. Convertimos la ecuación logarítmica en su forma exponencial:

$$10^{-3.5} = \frac{2}{4\pi r^2}$$

4. Calculamos $10^{-3,5}$:

$$10^{-3.5} = \frac{1}{10^{3.5}} = \frac{1}{\sqrt{10^7}} = \frac{1}{3162.27766016838} \approx 0.000316$$

5. Sustituimos este valor en la ecuación:

$$0.000316 = \frac{2}{4\pi r^2}$$

6. Multiplicamos ambos lados por $4\pi r^2$ para despejar r^2:

$$0.000316 \cdot 4\pi r^2 = 2$$
$$4\pi r^2 = \frac{2}{0.000316}$$

7. Calculamos el valor de $\frac{2}{0,000316}$

$$\frac{2}{0.000316} \approx 6329.11392$$

8. Ahora dividimos ambos lados por 4π:

$$r^2 = \frac{6329.11392}{4\pi}$$
$$r^2 \approx \frac{6329.11392}{12.5664}$$
$$r^2 \approx 503.292$$

9. Finalmente, tomamos la raíz cuadrada de ambos lados para encontrar r:

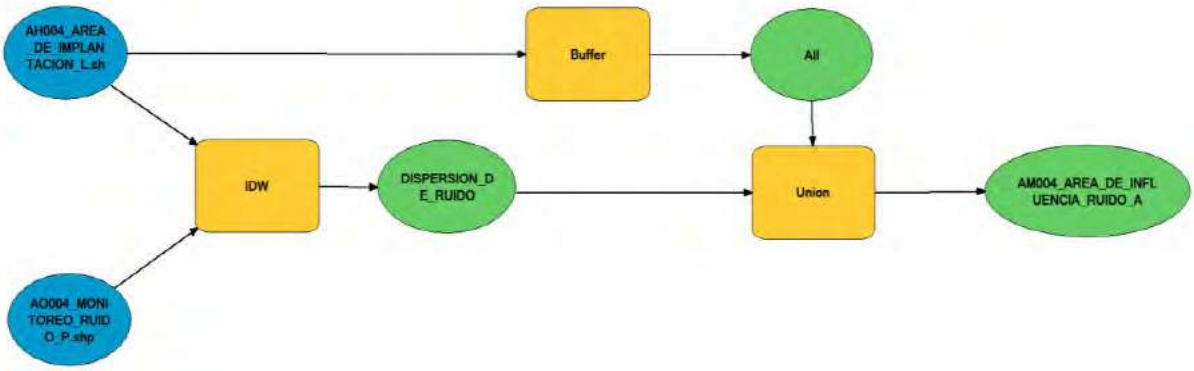
$$r = \sqrt{503.292}$$
$$r \approx 22.43\,\text{m}$$

La distancia calculada es de 22,43 m para horario nocturno (45 dB) para uso de suelo Agrícola residencial (AR).

Límite (AM 097 A) Anexo 5	Distancia calculada
Horario diurno (65 dB) límite permisible	2,24 m
Horario nocturno (45 dB) límite permisible	22,43 m

En base a la metodología empleada, se ha considerado tomar como AII un rango de 22,43 m calculados a partir del AID. Se toma el rango de mayor dispersión considerando que puede ser el peor escenario del proyecto.

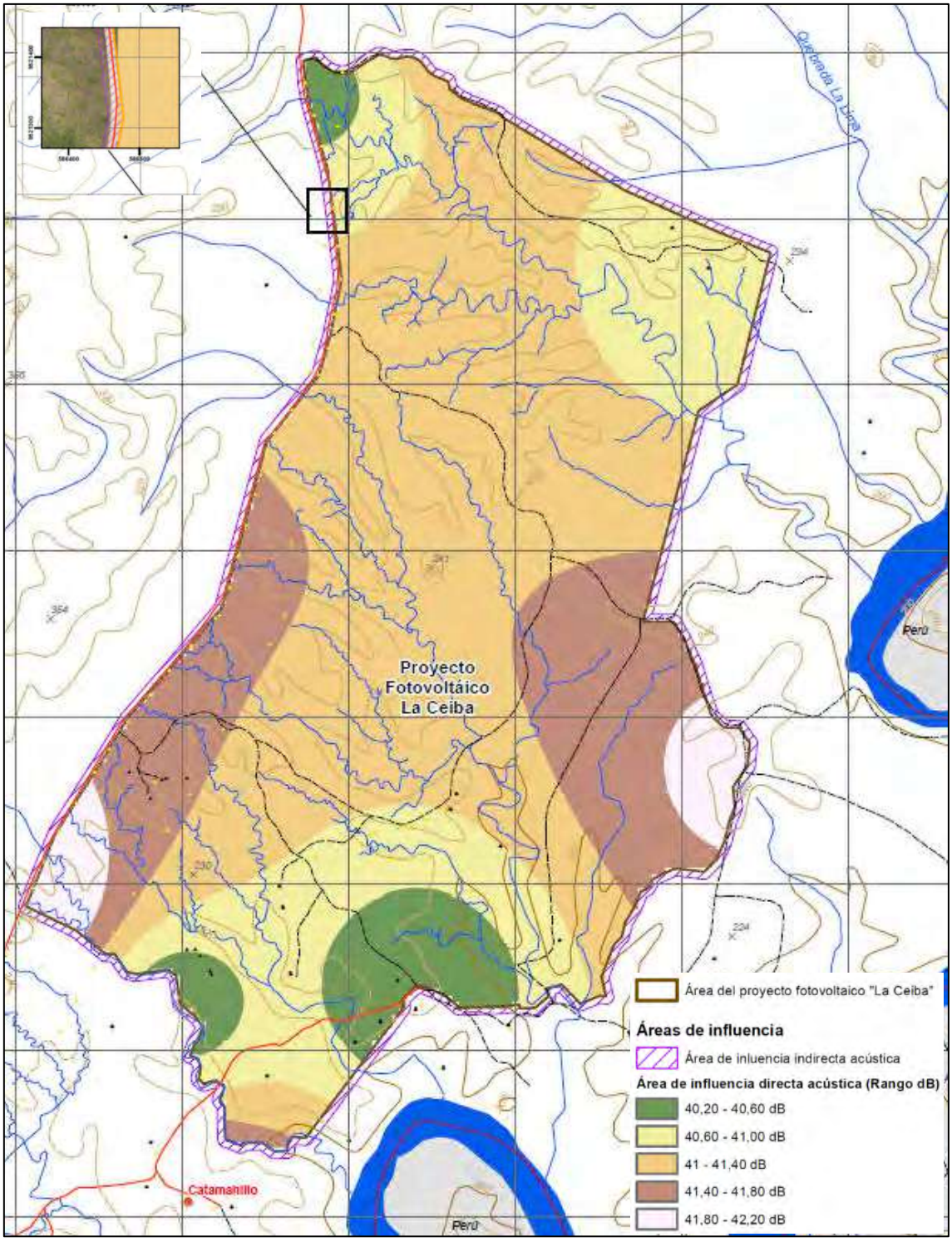
Figura 10-13. Diagrama de flujo del geoproceso utilizado (Ruido ambiental).



Las superficies calculadas para el AID y AII fueron estimadas mediante herramientas SIG a partir del análisis geoespacial de los buffers definidos.

Tipo de Influencia	Criterio de Delimitación	Distancia (Buffer)	Área (Ha)
Acústica Directa	Área interna con generación de ruido	Dentro del proyecto	401.311
Acústica Indirecta	Paralelo al poligono del proyecto	22,43 metros	22,197

Figura 10-14. Área de influencia directa e indirecta del sub componente Ruido Ambiental.



En el MAPA NRO. 43, se presenta el Mapa de áreas de influencia directa e indirecta del componente ruido ambiental.

10.1.5. Sub Componente Radiaciones No Ionizantes.

- Área de Influencia Directa (AID).

Para el subcomponente radiaciones no ionizantes considera exclusivamente la fase de operación de la subestación eléctrica de elevación dentro del proyecto fotovoltaico La Ceiba, debido a que es en esta etapa donde operan los principales equipos generadores de campos electromagnéticos (CEM) de frecuencia extremadamente baja (ELF), como transformadores, celdas de media tensión y barras colectoras. Es importante señalar que, durante la fase de construcción, no se contemplan fuentes generadoras relevantes de radiaciones no ionizantes, ya que la maquinaria y equipos temporales no alcanzan niveles de emisión medibles o significativos en este espectro (ICNIRP, 2010; WHO, 2016).

Desde una perspectiva física, un "campo" representa una región del espacio donde actúan fuerzas sobre partículas o cuerpos. Por ejemplo, el campo gravitacional ejerce fuerza sobre los cuerpos con masa, mientras que un campo electromagnético se genera por la presencia de cargas eléctricas (campo eléctrico) y su movimiento (campo magnético) (Vernieri, Piña & Rodríguez, 2020). En las instalaciones eléctricas como subestaciones y líneas de transmisión, estos campos se manifiestan como ondas ELF que se atenúan rápidamente con la distancia, de acuerdo con principios básicos de propagación y absorción en medios dieléctricos (ICNIRP, 2010).

Estudios como el de Cadavid et al. (2010) analizan la propagación de campos electromagnéticos generados por líneas de transmisión, bajo condiciones idealizadas: conductores rectos, homogéneos, infinitos y en campo libre, ignorando obstáculos, resistividad del terreno o estructuras metálicas. Bajo estas condiciones teóricas, los campos eléctricos suelen alcanzar valores entre 1–3 kV/m, y los campos magnéticos entre 1–6 µT, medidos directamente bajo los conductores de líneas de alta tensión. Sin embargo, en subestaciones eléctricas, los campos ELF tienden a ser inferiores, registrándose normalmente valores menores a 0,8 µT en el perímetro externo (CEDEX, 2017).

En el caso del proyecto La Ceiba, el AID se limita al área interna de la subestación eléctrica y su borde inmediato, ya que es allí donde se concentra la actividad electromagnética derivada de la conversión y elevación de energía a media y alta tensión. La intensidad de los campos generados por estos equipos no supera los 100 µT para el público en general ni los 1000 µT para exposición ocupacional, según los límites establecidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica No Ionizante – ICNIRP (2010), por lo que no se prevén riesgos para la salud humana ni la fauna presente en la zona (OMS, 2016; WHO, 2007).

- Área de influencia directa.

El Área de Influencia Directa (AID) para el subcomponente de radiaciones no ionizantes comprende principalmente el área de construcción de la subestación eléctrica del parque fotovoltaico La Ceiba, donde se ubicarán equipos emisores de campos electromagnéticos (CEM) de frecuencia extremadamente baja (ELF), como transformadores, celdas de media tensión y bancos de capacitores. Estos equipos generan campos eléctricos y magnéticos en la frecuencia de 60 Hz, los cuales disminuyen de manera significativa con la distancia desde la fuente (ICNIRP, 2010).

En estudios técnicos realizados por CEDEX (2017), se ha establecido que las intensidades de campo magnético a nivel del vallado perimetral de subestaciones de alta tensión (incluso mayores a las del presente proyecto) son del orden de 0,1 a 0,8 µT, lejos de los valores considerados peligrosos para la salud pública. Incluso en subestaciones de 275 a 400 kV, las mediciones más altas registradas cercanas a los transformadores alcanzan picos de hasta 80 µT, muy por debajo

del límite de exposición recomendado por ICNIRP para el público general, que es de 100 µT (ICNIRP, 1998; European Commission, 1999).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016), los efectos biológicos conocidos de los campos ELF están relacionados únicamente con la estimulación directa de nervios y músculos, los cuales solo se producen a niveles muy superiores a los encontrados en subestaciones. Por tanto, dentro del AID, si bien se genera radiación no ionizante, no se prevén efectos adversos a la salud, ni para el personal técnico ni para el entorno natural.

El AID se ha considera el área de construcción de la Sub estación elevadora.

Tabla 10-5. AID Radiaciones no Ionizantes

LUGAR	INFRAESTRCUTURA	ÁREA (ha)
Planta Fotovoltaica	subestación elevadora	3,44 ha

Elaborado por: Equipo consultor, 2025.

Por medio del programa ArcGis, se procede a realizar la superposición de capas y se obtiene que el área total del AID para el proyecto es de 0,848 ha para radiaciones no ionizantes.

- Área de influencia indirecta:

El Área de Influencia Indirecta (AII) incluye el entorno extendido donde los campos ELF generados por la subestación podrían percibirse o ser objeto de inquietud social, aun sin representar un riesgo físico. En este contexto, la comunidad más cercana, Catamahillo, se localiza a aproximadamente 200 m del límite del polígono del proyecto y a 1,5 km de la subestación. A esa distancia, los niveles de campo magnético decrecen a niveles prácticamente indetectables y se confunden con el fondo ambiental electromagnético (WHO, 2007; ICNIRP, 2010).

Estudios internacionales y mediciones in situ han demostrado que los campos ELF se reducen a menos de 0,05 µT a 100 m de subestaciones (Baan et al., 2011; ICNIRP, 2010), valores equivalentes o inferiores a los presentes en muchos hogares debido a electrodomésticos y cableado interior (WHO, 2007). En este sentido, los residentes de Catamahillo no estarán expuestos a campos electromagnéticos superiores al nivel ambiental cotidiano, y por tanto, no existe ningún riesgo para la salud humana o la fauna silvestre.

Cabe recordar que, aunque la IARC (2011) clasificó los campos ELF como "posiblemente carcinogénicos" (Grupo 2B), esta clasificación se basa en evidencia limitada y asociativa relacionada con exposiciones crónicas superiores a 0,3 µT, lo cual está muy por encima de los niveles estimados en el entorno del proyecto. Las directrices actuales de ICNIRP (2010) incorporan márgenes de seguridad amplios, diseñados para prevenir incluso efectos agudos en escenarios de alta exposición.

Desde el punto de vista de gestión ambiental, el AII incluye una zona de vigilancia y comunicación social, en la cual se recomienda informar a las comunidades vecinas sobre los niveles reales de exposición y las medidas de seguridad adoptadas. Esta acción es clave para mitigar percepciones erróneas o temores infundados, ya que, como establece la OMS (2007), los efectos percibidos de los CEM pueden estar influenciados más por la percepción de riesgo que por la exposición real. En resumen, **el AII se extiende hasta 300 m (buffer) alrededor del Polígono del proyecto La Ceiba**[2], como medida conservadora de percepción comunitaria. No obstante, incluso en el límite del AII,

[2] el AII para radiaciones no ionizantes como un buffer de hasta 300 m alrededor de todo el polígono del parque fotovoltaico, cuando se adopta un enfoque precautorio que incluye las fuentes secundarias (inversores y cableado), aun si los niveles de exposición no superan los umbrales internacionales.

los niveles de exposición a radiación no ionizante serán insignificantes y no superarán ninguno de los umbrales establecidos por ICNIRP u OMS.

Figura 10-15. Área de influencia directa e indirecta del sub componente Radiaciones No Ionizantes.

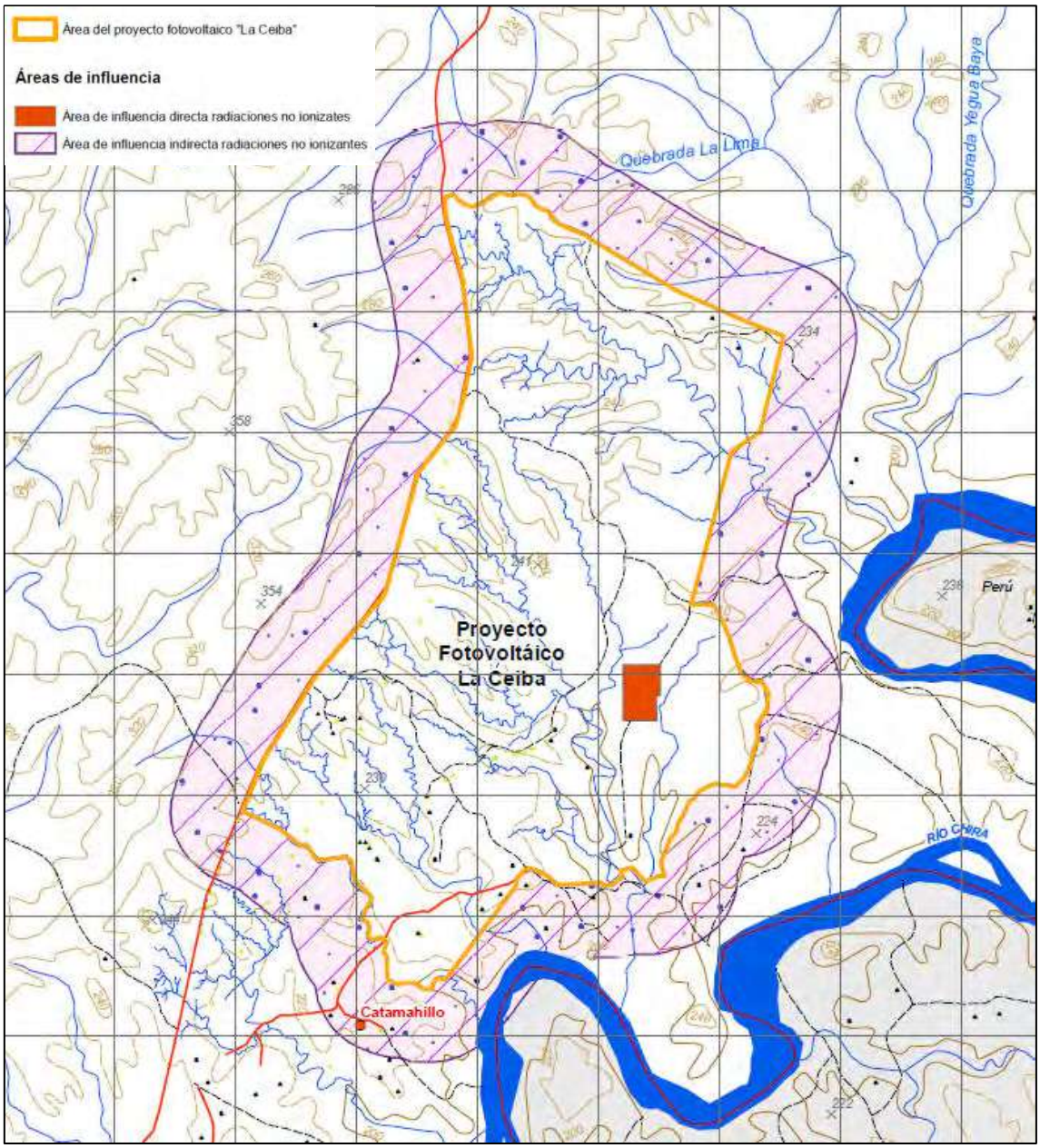


Tabla 10-6. AII Radiaciones no Ionizantes

LUGAR	INFRAESTRCUTURA	ÁREA (ha)
Planta Fotovoltaica	Buffer de 300 m a la redonda del Parque fotovoltaico	312,40 ha

Elaborado por: Equipo consultor, 2025.

Las superficies calculadas para el AID y AII fueron estimadas mediante herramientas SIG a partir del análisis geoespacial de los buffers definidos.

Tipo de Influencia	Criterio de Delimitación	Distancia	Área (Ha)
Radiación no ionizante directa	Se limita al área interna de la subestación eléctrica y su borde inmediato, ya que es allí donde se concentra la actividad electromagnética derivada de la conversión y elevación de energía a media y alta tensión	Dentro del proyecto	3,44
Radiación no ionizante Indirecta	Paralelo al polígono del proyecto	300 metros	312,40

En el MAPA NRO. 44, se presenta el Mapa de área de influencia directa e indirecta del factor radiaciones no ionizantes.

10.1.6. Área de Influencia directa e indirecta Física.

De la información detallada en el Mapa de áreas de influencia (directa e indirecta) del componente Físico (ver MAPA NRO. 45 y 46), se determina que el área de influencia directa del medio físico en base al criterio de ALGEBRA DE MAPA se extiende por 796,8 ha incluido el área geográfica del proyecto, mientras que el AII del físico representa un área de 1265,42 ha.

10.2. COMPONENTE BIÓTICO.

El área de influencia directa para el componente biótico comprende la descripción de la posible afectación a los componentes bióticos de flora y fauna.

El área de influencia del componente biótico para el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se define en función de la distribución de ecosistemas, cobertura vegetal, conectividad ecológica y presencia potencial de fauna, considerando la sensibilidad ambiental del territorio donde se implanta el proyecto (MAATE, 2019). En este contexto, el cantón Zapotillo presenta una dominancia de ecosistemas de bosque seco tropical, los cuales constituyen el principal soporte de biodiversidad local, con funciones ecológicas clave como regulación hídrica, provisión de hábitat y conectividad biológica (GAD Zapotillo, 2020).

El área de influencia directa AID biótica corresponde al polígono de implantación del proyecto y su zona inmediata de intervención, donde se prevé la alteración directa de la cobertura vegetal y hábitats existentes. Esta área incluye superficies de uso actual agrícola, zonas intervenidas y remanentes de vegetación de bosque seco, cuya estructura ecológica puede verse modificada por actividades como desbroce, nivelación del terreno y construcción de infraestructura (Conesa, 2010). Dado que el uso del suelo en Zapotillo está fuertemente condicionado por factores geomorfológicos y climáticos, predominando coberturas de bosque seco (66,41%), cualquier intervención implica impactos directos sobre comunidades vegetales adaptadas a condiciones semiáridas (GAD Zapotillo, 2020).

El área de influencia indirecta AII biótica comprende el entorno ecológico a partir del área de implantación del proyecto donde no existen intervenciones físicas directas, pero sí efectos secundarios como fragmentación del hábitat, alteración de corredores biológicos, ruido, vibraciones, polvo y cambios en la dinámica de especies (Canter, 1998). En el caso del Proyecto La Ceiba, esta área se extiende sobre el paisaje de bosque seco circundante, incluyendo zonas de

transición entre coberturas naturales y áreas productivas (agrícolas y pecuarias), que representan aproximadamente el 11% del territorio cantonal (GAD Zapotillo, 2020).

10.2.1. Área de influencia directa AID Biótica.

10.2.1.1. Área de Influencia Directa AID Flora.

Se considera como Área de Influencia directa (AID) al área que se verá afectada directamente por el desbroce de vegetación y remoción de suelos por la construcción del proyecto.

Los criterios metodológicos que se consideraron para establecer el AID de flora, fueron:

- Límites de áreas naturales de vegetación/Aspectos fisiográficos del terreno/Cobertura vegetal del área del proyecto.
- El área de implantación de la infraestructura operativa/labores, etc. (polígono efectivo de intervención directa del proyecto fotovoltaico sitio de construcción de paneles solares, subestación, campamentos y vías internas.).
- El AID del componente suelo.

La construcción de la planta fotovoltaica considera la remoción de la capa vegetal para la instalación de toda la infraestructura necesaria para su funcionamiento como paneles, vías internas, subestación de elevación, torres, inversores, etc.

Para el componente flora, el Área de Influencia Directa (AID) se delimitó con base en la huella efectiva de intervención física del proyecto, bajo el criterio de que la afectación florística directa ocurre en los sectores donde la implantación de la central implica desbroce, remoción de cobertura vegetal y reconformación del suelo por nivelación, cortes, rellenos, cimentaciones, apertura de vías internas, zanjas y obras eléctricas. Este enfoque vincula de manera explícita el componente biótico con el componente físico, ya que la pérdida de vegetación está directamente condicionada por la transformación del sustrato y la ocupación permanente del terreno (Conesa Fernández-Vítora, 2010; Canter, 1998).

En el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, se propone que el **AID para flora corresponde a 268,60 ha**, superficie que corresponde a la huella efectiva de intervención física del proyecto, definida cartográficamente como los suelos dentro del proyecto. Esta delimitación es técnicamente consistente, puesto que representa el espacio donde se prevé la reconformación topográfica y la ocupación directa del terreno asociada a la implantación del proyecto, mientras que los cauces, drenajes y franjas de protección se analizan prioritariamente dentro del componente hídrico por su función ecológica y su restricción de intervención (Ver mapas de AID del componente físico).

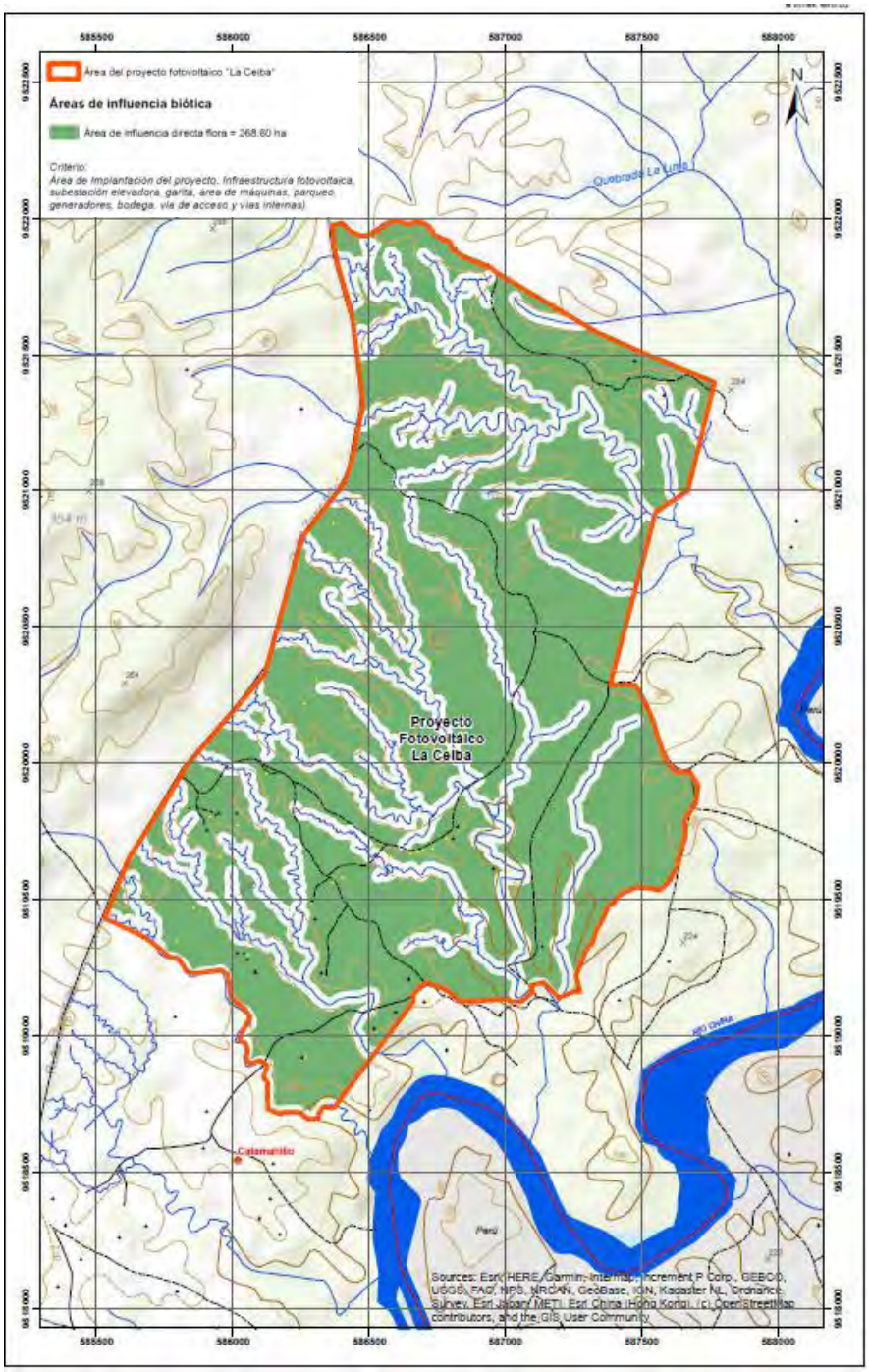
En síntesis, el **Área de Influencia directa del componente flora** del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se establece en **268,60 ha**, correspondientes a la **huella de intervención edáfica directa**, por ser el espacio donde confluyen la pérdida de cobertura vegetal y la reconformación del suelo derivadas de la implantación del proyecto, donde ocurrirá ocupación permanente del suelo, desbroce, tránsito de maquinaria, instalación de infraestructura y presencia operativa. Esta delimitación permite evaluar de forma más precisa la afectación real sobre la vegetación, evita sobreestimar impactos en áreas hídricas no destinadas a ocupación permanente y constituye una base técnica coherente para la valoración de impactos, el diseño de medidas de rescate vegetal, compensación y restauración ecológica (Conesa Fernández-Vítora, 2010).

Tabla 10-7. Área de influencia directa del recurso flora.

INFRAESTRUCTURA CONSIDERADA	AREA DE
Área de Implantación del proyecto: Infraestructura fotovoltaica, subestación elevadora, garita, área de máquinas, parqueo, generadores, bodega, vía de acceso y vías internas). Se excluye a los márgenes de protección de las quebradas (AID e I del sub componente agua) del proyecto.	268,60 ha

Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

Figura 10-16. Área de Influencia Directa flora.



Ver MAPA NRO. 47-1. se presenta el Mapa de Área de influencia directa flora.

10.2.1.2. Área de Influencia Directa AID Fauna terrestre.

Para fauna terrestre, el AID se delimitó integrando dos unidades espaciales: **i)** el **área de implantación del proyecto**, donde ocurrirá ocupación permanente del suelo, desbroce, tránsito de maquinaria, instalación de infraestructura y presencia operativa; y **ii)** la **franja de influencia acústica inmediata** (área de influencia de ruido ambiental) definida en el componente físico. Este criterio considera a la fauna no solo se ve afectada por la pérdida física de hábitat, sino también por el disturbio sonoro inmediato que modifica patrones de uso del espacio, refugio, alimentación y desplazamiento (Canter, 1998; Conesa Fernández-Vítora, 2010; Primack, 2014).

Con base en los mapas de implantación y ruido, el polígono interno del proyecto coincide con el área de generación de ruido y presenta una superficie de **401,311 ha**; adicionalmente, el componente físico definió una franja acústica perimetral de **22,43 m**, con una superficie de **22,197 ha**, cartografiada alrededor del polígono del proyecto. En términos bióticos, esta franja perimetral debe incorporarse al AID de fauna terrestre, aunque en el componente físico se la haya rotulado como influencia acústica indirecta, porque para la biota terrestre constituye una zona de afectación conductual directa e inmediata por perturbación sonora y presencia antrópica. En consecuencia, el AID para fauna terrestre corresponde a la unión del área de implantación y la franja acústica inmediata, con una superficie referencial de **423,51 ha.**

A) Fauna terrestre de poca movilidad (herpetofauna y entomofauna).

Para la fauna terrestre de poca movilidad, integrada principalmente por herpetofauna y entomofauna, la afectación directa se concentra prioritariamente en el área de implantación. Esto se debe a que estos grupos dependen estrechamente de microhábitats del suelo, hojarasca, grietas, troncos caídos, vegetación baja y humedad edáfica residual, por lo que la remoción de cobertura vegetal, la reconformación del terreno y la compactación del suelo generan pérdida inmediata de refugios, sitios de termorregulación, oviposición, alimentación y reproducción (Forman & Alexander, 1998; Gardner et al., 2007; Primack, 2014). En estos taxa, el principal mecanismo de impacto directo no es la propagación a distancia, sino la eliminación física y funcional del microhábitat dentro de la huella de obra (Conesa Fernández-Vítora, 2010).

En este caso, la franja acústica inmediata perimetral también se considera parte del AID, pero con menor peso relativo que el polígono de implantación. En herpetofauna, el ruido y la vibración pueden alterar conductas de refugio y desplazamiento de corto alcance; en entomofauna, la presencia humana, el movimiento de equipos y la eliminación de coberturas vegetales periféricas reducen la disponibilidad de recursos tróficos y sustratos de nidificación o desarrollo larval. Por ello, para estos grupos el AID se interpreta como una zona de afectación centrada en el interior del proyecto y su borde inmediato, donde la mortalidad incidental, el desplazamiento local y la pérdida de microhábitats son más probables (Fahrig, 2003; Gardner et al., 2007).

B) Fauna terrestre de mayor movilidad (avifauna y mastofauna)

Para la fauna terrestre de mayor movilidad, especialmente avifauna y mastofauna, el AID se define por la combinación de pérdida de hábitat en el área de implantación y disturbio acústico en la franja inmediata circundante. Estos grupos presentan mayor capacidad de evasión y desplazamiento, pero también mayor sensibilidad a cambios en la calidad del hábitat, aumento

de actividad humana, ruido continuo y fragmentación funcional del espacio. En consecuencia, además del polígono intervenido, la franja acústica de 22,43 m alrededor del proyecto constituye un espacio de alteración directa del comportamiento, donde pueden producirse respuestas de evitación, modificación de rutas de tránsito, disminución de permanencia y desplazamiento hacia sectores contiguos menos perturbados (Shannon et al., 2016; Francis & Barber, 2013).

En el mapa de ruido, la perturbación acústica se distribuye principalmente al interior del proyecto, con rangos modelados entre 40,20 y 42,20 dB, y se prolonga en una banda perimetral delgada alrededor del polígono. Para avifauna y mastofauna, esa configuración espacial es técnicamente relevante, porque la respuesta ecológica suele manifestarse no solo donde existe ocupación física del suelo, sino también en el borde inmediato donde el ruido, el tránsito y la presencia humana reducen la aptitud del hábitat. Por ello, para este subgrupo el AID no debe limitarse al polígono de implantación, sino abarcar la unión del proyecto y su franja acústica inmediata, que representa el espacio de afectación directa más realista para especies con mayor movilidad (Canter, 1998; Shannon et al., 2016).

Ver MAPA NRO. 47-2, se presenta el Mapa de Influencia Directa biótico de Fauna terrestre.

Figura 10-17. Área de Influencia Directa Fauna Terrestre.

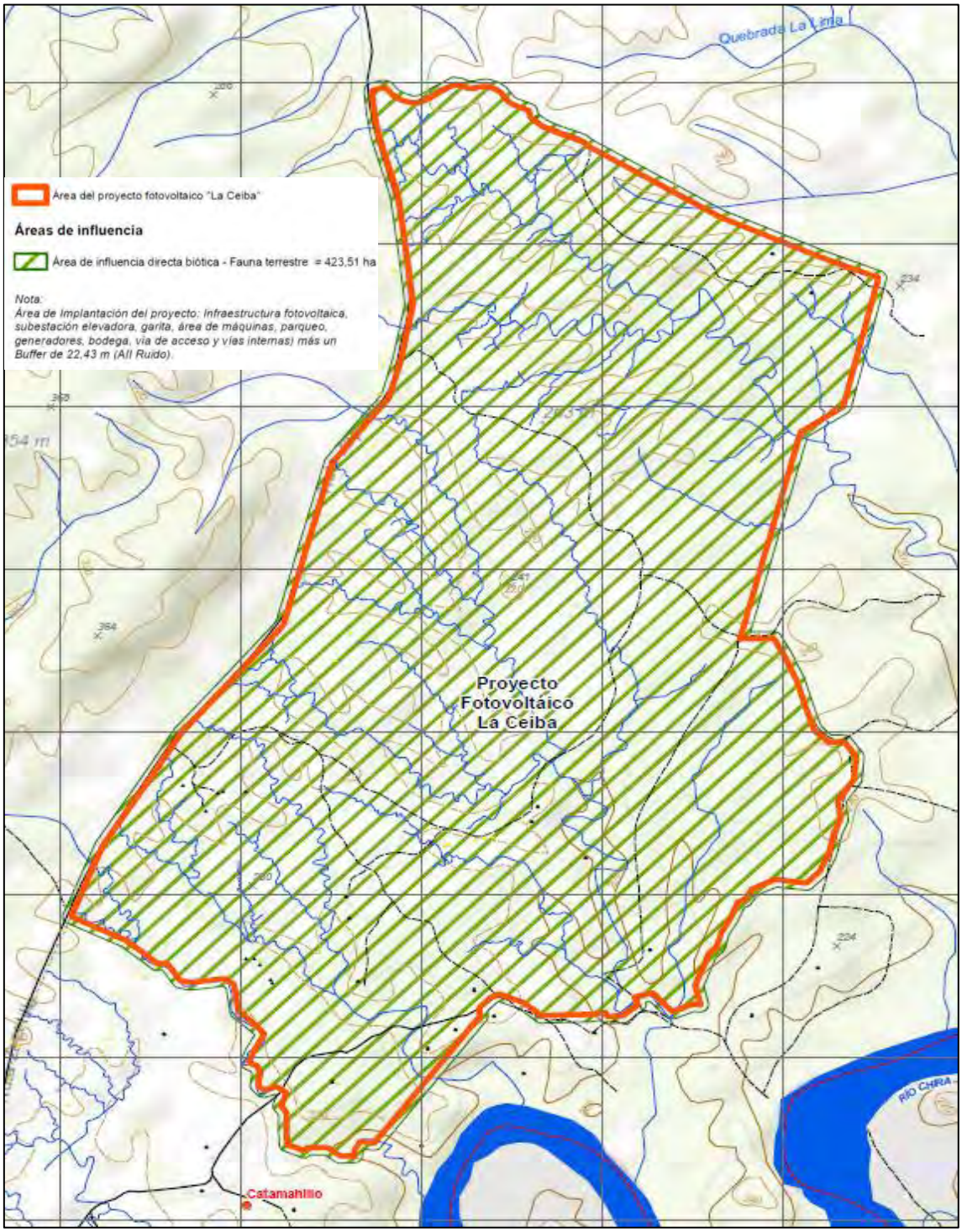


Tabla 10-8. Área de influencia directa del recurso fauna terrestre.

INFRAESTRUCTURA CONSIDERADA	AREA DE
Área de Implantación del proyecto: Infraestructura fotovoltaica, subestación elevadora, garita, área de máquinas, parqueo, generadores, bodega, vía de acceso y vías internas). Buffer de 22,43 m (AII Ruido)	423,51 ha

Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

10.2.1.3. Área de Influencia Directa AID Fauna acuática.

Para determinar el AID acuática se consideró el criterio establecido en el Acuerdo Ministerial Nro. MAATE-2022-122 el cual dice que "se establecerá como área de influencia directa a todos los cuerpos hídricos que tengan incidencia con el área operativa del proyecto".

Para el componente fauna acuática, el Área de Influencia Directa (AID) debe corresponder a todos los cuerpos hídricos que presentan incidencia con el área operativa del proyecto, ya que en estos espacios se manifiestan de forma directa los mecanismos de afectación sobre el hábitat acuático, tales como alteración de cauces menores, escorrentía superficial, aporte de sedimentos, cambios en la calidad del agua y perturbación del sustrato ribereño. Por ello, metodológicamente, la delimitación más consistente no es el AID físico total, sino el AID hídrico directo del componente agua, debido a que este representa de forma específica la interfase entre la operación del proyecto y los hábitats de la biota acuática (Canter, 1998; Conesa Fernández-Vítora, 2010; MAATE, 2019).

Con base en el Mapa de Influencia Directa e Indirecta Hidrológica, el AID hídrico directo del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se definió mediante dos criterios cartográficos: i) una franja paralela de 20 m a ríos y quebradas, con una superficie de 108,535 ha, y ii) una franja de protección de 60 m del río Chira, con una superficie de 189,672 ha. En consecuencia, el AID para fauna acuática corresponde a la suma de ambas unidades, es decir, 298,21 ha, por ser el espacio donde se localizan los cuerpos de agua con incidencia directa del área operativa del proyecto y donde potencialmente se concentran los efectos sobre organismos acuáticos y semiacuáticos asociados al sistema hidrológico local (Ver MAPA NRO. 47-3).

Se consideraron los puntos de monitoreo de calidad de agua y cuerpos de agua intermitentes o secos que se encuentran sobre el área de implantación del proyecto, mismos que fueron verificados en campo y se evidenció la ausencia de agua y por lo tanto de fauna acuática. Por lo manifestado, el AID para este componente en el área de implantación se considera al área de influencia directa sub componente agua.

Espacialmente, esta delimitación incluye el río Chira y la red de quebradas y drenajes naturales que atraviesan o interceptan el polígono operativo, los cuales constituyen los ambientes con conectividad hídrica directa respecto del proyecto. El mapa evidencia que la incidencia hídrica no se restringe al cauce principal, sino que también comprende drenajes secundarios internos al polígono, por lo que el análisis de fauna acuática debe centrarse en estos corredores hidrológicos, al ser las unidades ecológicas donde pueden presentarse cambios en condiciones de flujo, turbidez, sedimentación y estructura del microhábitat acuático (Allan & Castillo, 2007; MAATE, 2019).

En la fase de construcción, estos cuerpos de agua, aun siendo intermitentes en época seca, pueden verse afectados por el aporte de sólidos y sedimentos generado por actividades como desbroce, movimiento de tierras, excavaciones, nivelación, conformación de plataformas y tránsito de maquinaria.

Técnicamente, la remoción de la cobertura superficial del suelo incrementa la susceptibilidad a erosión y favorece que, ante precipitaciones o escorrentías puntuales, se incorporen sólidos suspendidos, finos y material particulado hacia quebradas y drenajes cercanos, alterando la calidad del agua, la estructura del sustrato y las condiciones del microhábitat para

macroinvertebrados, anfibios y otros organismos acuáticos o semiacuáticos (Allan & Castillo, 2007; Conesa Fernández-Vítora, 2010; MAATE, 2019). Por ello, la afectación directa a fauna acuática no depende exclusivamente de la presencia permanente de caudal, sino también de la conectividad hidrológica temporal que permite la movilización de sedimentos desde el área intervenida hacia los cauces con incidencia operativa.

Figura 10-18. Área de Influencia Directa Fauna Acuática.

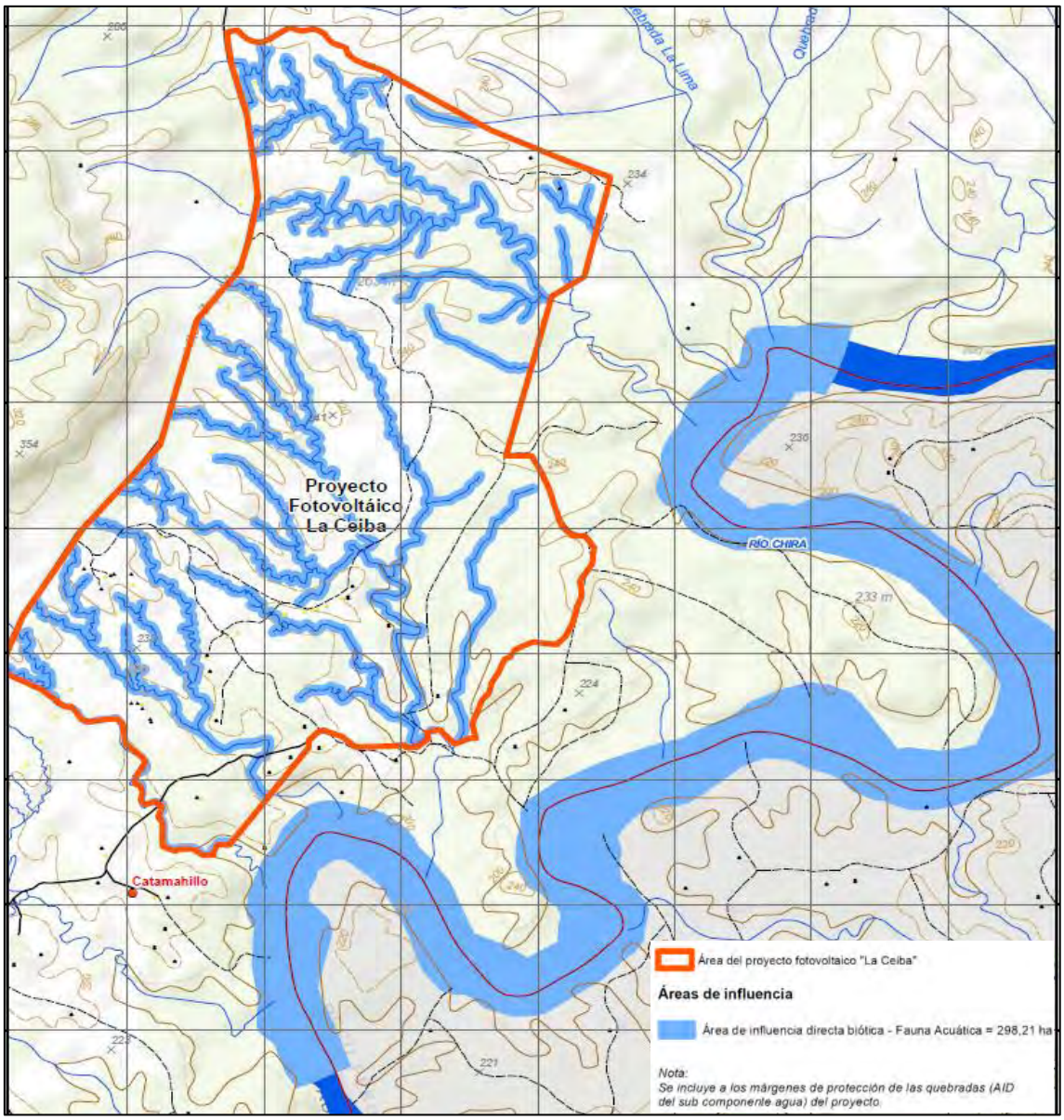


Tabla 10-9. Área de influencia directa del recurso fauna acuática.

INFRAESTRUCTURA CONSIDERADA	AREA DE
Se incluye a los márgenes de protección de las quebradas (AID del sub componente agua) del proyecto	298,21 ha

Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

10.2.1.4. Área de Influencia directa Biótica Total.

La determinación del Área de Influencia Biótica Directa Total se realizó mediante la integración cartográfica de los resultados obtenidos por álgebra de mapas para los componentes de **flora, fauna terrestre y fauna acuática**, analizados de forma independiente. Este procedimiento permitió establecer el ámbito espacial donde se concentran las afectaciones bióticas directas derivadas de la implantación del proyecto, en función de la intervención sobre la cobertura vegetal, la perturbación del hábitat de fauna terrestre y la incidencia sobre los sistemas hídricos asociados al área operativa. El resultado obtenido fue: 614,77 ha. Cabe recalcar que todo el AID biótico se desarrolla dentro del ecosistema Bosque deciduo de tierras bajas Jama-Zapotillo.

Tabla 10-10. Resumen de Área de influencia directa Biótica.

FACTOR	CRITERIO	SUPERFICIE
FLORA	Área de Implantación del proyecto: Infraestructura fotovoltaica, subestación elevadora, garita, área de máquinas, parqueo, generadores, bodega, vía de acceso y vías internas). Se excluye quebradas	284,63 ha
FAUNA TERRESTRE	Área de Implantación del proyecto: Infraestructura fotovoltaica, subestación elevadora, garita, área de máquinas, parqueo, generadores, bodega, vía de acceso y vías internas). Buffer de 22,43 m (AII Ruido).	423,51 ha
FAUNA ACUATICA	Se incluye a los márgenes de protección de las quebradas (AID del sub componente agua) del proyecto	298,21 ha

Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

En el MAPA NRO: 48. se presenta el Mapa de AID total del componente biótico.

10.2.2. Área de Influencia Indirecta AII Biótica.

Los criterios metodológicos que se consideraron para establecer el área de influencia indirecta, fueron:

- ✓ Área de influencia directa de cada factor biótico (Flora, Avifauna, Herpetofauna, Mastofauna, Hentomofauna y Fauna Acuática).
- ✓ Alcance de los aspectos que pueden generar impacto al componente biótico, tales como: ruido, vibraciones, emisiones, barreras, vertidos, captaciones.
- ✓ Efecto de borde.
- ✓ Superposición de coberturas de información geográfica (formato shape) (SEA, 2017).
- ✓ AID e I del componente físico que pueden generar impactos negativos sobre el componente biótico.
- ✓ Especies registradas en la caracterización de línea base biótica del presente estudio.

De acuerdo con un estudio de evaluación desarrollado por el Ministerio del Ambiente de Perú (2019) sobre las afectaciones hacia los componentes de flora y fauna inducidos por emisiones de

ruido y generación de polvo sedimentable, se evalúan las afectaciones a diferentes distancias de la fuente generadora, se establece lo siguiente:

10.2.1.5. Área de Influencia Indirecta Flora.

Para el componente **flora**, el Área de Influencia Indirecta (AII) se define a partir de la comparación de los mecanismos de afectación indirecta efectivamente aplicables al proyecto: material particulado y emisiones atmosféricas, efecto de borde y, de forma complementaria, cualquier otra presión que modifique la calidad del hábitat vegetal (caída de escombros o depósito de material removido sobre la vegetación asociada a las quebradas).En el caso del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, no corresponde incorporar como criterio los vertidos de aguas residuales ni a las captaciones de agua, porque el propio alcance técnico del proyecto no contempla esas actividades; por tanto, la definición del AII flora debe centrarse en la perturbación atmosférica y en la alteración estructural y microclimática de la vegetación adyacente al área intervenida (Murcia, 1995).

Se considera como parte del Área de Influencia Indirecta (AII) de la flora las áreas con vegetación asociadas a quebradas, cauces temporales y drenajes naturales ubicados junto a los frentes de obra, debido a la posibilidad de que, durante las actividades de excavación, movimiento de tierras y conformación de plataformas, se produzcan derrumbes, deslizamientos o el arrastre de material suelto y escombros hacia estos sistemas. Estos procesos pueden ocasionar el depósito de sedimentos sobre la vegetación ribereña, la alteración de las condiciones del sustrato, el enterramiento parcial de individuos vegetales y modificaciones en la dinámica natural del drenaje, generando efectos indirectos sobre la composición, estructura y estado de conservación de la flora asociada a estos ambientes.

Es decir, el AII incorpora **una franja de 25 m a cada lado de los márgenes de las quebradas** ubicadas dentro del polígono del proyecto, considerando la posible caída y arrastre de material producto de las actividades de excavación y movimiento de tierras, así como el transporte de sedimentos por escorrentía superficial, procesos que podrían afectar la composición, estructura y regeneración de la vegetación ribereña.

En cuanto al **material particulado**, el Área de Influencia directa atmosférico del proyecto determinó que el punto de **máxima concentración** se ubica a **205 m** del foco emisor, con una concentración de **47,38 µg/m³**, por lo que esa distancia fue considerada como límite del **AID atmosférico**. Dado que el depósito de partículas y polvo sobre hojas, tallos y estructuras fotosintéticas puede afectar la fisiología vegetal y la calidad del hábitat, este criterio resulta plenamente aplicable al subcomponente flora como mecanismo indirecto de afectación.

De manera complementaria, Murcia (1995) señala que el efecto de borde en ecosistemas fragmentados no responde a una distancia única, sino que depende del atributo analizado, aunque sus manifestaciones suelen concentrarse en las primeras decenas a pocos cientos de metros desde el borde, mediante cambios en radiación, temperatura, humedad, viento y estructura de la vegetación (Murcia, 1995).

Por su parte, Laurance y Curran (2008) reportaron que la mortalidad arbórea asociada al borde puede incrementarse aproximadamente dentro de un rango de 100 a 500 m desde el borde forestal, y que los árboles grandes (>60 cm de diámetro) son particularmente vulnerables, con pérdida de biomasa y proliferación de especies pioneras o heliófitas en ambientes fragmentados.

En consecuencia, para el **Área de Influencia Indirecta de flora** puede adoptarse un **buffer de 205 m alrededor del AID de flora**, considerando que esta distancia integra dos mecanismos de afectación indirecta técnicamente aplicables: **i)** la zona de mayor incidencia de material particulado modelada para el proyecto, y **ii)** una escala espacial compatible con la influencia de borde descrita para vegetación en ambientes fragmentados. Este criterio resulta metodológicamente más sólido que usar una distancia de dispersión atmosférica general, porque se apoya en un resultado específico de modelación del proyecto y en una referencia ecológica clásica sobre respuesta de la vegetación al borde (Murcia, 1995).

Desde el punto de vista funcional, en esta franja indirecta pueden presentarse mortalidad diferida de árboles, reducción del vigor de individuos remanentes, mayor caída de ramas, alteración del reclutamiento natural y avance de especies heliófitas o pioneras propias de ambientes perturbados. En ecosistemas secos, estos procesos pueden ser más notorios por la mayor sensibilidad de la vegetación a cambios en humedad, exposición solar y compactación periférica del suelo, especialmente cuando la obra genera apertura de accesos, movimiento de tierras y modificación de escorrentías superficiales en los bordes del área intervenida (Murcia, 1995).

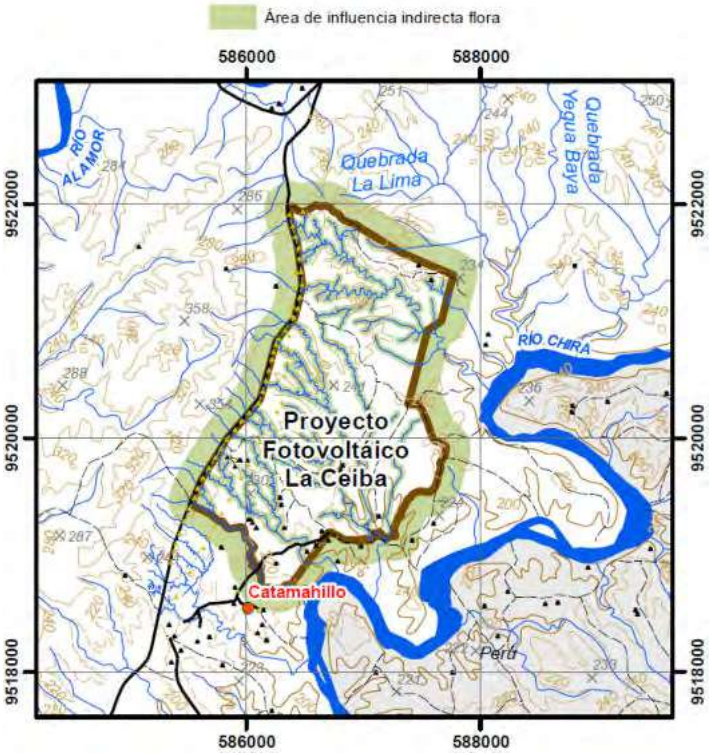
Por esta razón, para el presente proyecto se considerará un rango de 205 m a partir del AID del sub componente flora y 25 m a cada lado de los márgenes de las quebradas internas del proyecto, el Área de Influencia Indirecta del subcomponente flora alcanza una superficie total de **336,35 ha**.

Tabla 10-11. Área de Influencia Indirecta AII del sub componente Flora

COMPONENTE	DISTANCIA (m)	ÁREA (ha)	CRITERIO
Flora	205 m	336,35	Dispersión material particulado & Efecto Borde (Murcia, 1995)
	25 m		Ambos lados de las quebradas

Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

Figura 10-19. Área de Influencia indirecta Flora.



10.2.1.6. Área de Influencia Indirecta Fauna Terrestre.

El Área de Influencia Indirecta (AII) de fauna terrestre corresponde al espacio contiguo al área de intervención directa del proyecto en el que, aun sin producirse remoción física inmediata del hábitat, pueden generarse alteraciones ecológicas derivadas de la fragmentación del paisaje, el efecto de borde, la perturbación acústica, el incremento de la presencia humana y la modificación de la estructura y funcionalidad de la cobertura vegetal. Estos procesos cambian la disponibilidad de recursos, la conectividad funcional y las condiciones ambientales del hábitat, dando lugar a respuestas diferenciadas en la fauna según su grado de especialización, movilidad y tolerancia a la perturbación.

Por tanto, la delimitación del AII de fauna debe realizarse considerando los mecanismos de afectación indirecta predominantes para cada grupo biológico, de manera que la superficie resultante represente con mayor precisión el espacio donde el proyecto puede inducir cambios ecológicos funcionales sobre las comunidades faunísticas, aun cuando no exista ocupación directa del terreno.

Estos efectos inciden con mayor intensidad sobre las especies más dependientes del interior del ecosistema, debido a que la fragmentación y apertura del hábitat reducen la continuidad ecológica y favorecen condiciones menos adecuadas para su permanencia. En contraste, las especies generalistas o asociadas a ambientes abiertos y perturbados tienden a incrementarse o expandirse hacia los nuevos bordes, al encontrar condiciones más favorables para su desplazamiento, alimentación y reproducción. En este sentido, el efecto de borde no solo implica una redistribución de individuos, sino también un cambio en la composición faunística y en la funcionalidad ecológica del hábitat terrestre (Laurance et al., 2011; Ries et al., 2004).

El proyecto se emplaza en el ecosistema Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo y dentro del polígono predominan bosque nativo (54,21%), vegetación arbustiva y herbácea (6,62%), pastizal (6,21%) y área sin cobertura vegetal (32,03%). En este contexto, el borde tiene mayor relevancia ecológica sobre el bosque nativo, donde el contraste estructural y microclimático con el área abierta del proyecto es alto; una relevancia intermedia sobre la vegetación arbustiva y herbácea, donde aún existen refugios y gradientes térmico-hídricos útiles para reptiles y anfibios; y baja utilidad como receptor de borde en pastizales y áreas sin cobertura, que ya funcionan como matriz abierta y no como hábitat especialmente para herpetofauna. Esta jerarquización es una inferencia ecológica consistente con la literatura de borde y con la cartografía del proyecto.

- AII Ornitofauna.

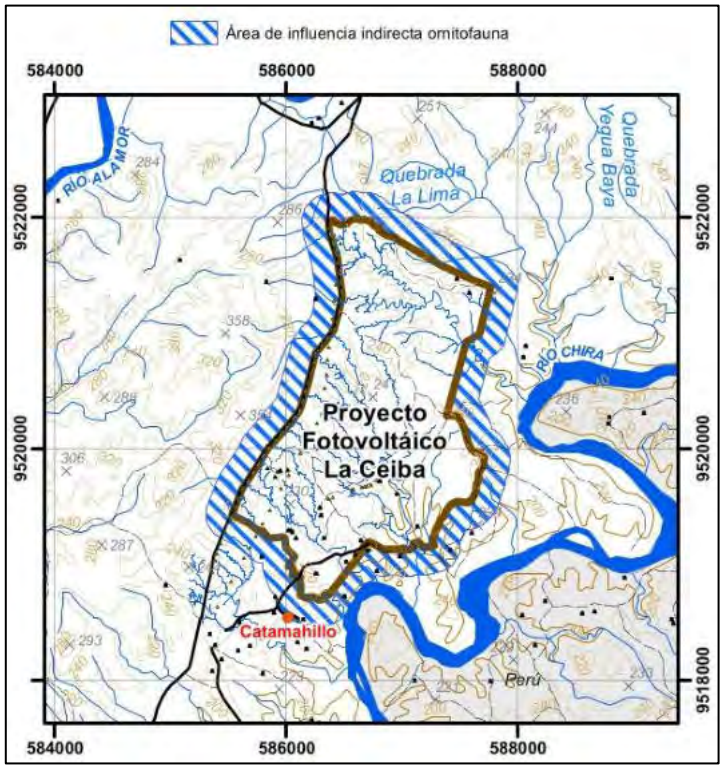
El Área de Influencia Indirecta de la ornitofauna se delimitó considerando tres mecanismos principales de afectación indirecta: el efecto de borde, la perturbación por ruido ambiental y la dispersión de material particulado y emisones.

Desde el componente atmosférico, la modelación del proyecto determinó que la máxima concentración de material particulado se localiza a 205 m de la fuente, con 47,38 µg/m³, y que el AID atmosférico corresponde a un buffer de 205 m alrededor del polígono; además, las emisiones de maquinaria muestran sus máximos a 100 m y luego decrecen progresivamente con la distancia. Para la avifauna, este resultado es relevante porque la exposición a polvo y emisiones no solo puede afectar directamente la condición fisiológica de las aves, sino también modificar la vegetación, la detectabilidad de presas y la calidad del microhábitat que utilizan para alimentarse y refugiarse. No obstante, desde una perspectiva ecológica, la distancia de 205 m representa mejor la zona de exposición biológicamente más relevante que la franja de dispersión atmosférica atenuada de mayor escala.

En cuanto al ruido ambiental, el componente físico estableció un AID acústico coincidente con el interior del proyecto, de 401,311 ha, y un AII acústico perimetral de 22,43 m, con 22,197 ha. Aunque esta franja acústica inmediata constituye la base física mínima del disturbio sonoro, la literatura muestra que la respuesta de las aves al ruido suele extenderse más allá del área estrictamente modelada. En la Amazonía ecuatoriana Canaday y Rivadeneyra encontraron que los sitios adyacentes a carreteras y operaciones petroleras se separaban claramente de los sitios de interior, y que los insectívoros terrestres fueron el gremio más afectado, con indicios de que el ruido de maquinaria influye particularmente sobre este grupo.

En el caso específico de **Canaday y Rivadeneyra (2001)**, la evidencia más claramente reportada es que las **aves insectívoras terrestres** evitan hábitats ruidosos **hasta aproximadamente 500 m** de carreteras asociadas a operaciones petroleras en la Amazonía ecuatoriana; esa distancia sí está directamente vinculada a ese trabajo y ha sido retomada por revisiones posteriores sobre hábitat acústico y disturbio en aves.

Figura 10-20. Área de Influencia indirecta Ornitofauna.



En consecuencia, para el **Proyecto Fotovoltaico La Ceiba** se propone que el **AII de avifauna** se delimite mediante un **buffer externo de 205 m a partir del AID de fauna terrestre**. Este criterio resulta técnicamente más consistente que adoptar el radio atmosférico de 1000 m, porque ese valor representa una zona de **dispersión atenuada** de contaminantes en términos físicos, pero no necesariamente una respuesta ecológica proporcional de la avifauna. Por el contrario, el buffer de **205 m** integra de forma precautoria el **alcance de máxima exposición a material particulado**, supera ampliamente el **AII acústico** inmediato y se ajusta mejor a la escala espacial en la que la literatura reporta cambios de composición y uso del hábitat en aves próximas a fuentes de disturbio, dando un área de 210,74 ha.

- Área de Influencia Indirecta Mastofauna.

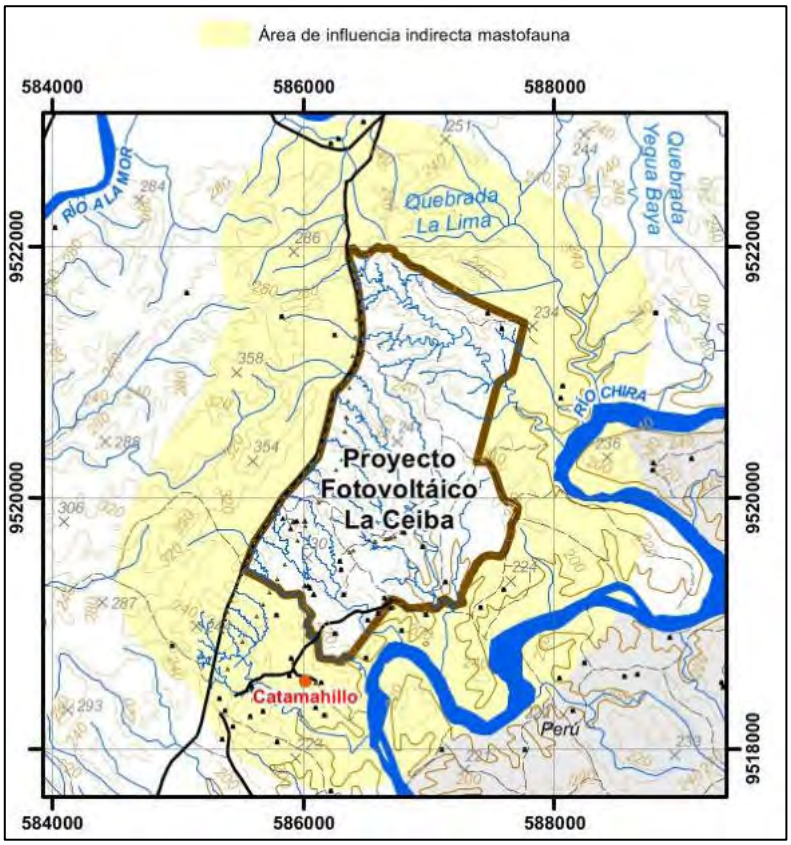
Para mastofauna, el Área de Influencia Indirecta (AII) se delimitó considerando principalmente el efecto de borde, la reducción de la conectividad funcional del paisaje y la perturbación por ruido ambiental asociadas a la implantación del proyecto. La literatura indica que los efectos ecológicos de la fragmentación y del borde pueden extenderse hasta 1000 m desde el límite del hábitat remanente o del área intervenida, especialmente cuando se analizan procesos de pérdida funcional del hábitat, evitación de bordes y disminución de la conectividad entre parches de vegetación. Estos procesos afectan con mayor intensidad a especies sensibles al aislamiento y a aquellas que dependen de corredores de vegetación para desplazarse, refugiarse o alimentarse, como los mamíferos voladores y los mamíferos terrestres medianos y grandes (Broadbent et al., 2008; Haddad et al., 2015).

En el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, este criterio se complementó con el análisis del ruido ambiental definido en el componente físico, que estableció un AID acústico de 401,311 ha y un AII acústico inmediato de 22,197 ha. Para la mastofauna, esta franja acústica representa la zona

de disturbio más próxima al proyecto; sin embargo, la respuesta indirecta de este grupo biológico no se restringe a la sola propagación del sonido, sino que también comprende la evitación del hábitat de borde, la contracción del rango efectivo de distribución y la pérdida de continuidad entre remanentes de vegetación. Por ello, el AII de mastofauna no se limitó al AII de ruido, sino que se definió mediante un **buffer externo de 1000 m a partir del AID de Fauna Terrestre**, excluyendo este último e incorporando dentro de esa franja la zona de influencia acústica indirecta ya modelada, lo que determina una superficie total de 1251,15 ha (Broadbent et al., 2008; Haddad et al.)

Este criterio resulta particularmente relevante para las especies de mamíferos registradas en el área de estudio, entre las que destacan mamíferos medianos y grandes como el venado (*Odocoileus virginianus*), clasificado con sensibilidad media, y el Lobito de Sechura (*Lycalopex sechurae*), clasificado con sensibilidad alta frente a la fragmentación del hábitat y a la presión por actividades humanas. La inclusión de estas especies refuerza la necesidad de adoptar un AII amplio y precautorio, ya que su permanencia depende no solo de la disponibilidad local de cobertura y refugio, sino también del mantenimiento de rutas de desplazamiento y de la integridad funcional del paisaje circundante (Broadbent et al., 2008; Haddad et al., 2015).

Figura 10-21. Área de Influencia indirecta Mastofauna.



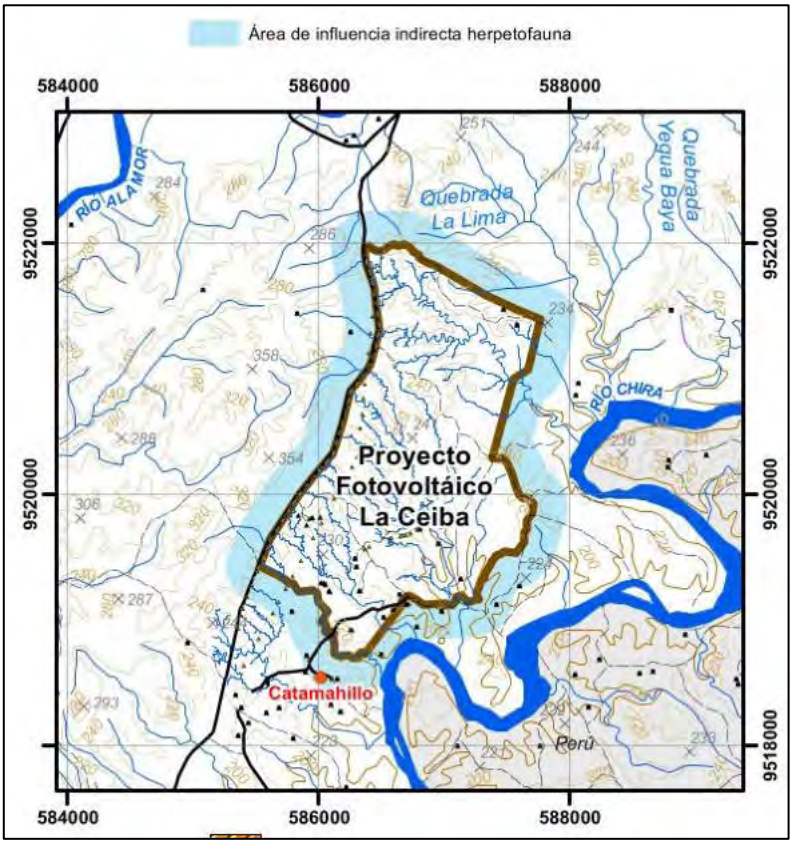
- Área de Influencia Indirecta Herpetofauna

En el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, el componente físico definió un AID acústico coincidente con el interior del proyecto de 401,311 ha, con rangos modelados entre 40,20 y 42,20 dB, y un AII acústico perimetral de 22,197 ha en una franja de 22,43 m alrededor del polígono. Ese rango acústico se ubica precisamente en el umbral bajo donde Shannon et al. (2016) reportan que

pueden iniciar respuestas en fauna terrestre; por tanto, para herpetofauna el ruido debe incorporarse como un factor real de alteración, aunque no suficiente por sí solo para definir toda el área indirecta.

Además, dentro del polígono del proyecto debe reconocerse un efecto directo por vibraciones asociadas a desbroce, movimiento de tierras, excavaciones, compactación y tránsito de maquinaria, el cual pertenece al AID y no al AII. Este punto es relevante porque los anfibios son particularmente sensibles a vibraciones del sustrato: Caorsi et al. (2019) demostraron que vibraciones antropogénicas semejantes a tráfico y turbinas redujeron significativamente la tasa de canto en anuros, con implicaciones potenciales sobre éxito reproductivo, y Hill (2001) resume que la vibración transmitida por el suelo es un canal biológicamente relevante para múltiples animales, incluyendo anfibios. En consecuencia, para herpetofauna el polígono de implantación debe interpretarse como la zona de máxima perturbación directa por combinación de pérdida de microhábitat, ruido y vibración.

Figura 10-22. Área de Influencia indirecta Herpetofauna.



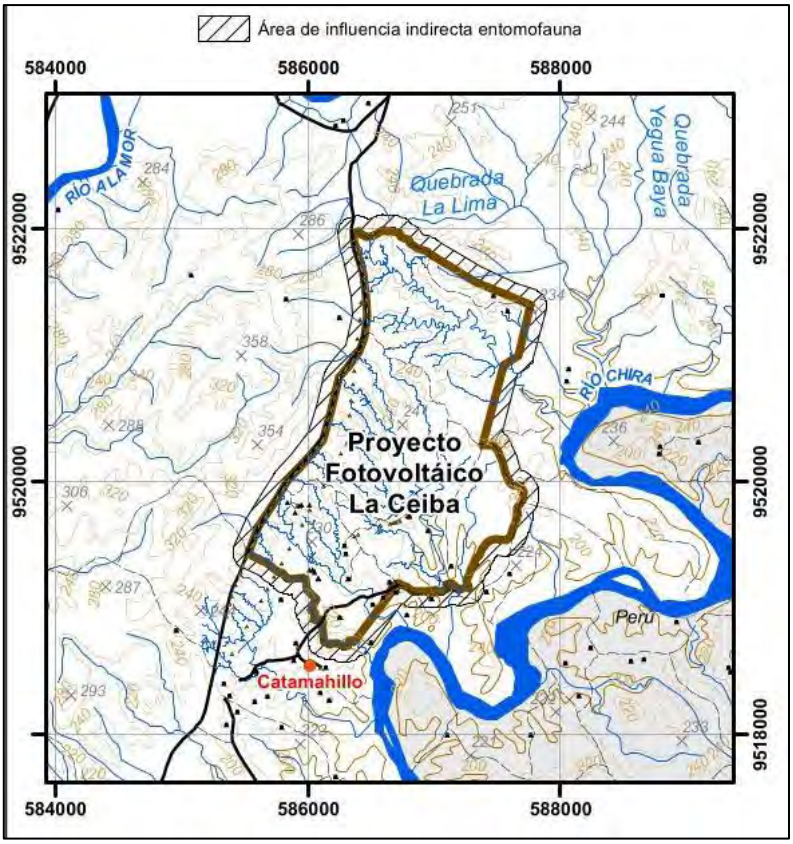
Para la herpetofauna, se adopta un buffer uniforme de 250 m a partir del Área de Influencia Directa (AID), sustentado en evidencia regional para anfibios y reptiles neotropicales que reporta una distancia mediana de efecto de borde de 250 m en paisajes forestales fragmentados (Schneider-Maunoury et al., 2016). En el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, este criterio se aplica de manera precautoria y se ajusta a las coberturas naturales y seminaturales presentes en el ecosistema Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo, con el fin de incorporar no solo la propagación del ruido, sino también los cambios de microhábitat, temperatura, humedad y disponibilidad de refugios asociados a la apertura del hábitat. En consecuencia, el **AII de herpetofauna se define como la franja externa de 250 m desde el AID** de Fauna Terrestre,

excluyendo este último e intersectada con coberturas naturales y seminaturales del área de estudio lo que determina una superficie total de 259,69 ha.

- Área de Influencia Indirecta Entomofauna.

Para la entomofauna, el Área de Influencia Indirecta (AII) corresponde al espacio externo al AID donde no existe remoción directa del hábitat, pero sí pueden generarse cambios en la calidad ambiental por efecto de borde, modificación del microclima, reducción de cobertura vegetal, alteración de recursos tróficos y cambios en la conectividad entre parches de vegetación. En insectos tropicales, estos procesos suelen reflejarse en variaciones de riqueza, abundancia y composición de gremios funcionales, particularmente en los bordes entre coberturas naturales y matrices abiertas o perturbadas (Ewers & Didham, 2008; Nichols et al., 2007).

Figura 10-23. Área de Influencia indirecta Entomofauna.



La evidencia disponible indica que el efecto de borde sobre insectos puede ser amplio, pero que un buffer uniforme de 100 m constituye un criterio metodológicamente defendible para estudios de impacto ambiental. Ewers y Didham (2008) reportaron que casi el 90% de las especies de un ensamblaje de escarabajos respondió significativamente al borde y que parte de las especies comunes presentó efectos a escalas superiores a 250 m; sin embargo, Nichols et al. (2007), en su revisión y metaanálisis sobre escarabajos coprófagos tropicales, identificaron una distancia mediana de penetración del efecto de borde de 100 m, valor que resulta adecuado como umbral uniforme para representar la zona de alteración indirecta de la entomofauna en ambientes tropicales fragmentados (Ewers & Didham, 2008; Nichols et al., 2007).

Por ello, el AII de entomofauna se define como un buffer externo uniforme de 100 m a partir del AID, incorporando dentro de esta franja la zona de influencia acústica indirecta ya modelada, lo que determina una superficie total de 100,63 ha.

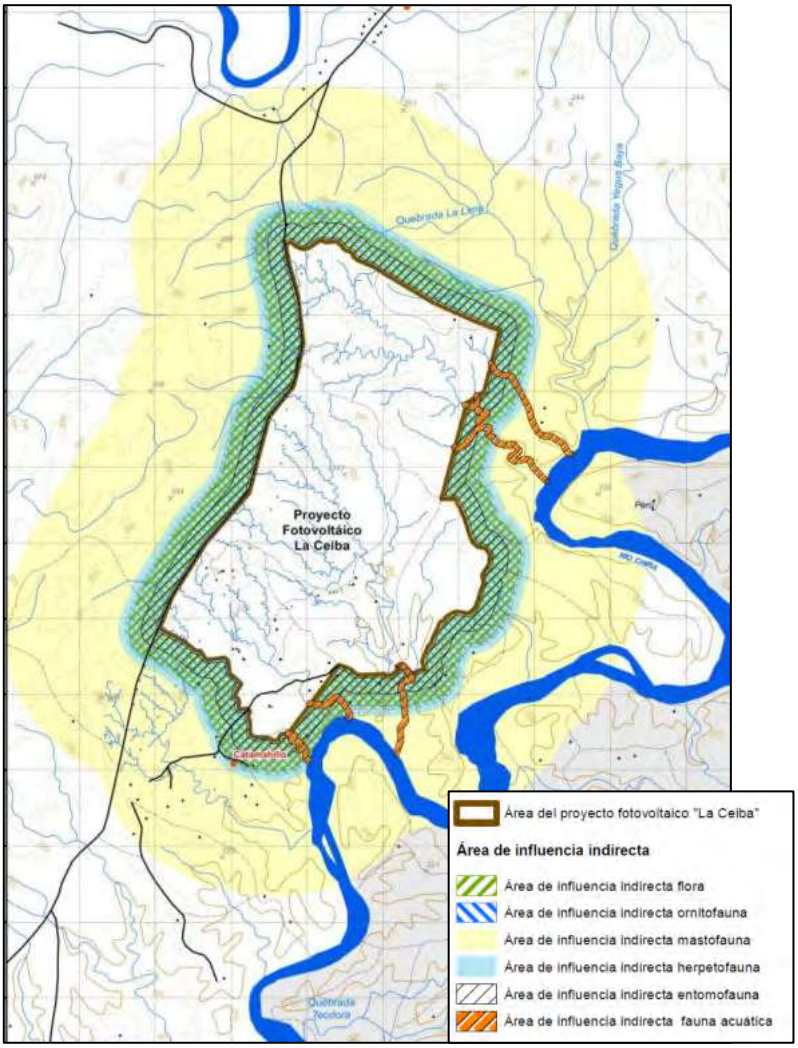
A continuación, se presenta resumen de las áreas de influencia indirecta:

Tabla 10-12. Resumen del Área de Influencia Indirecta AII del sub componente Fauna terrestre.

SUB COMPONENTE	DISTANCIA	CRITERIO
ORNITOFAUNA	Buffer de 205 m a partir del AID FAUNA TERRESTRE.	Dispersión de material particulado
MASTOFAUNA	Buffer de 1000 m a partir del AID FAUNA TERRESTRE.	Efecto borde (Broadbent et al., 2008; Haddad et al., 2015)
HERPETOFAUNA	Buffer de 250 m a partir del AID FAUNA TERRESTRE.	Schneider-Maunoury et al., 2016. Valores referenciales reportados como evidencia regional para anfibios y reptiles neotropicales
ENTOMOFAUNA	Buffer de 100 m a partir del AID FAUNA TERRESTRE.	Nichols et al. (2007). Distancia mediana de penetración del efecto borde

Fuente: Varios Autores. **Elaboración:** Equipo Consultor, 2026.

Figura 10-24. Área de Influencia Biótica Indirecta Fauna terrestre.



10.2.1.7. Área de Influencia Indirecta Fauna acuática.

Para la fauna acuática, el Área de Influencia Indirecta (AII) no debe definirse principalmente mediante un criterio de efecto de borde terrestre, ya que en ecosistemas lóticos y drenajes temporales el mecanismo ecológico dominante de afectación indirecta es la conectividad hidrológica entre el área operativa y los cuerpos de agua receptores. En este caso, la influencia indirecta se expresa a través del transporte de sedimentos, sólidos suspendidos, material particulado y contaminantes difusos asociados a la fase constructiva, los cuales pueden modificar la calidad del agua, la estructura del sustrato y las condiciones del hábitat para organismos acuáticos y semiacuáticos aguas abajo (Allan & Castillo, 2007; Leibowitz et al., 2018).

El componente hídrico definió un AID hídrico conformado por una franja paralela de 20 m a las quebradas y una franja de 60 m al río Chira, con una superficie total de 298,207 ha; adicionalmente, se delimitó un AII hídrico cartográfico de 33,488 ha, correspondiente a una franja de 5 m alrededor del área de influencia hídrica directa. Esta superficie constituye la base espacial mínima para el AII de fauna acuática, por representar el entorno inmediato donde la escorrentía superficial y la movilización de materiales pueden generar alteraciones indirectas en los cuerpos de agua conectados al proyecto.

Desde el punto de vista funcional, durante la fase de construcción pueden presentarse procesos de erosión superficial, lavado de suelos expuestos, aporte de sedimentos finos, incremento de turbidez y, de forma accidental, incorporación de residuos de construcción, combustibles, aceites u otros contaminantes hacia quebradas y drenajes vinculados al polígono operativo. La literatura demuestra que los sedimentos finos afectan de manera directa a la biota acuática al colmatar espacios intersticiales del lecho, reducir refugios bentónicos, alterar la oxigenación y disminuir la abundancia y diversidad de macroinvertebrados, que constituyen una fracción clave de la fauna acuática y de la cadena trófica asociada (Wood & Armitage, 1997; Doretto et al., 2018).

En este contexto, la parte física evalúa procesos como el aumento de sedimentos, el incremento de sólidos suspendidos, la alteración del sustrato bentónico y la posible disminución del oxígeno disuelto, factores que inciden directamente en la calidad ecológica del medio acuático y, por tanto, en la riqueza, diversidad, abundancia y composición de la fauna acuática y semiacuática asociada a quebradas y al río Chira. Por ello, el AID hídrico no solo representa una delimitación geomorfológica e hidrológica, sino también la base funcional para interpretar la respuesta biológica de este subcomponente, en la medida en que las afectaciones físicas identificadas sobre los cuerpos de agua se traducen en cambios sobre los organismos sensibles del sistema, especialmente macroinvertebrados bentónicos, peces y otras especies asociadas al hábitat acuático.

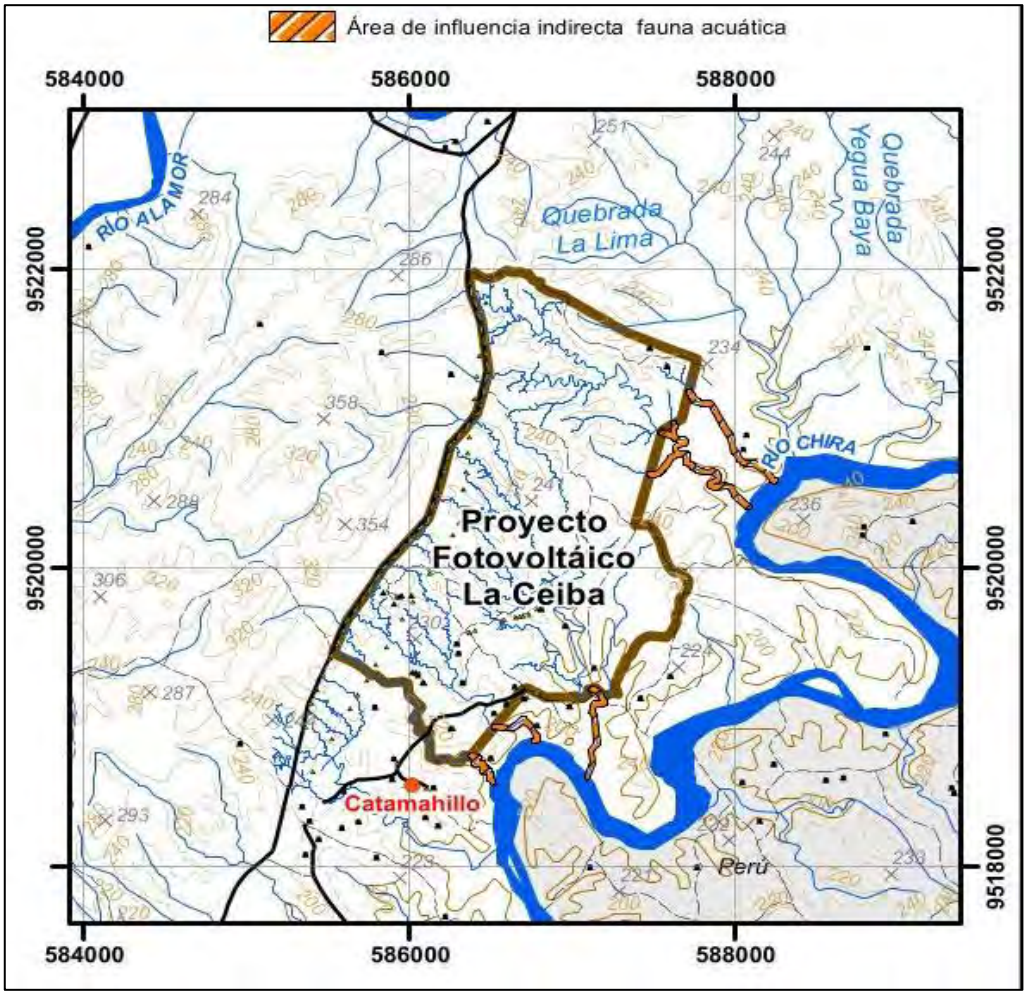
Cartográficamente, el Mapa de Influencia Directa del Subcomponente Biótico Fauna Acuática (MAPA NRO. 47-3) establece un AID de 298,21 ha y señala expresamente que esta delimitación incluye los márgenes de protección de las quebradas correspondientes al AID del subcomponente agua (20 m a cada en quebradas). Con base en este insumo, el AII de fauna acuática se define como todos los cuerpos de agua ubicados fuera del polígono del proyecto que están conectados hidrológicamente al AID de fauna acuática, hasta su descarga en el río Chira, incluyendo los tramos externos de quebradas y drenajes que reciben el flujo procedente de cauces internos del proyecto y sus zonas inmediatas de confluencia con el río receptor. De esta manera, la delimitación no responde a una distancia geométrica fija, sino a una lógica de continuidad del drenaje superficial

y de transferencia de materiales desde el polígono hacia el medio receptor (Canter, 1998; Conesa Fernández-Vítora, 2010).

Esta delimitación resulta técnicamente consistente con las condiciones del sitio, porque en época lluviosa las quebradas intermitentes se activan rápidamente y pueden concentrar el transporte de sedimentos, sólidos suspendidos totales, materia orgánica y residuos hacia el río Chira, incrementando temporalmente la turbidez y el arrastre de materiales desde márgenes y cauces secundarios. A ello se suma la presencia permanente de ganado caprino en pastoreo abierto dentro del área del proyecto, que constituye una fuente difusa preoperacional de contaminación natural capaz de movilizar materia fecal, carga orgánica y microbiológica hacia cauces estacionales y sus riberas durante los primeros eventos de escorrentía o *first flush* de la temporada lluviosa (EPA, 2013; Allan & Castillo, 2007).

En consecuencia, el AII de fauna acuática del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba debe entenderse como una extensión funcional aguas abajo del AID de fauna acuática, comprendida por los cauces externos conectados a las quebradas internas del proyecto y por sus tramos de conexión en el río Chira. Es importante precisar que, en esta delimitación, se conserva el criterio de una franja de 20 m a cada lado de las quebradas (dando una superficie de 14,96 ha), con el fin de incorporar sus márgenes inmediatos dentro del análisis y mantener consistencia con la definición del área de influencia hídrica del proyecto.

Figura 10-25. Área de Influencia indirecta Fauna acuática.



En el MAPA NRO. 47-4, se presenta el mapa de áreas de influencia indirecta de fauna acuática del proyecto.

10.2.1.8. Área de Influencia Biótica Indirecta Total.

De la información detallada en el Mapa de áreas de influencia indirecta del componente Biótico (ver MAPA NRO. 48. mapa de AII Biótica total) y una vez realizada la sumatoria de áreas de influencia indirecta bajo el criterio de ALGEBRA DE MAPAS para flora y fauna, se obtuvo lo siguiente: Área de influencia Indirecta corresponde a un área de 1169,55 ha.

10.3. COMPONENTE SOCIAL.

- **Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.**

En función del concepto de área de influencia directa para el componente socioeconómico, señalado en el Art. 466 del Título III, Capítulo I Ámbito, principios, fines y definiciones del proceso de participación ciudadana para la consulta ambiental de la reforma al Reglamento al Código Orgánico del Ambiente publicado en el Registro Oficial No. 754, el 2 de junio del 2023, refiriéndose al.[3]

"ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL DIRECTA: Es el campo social resultado de las interacciones directas entre el contexto social, físico y biótico de la zona donde se desarrollará el proyecto, obra o actividad, y los elementos, infraestructura, actividades o afectaciones derivadas de su ejecución, las cuales serán desarrolladas y precisadas dentro de los instrumentos técnicos ambientales, validados por la Autoridad Ambiental competente. La relación social directa proyecto-entorno social se da en por lo menos dos niveles de integración social: unidades individuales (fincas, viviendas, predios y sus correspondientes propietarios, posesionarios, o habitantes, o territorios de pueblos y nacionalidades indígenas legalmente reconocidos y tierras comunitarias de posesión ancestral): y, organizaciones sociales de hecho o de derecho tales como: caserío, precooperativa, cooperativa, recinto, barrio, comuna y comunidad. La identificación de las unidades individuales del Área de Influencia Social Directa se realiza en función de orientar las acciones de indemnización, mientras que la identificación de las organizaciones sociales de primer y segundo orden, que conforman el Área de Influencia Social Directa, se realiza en función de establecer acciones de compensación.

Cuando no se cuente con catastros de predios urbanos y rurales oficializados por la entidad competente, la determinación del área de influencia social directa se hará al menos a nivel de organizaciones sociales de primer y segundo orden, y colectivos titulares de derechos. En los instrumentos técnicos ambientales el operador del proyecto, obra o actividad incluirá la documentación que verifique las gestiones de solicitud de la información catastral y la respuesta otorgada por la entidad del ramo."

- **Línea base socio cultural (EIA, 2025)**

El apartado socio cultural del EIA del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba 2025, desarrolla la caracterización socio cultural y de desarrollo de las áreas de La Ceiba Chica, Centro Cantonal de Zapotillo y de Catamaillo, así como de los propietarios del emplazamiento planificado para el

[3] Segundo Suplemento del Registro Oficial 323, 02-VI-2023; visto en: https://maatecalidadambiental.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/2024/03/REGISTRO-OFICIAL-CONSULTA-AMBIENTAL.pdf

proyecto como a los colindantes, en la cual se muestra las distintas dinámicas que se desarrollan alrededor o en la sobreposición del mismo.

10.3.1. Área de Influencia Directa Social (AIDS) – Unidades Individuales.

La Área de Influencia Social Directa del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se determina bajo dinámicas de interacciones socio - espaciales directas con el área o polígono planificado del proyecto, determinándose la proximidad o la sobreposición de las personas bajo contextos social, física, temporal y de interacciones ecosistémicos del área.

Tabla 10-13. Propietarios del polígono del Proyecto.

#	APELLIDOS	NOMBRES	AREA (ha)	X	Y
1	ALVAREZ GALVEZ	LUZ ESTHER	18,22	587369,78	9521429,38
2	GALVEZ GALVEZ	RONALD FERNANDO	100,37	587015,76	9520894,49
3	GRANDA ARIAS	HEREDEROS DE ÁNGEL BENIGNO	4,41	586436,59	9521396,71
4	GRANDA ARIAS	HEREDEROS DE ÁNGEL BENIGNO	11,27	586162,72	9520439,48
5	GALVEZ GALVEZ	RONALD FERNANDO	144,31	586885,65	9520160,85
6	CALLE RÓBLEZ	RAÚL ORLANDO	9,98	586885,74	9519755,55
7	CALLE ROBLEZ	RAÚL ORLANDO	29,62	586762,57	9519429,83
8	FLORES CORREA	LIDIA DEL CISNE	2,46	586211,92	9519851,36
9	BECERRA SINCHE	RÓMULO ALCÍVAR	2,20	585914,49	9519997,93
10	BECERRA SINCHE	RÓMULO ALCÍVAR	20,73	586086,25	9519657,47
11	CALLE ROBLES	RAFAEL VITELIO	2,80	586312,33	9519467,68
12	MONCADA VILLEGAS	SEGUNDO NICOMIDES	7,39	586381,65	9519291,09
13	CALLE ROBLEZ	RAÚL ORLANDO	2,38	586589,51	9519207,79
14	GÁLVEZ BECERRA	TELMO ORIOL	2,85	586523,33	9519042,98
15	QUITUISACA NIEVES	MARÍA GABRIELA	9,58	586302,62	9518882,65
16	BECERRA SANTOS	LIVIA ENITH	3,76	586283,44	9519115,22
17	SANTOS RODRIGUEZ	NINFA PIEDAD	2,43	586108,67	9519017,58
18	SANTOS RODRIGUEZ	NINFA PIEDAD	2,19	586087,12	9519253,82
19	GALVEZ FLORES	GALO OSWALDO	1,59	586018,87	9519200,94
20	FLORES GONZALES	EDITH MARCELA	1,21	585904,56	9519313,83
21	MONCAYO FLORES	CRISTIAN ADRIAN	0,97	585950,22	9519397,01
22	GRANDA ARIAS	HEREDEROS DE ÁNGEL BENIGNO	5,94	585774,57	9519639,91
23	GRANDA ARIAS	HEREDEROS DE ÁNGEL BENIGNO	7,08	585714,19	9519435,38
24	BECERRA SINCHE	RÓMULO ALCÍVAR	1,89	585820,17	9519840,71

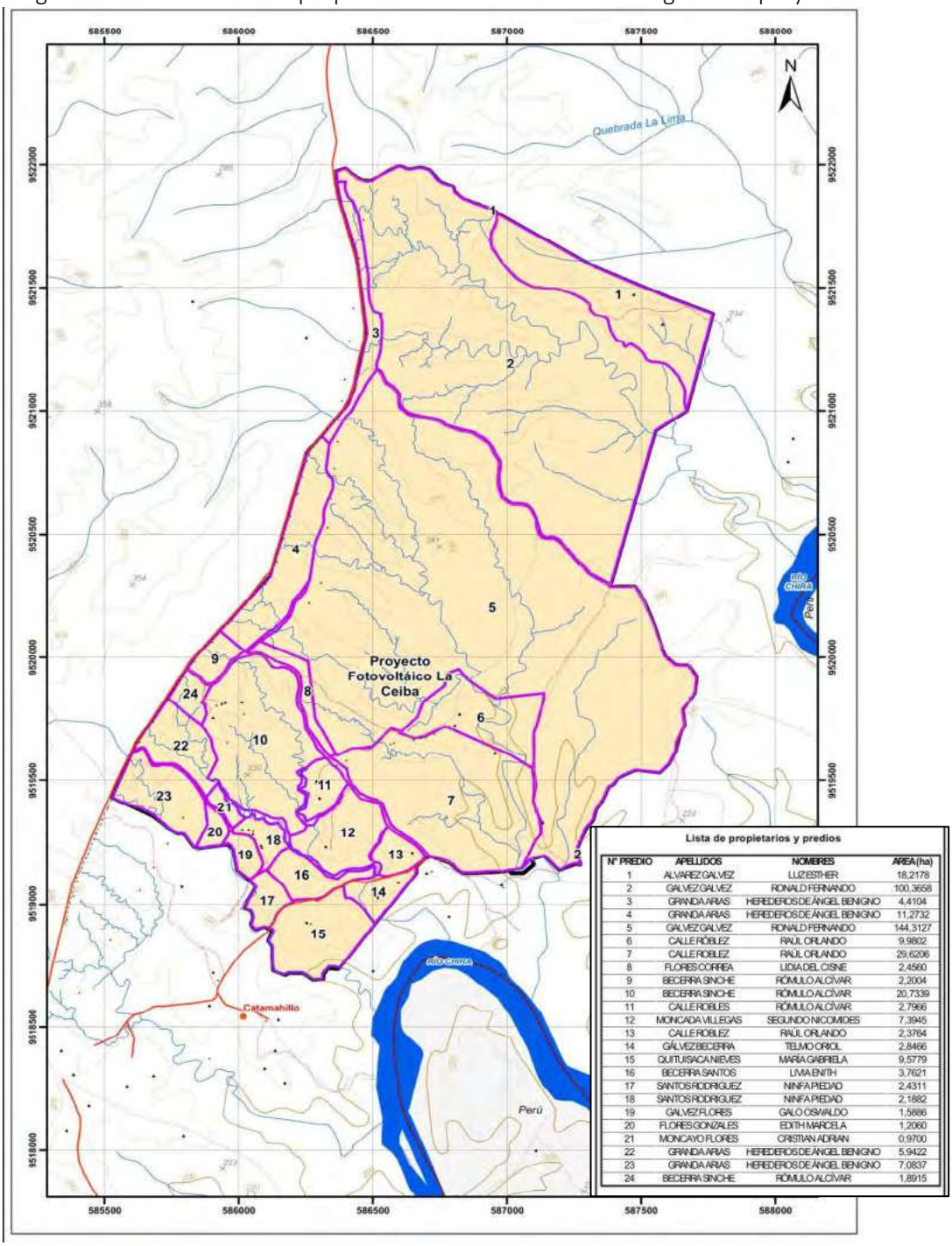
Elaborado por: Equipo Consultor, 2026. **Fuente:** Levantamiento de información secundaria

El análisis de los propietarios del polígono del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba permite caracterizar la estructura de tenencia de la tierra directamente involucrada en la implantación del proyecto, constituyendo la base para la gestión de indemnización y relacionamiento social directo, conforme al Art. 466 del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. En total, se identifican 24 predios dentro del polígono del proyecto, correspondientes a 15 propietarios o unidades de tenencia (Ver MAPA NRO. 33. Mapa de Propietarios), considerando la repetición de titulares en varios registros.

Desde el punto de vista de superficie, existe una marcada heterogeneidad en el tamaño de los predios, con extensiones que varían desde 0,97 ha hasta 144,31 ha, lo cual implica diferentes niveles de afectación y capacidad de negociación. Los propietarios con mayores extensiones (principalmente Gálvez Gálvez) concentran una proporción significativa del área total del

proyecto, lo que los posiciona como actores clave en los procesos de adquisición, compensación o servidumbre. En contraste, los propietarios de predios pequeños podrían enfrentar mayores niveles de vulnerabilidad socioeconómica ante la pérdida o transformación del uso del suelo (Ver MAPA NRO. 34. Mapa de Tamaño de Predios). Un aspecto relevante es la presencia de predios bajo la figura de herederos (Herederos de Ángel Benigno Granda Arias), con al menos cinco unidades prediales. Este tipo de tenencia puede generar complejidades en la gestión social y legal, debido a la posible existencia de copropiedad, falta de partición formal o ausencia de claridad en la representación legal, lo que podría retrasar procesos de negociación o indemnización si no se gestiona adecuadamente.

Figura 10-26. Ubicación de propietarios de los terrenos del Polígono del proyecto



Elaborado: Equipo Consultor, 2026. Fuente: Levantamiento de información secundaria

Tabla 10-14. Lista de Propietarios de predios colindantes del Proyecto.

NUMERO	APELLIDOS	NOMBRES	AREA (ha)	X	Y
1	ALVAREZ GALVEZ	LUZ ESTHER	267,61	587872,01	9521736,03
2	GALVEZ GALVEZ	RONALD FERNANDO	170,42	588166,66	9519904,63
3	MONCADA GRANDA	NICOMEDES EMILIANO	16,92	586931,69	9518958,08
4	GÁLVEZ BECERRA	TELMO ORIOL	6,90	586582,52	9518850,50
5	QUITUISACA NIEVES	MARÍA GABRIELA	0,96	586459,21	9518821,38
6	HERNANDEZ GALVEZ	AMPARITO DEL PILAR	28,83	586131,15	9518656,89
7	SANTOS RODRIGUEZ	NINFA PIEDAD	0,64	586019,82	9518996,40
8	BURNEO ALVAREZ	GREGORIA HEMERLINDA	4,80	585918,01	9519091,66
9	BURNEO ALVAREZ	GREGORIA HEMERLINDA	2,77	585741,29	9519222,72
10	GRANDA ARIAS	HEREDEROS	1,07	585589,39	9519355,11
11	FIERRO SILVA	LENNIN SEGUNDO	18,97	585383,43	9519639,10
12	GRANDA SILVA	HEREDEROS	41,60	585879,94	9520378,07
13	GRANDA ARIAS	LUIS FERNANDO	9,29	586125,85	9520994,35
14	LOYOLA CHECA	ERNESTO CAMILO	9,37	586169,77	9521178,20
15	GRANDA ARIAS	LUIS FERNANDO	9,33	586178,52	9521346,61
16	GRANDA ARIAS	ROBERTO BENIGNO	28,00	586094,75	9521634,47
17	SIN INFORMACIÓN		29,22	586054,47	9522197,57

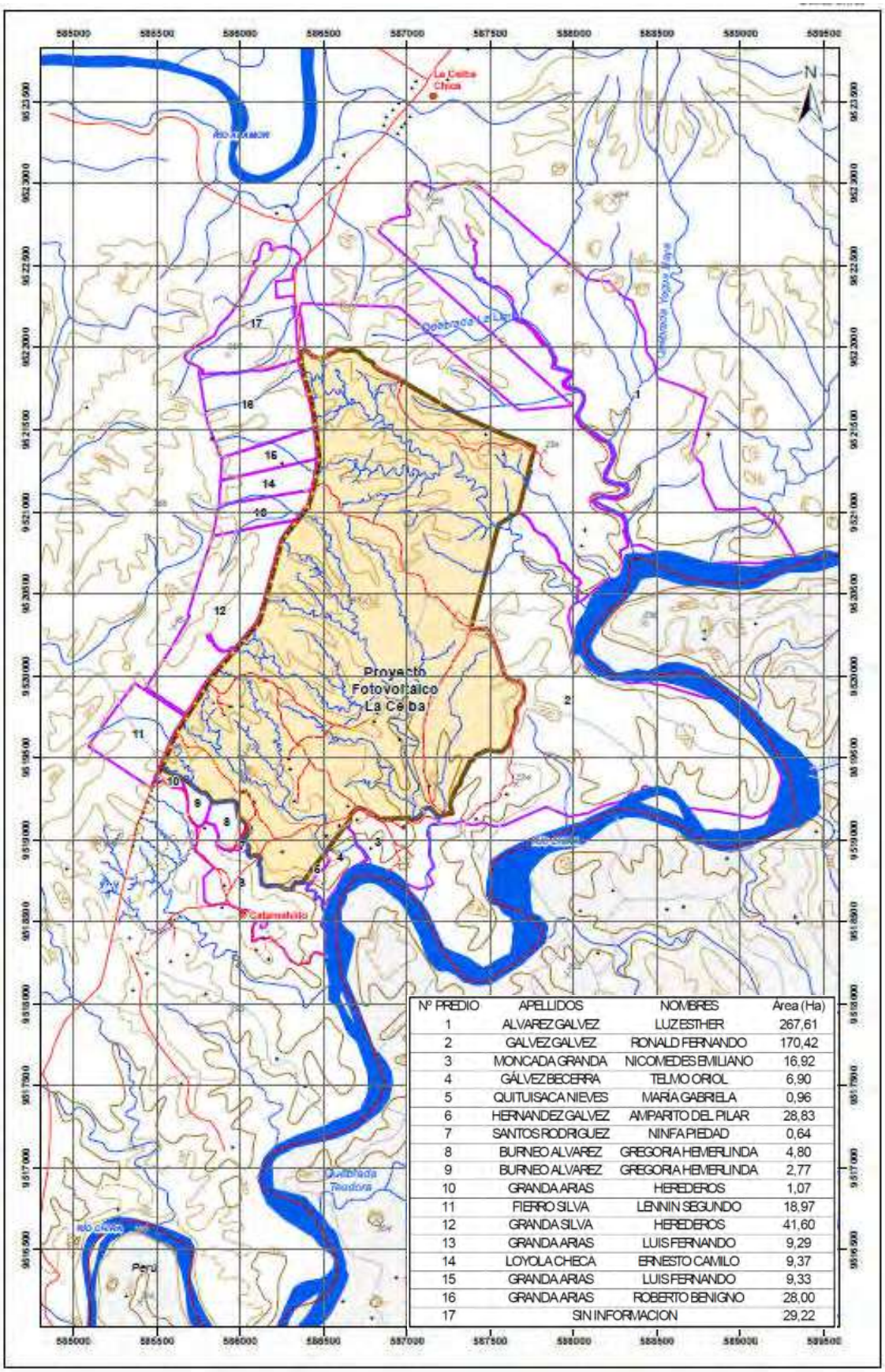
Elaborado por: Equipo Consultor, 2026. Fuente: Levantamiento de información secundaria

En total, se registran 17 predios colindantes, correspondientes a 14 propietarios identificados, predios pertenecientes a herederos (sin individualización nominal). Esta configuración evidencia una estructura de propiedad mixta, con predominio de medianos y grandes predios (267,61 ha y 170,42 ha), acompañados de unidades de menor tamaño, lo cual es característico de zonas rurales con uso agropecuario (ver MAPA NRO. 35. Mapa de Colindantes).

Desde el punto de vista socioeconómico, esta distribución implica que el proyecto interactuará con un número limitado pero heterogéneo de actores directos, donde los propietarios de mayor extensión podrían tener mayor capacidad de negociación o incidencia en procesos de compensación, mientras que los pequeños propietarios podrían ser más vulnerables frente a cambios en el entorno territorial. Asimismo, la presencia de predios en régimen de herederos puede representar complejidades en procesos de gestión social, debido a posibles indefiniciones legales o multiplicidad de actores.

El área colindante al proyecto está conformada por 14 propietarios identificados y 1 predio sin información, lo cual requiere una gestión diferenciada en el componente social: por un lado, establecer mecanismos claros de relacionamiento, indemnización o compensación con los propietarios identificados; y por otro, priorizar la regularización o identificación del titular del predio Nro. 17, a fin de evitar conflictos sociales o contingencias legales durante la ejecución del proyecto.

Figura 10-27. Ubicación de colindantes del polígono del proyecto.



Nº PREDIO	APELLIDOS	NOMBRES	Área (Ha)
1	ALVAREZ GALVEZ	LUZ ESTHER	267,61
2	GALVEZ GALVEZ	RONALD FERNANDO	170,42
3	MONCADA GRANDA	NICOMEDES EMILIANO	16,92
4	GÁLVEZ BECERRA	TELMO ORIOL	6,90
5	QUITUISACA NIEVES	MARÍA GABRIELA	0,96
6	HERNANDEZ GALVEZ	AMPARITO DEL PILAR	28,83
7	SANTOS RODRIGUEZ	NINFA PIEDAD	0,64
8	BURNEO ALVAREZ	GREGORIA HEMERLINDA	4,80
9	BURNEO ALVAREZ	GREGORIA HEMERLINDA	2,77
10	GRANDA ARIAS	HEREDEROS	1,07
11	FIERRO SILVA	LENNIN SEGUNDO	18,97
12	GRANDA SILVA	HEREDEROS	41,60
13	GRANDA ARIAS	LUIS FERNANDO	9,29
14	LOYOLA CHECA	ERNESTO CAMILO	9,37
15	GRANDA ARIAS	LUIS FERNANDO	9,33
16	GRANDA ARIAS	ROBERTO BENIGNO	28,00
17	SIN INFORMACION		29,22

Elaborado: Equipo Consultor, 2026. Fuente: Levantamiento de información secundaria

En conclusión, como AID Social unidades individuales se ha considera a propietarios de terrenos ubicados dentro del polígono como a los propietarios de terrenos colindantes al proyecto.

10.3.2. Área de Influencia Directa Social (AIDS) del Proyecto – Unidades Colectivas

Como se ha señalado anteriormente, la definición de las áreas de influencia social directa se da en dos niveles: las individuales que se ha desarrollado en el apartado anterior y las **Unidades Colectivas**, como comunidades, recintos, barrios, asociaciones, compuesta por elementos individuales que configuran un lugar de referencia.

Entre las comunidades más cercanos al polígono, se encuentran Catamahillo, Cochacara y La Ceiba Chica; cabe señalar que Cochacara, está considerada en la Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2023 – 2027 del Cantón Zapotillo como área de asentamiento disperso.

A continuación, se incluye las comunidades que se encuentran dentro del área de influencia social directa del proyecto.

Tabla 10-15. Área de Influencia Directa Social – Unidades colectivas

Comunidades	Distancia al polígono del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba (m.)
Ceiba Chica	1624 m
Catamahillo	200 m

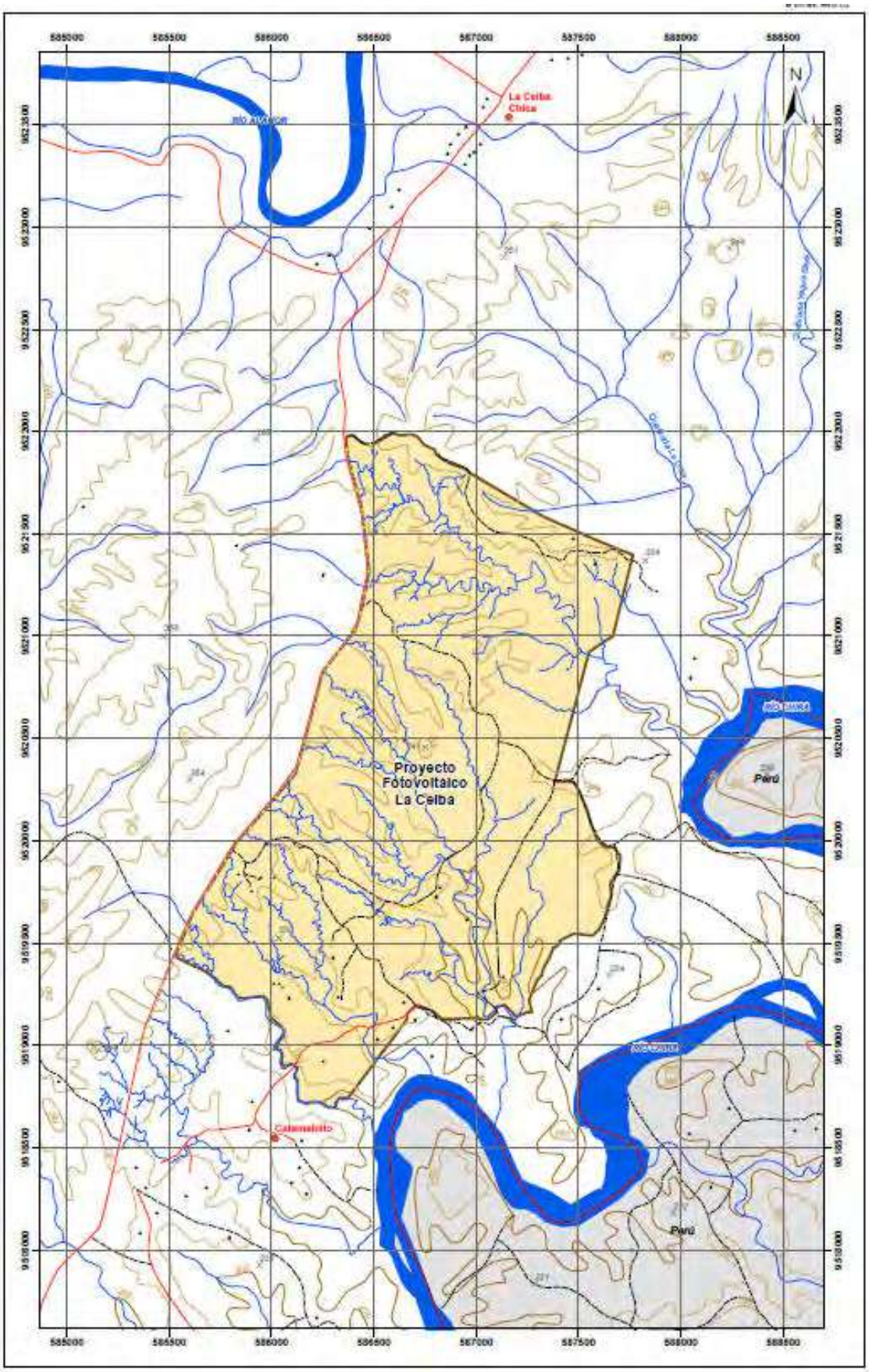
Elaborado por: Equipo Consultor, 2026. Fuente: Levantamiento de información secundaria

En el Mapa Nro. 32 se presenta el Mapa de Localidades e infraestructura de interés social.

En aplicación del **Art. 466 del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCOA, reforma 2023)**, el Área de Influencia Social Directa (AISD) para el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se define como el espacio donde se generan interacciones directas entre el proyecto y el entorno social, derivadas de la implantación, construcción y operación de la infraestructura, afectando o beneficiando de manera inmediata a unidades individuales (predios, viviendas) y a organizaciones sociales (barrios, comunidades) (MAATE, 2023).

A nivel de organización social, y conforme al Art. 466 del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, el Área de Influencia Social Directa (AISD) del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba incorpora a La Ceiba Chica y Catamahillo, debido a que en estos asentamientos se prevé una interacción funcional directa y continua con las actividades del proyecto, tanto en la fase de construcción como en la de operación, particularmente en términos de empleo, provisión de bienes y servicios, uso intensivo de la red vial local y articulación económica territorial.

Figura 10-28. Mapa de Ubicación de comunidades del Área de Influencia Social Directa (AISD)



Elaborado por: Equipo Consultor, 2025. Fuente: Levantamiento de información secundaria

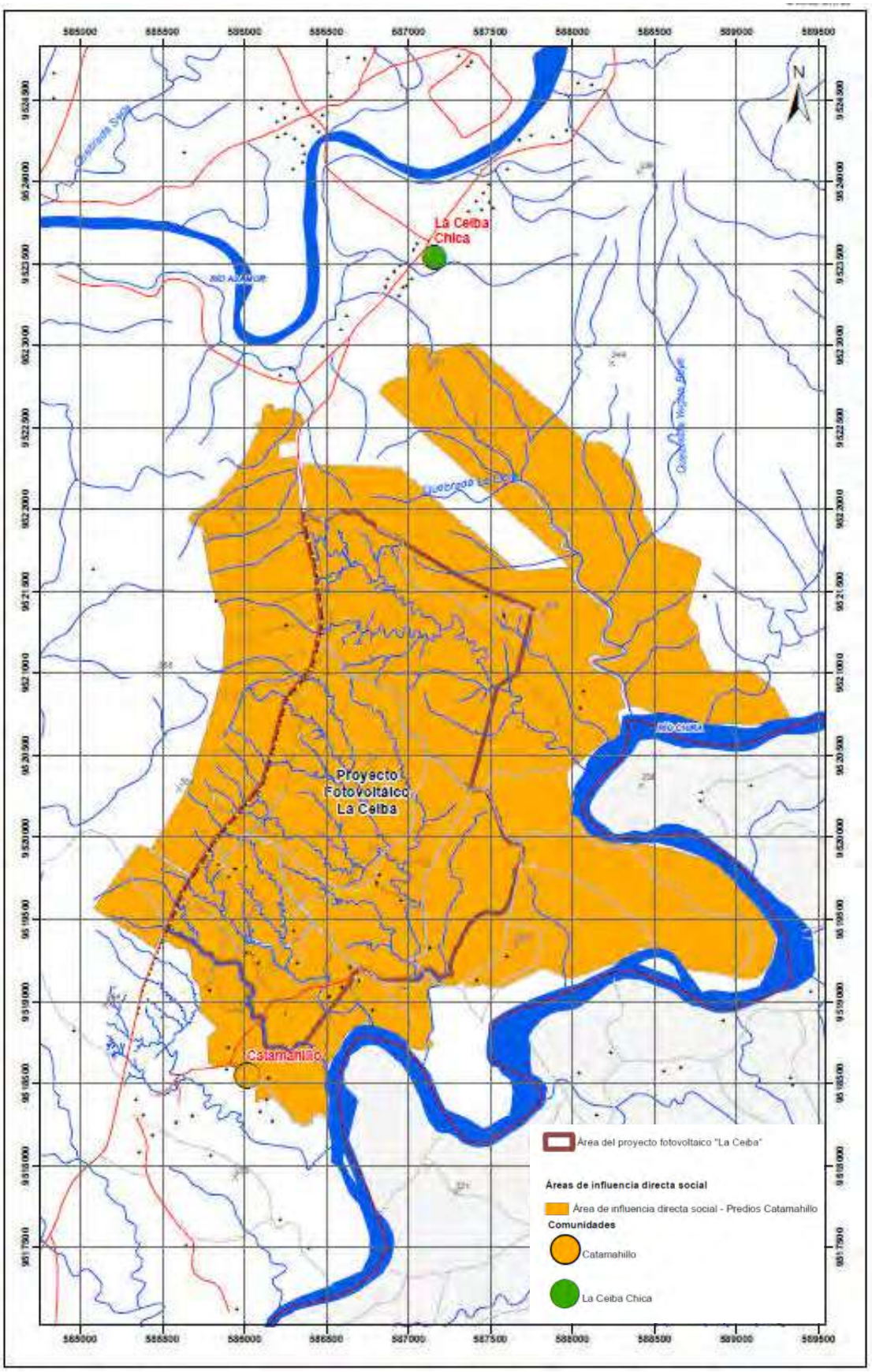
En el caso de La Ceiba Chica, su proximidad territorial al área de implantación y su vinculación directa mediante caminos de acceso determinan una relación inmediata con las actividades constructivas. Esta interacción se expresa en la contratación de mano de obra local, arrendamiento de predios auxiliares, provisión de alimentación y transporte, generando impactos positivos como la dinamización de la economía local, incremento de ingresos familiares y fortalecimiento del capital social comunitario. No obstante, también pueden presentarse impactos negativos como incremento temporal del tránsito vehicular, generación de polvo y ruido, presión sobre servicios básicos locales, y potenciales conflictos por uso de suelo o percepción de inequidad en la contratación laboral, los cuales deben ser gestionados mediante el Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Relaciones Comunitarias.

Por su parte, Catamahillo presenta una relación funcional directa derivada del uso recurrente de sus vías de acceso y su localización estratégica dentro del área de influencia inmediata. Esto genera impactos positivos como fortalecimiento del comercio local, prestación de servicios complementarios (hospedaje, alimentación, mantenimiento), incremento de actividades de transporte y generación de empleo indirecto. Sin embargo, esta misma condición puede ocasionar impactos negativos asociados al aumento del tráfico pesado, deterioro de la infraestructura vial, riesgos de seguridad vial, incremento de ruido y posibles alteraciones en la dinámica social local, especialmente durante la fase de construcción, lo cual requiere medidas de control, señalización y mantenimiento vial.

En síntesis, la inclusión de La Ceiba Chica y Catamahillo se encuentra técnicamente justificada en función de las interacciones directas, permanentes y verificables entre el proyecto y estas organizaciones sociales. Estas interacciones generan tanto impactos positivos (empleo, dinamización económica, fortalecimiento de servicios) como impactos negativos (presión sobre infraestructura, conflictos sociales, externalidades ambientales locales), los cuales deben ser gestionados mediante instrumentos como el Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Relaciones Comunitarias, conforme a los lineamientos del RCOA.

A continuación, se representa el área de Influencia Directa Social, en la que se incluye a las unidades individuales y colectivas identificadas para el proyecto (VER MAPA NRO. 49).

Figura 10-29. Área de Influencia Directa Social (AIDS)



Elaborado por: Equipo Consultor, 2026. Fuente: Levantamiento de información secundaria.

La delimitación social (AI directa e indirecta) fue validada mediante la ubicación espacial de viviendas, propietarios, actores institucionales, organizaciones comunitarias y resultados obtenidos durante el levantamiento de información primaria.

10.3.3. Áreas de influencia Indirecta Social (AIIS)

En función del concepto de área de influencia social indirecta para el componente socioeconómico, señalado en la reforma al Reglamento al Código Orgánico del Ambiente publicado en el Registro Oficial No. 754, el 2 de junio del 2023, refiriéndose al art. 466 del Título III, Capítulo I Ámbito, principios, fines y definiciones del proceso de participación ciudadana para la consulta ambiental.[4]

"ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL INDIRECTA: Espacio socio-institucional que resulta de la relación del proyecto con las unidades político-territoriales donde se desarrolla: parroquia, cantón y/o provincia. El motivo de la relación es el papel del proyecto, obra o actividad en el ordenamiento y desarrollo del sistema social territorial local."

En este contexto y considerando las características de este proyecto, el área de influencia indirecta es la parroquia Zapotillo (en el que se incluye al área urbana de la ciudad de Zapotillo), perteneciente al cantón Zapotillo y provincia de Loja.

En cuanto al **área urbana de la ciudad de Zapotillo**, su inclusión en el AISI se sustenta en su función como centro administrativo, comercial y de servicios del cantón, donde se concentrará la mayor parte de la demanda inducida por el proyecto. Entre los impactos positivos se destacan el fortalecimiento del comercio formal, incremento de la circulación monetaria, contratación de servicios técnicos y profesionales, dinamización del sector hotelero y de servicios, y mayor recaudación local. No obstante, también pueden generarse impactos negativos indirectos pero relevantes, como incremento del costo de bienes y servicios, presión sobre la infraestructura urbana (agua, saneamiento, alojamiento), aumento de la demanda de servicios públicos y posibles tensiones sociales por desigual distribución de beneficios económicos, lo cual exige una adecuada planificación y coordinación institucional.

A nivel parroquial, la **parroquia Zapotillo** constituye el primer nivel del AISI, en la medida en que el proyecto se inserta en su territorio y contribuye a la dinamización del sistema socioeconómico local, mediante la generación de empleo, demanda de servicios, fortalecimiento de cadenas productivas locales y articulación con actividades agropecuarias predominantes. Esta relación se traduce en impactos positivos indirectos, como el fortalecimiento del tejido económico y la diversificación de ingresos, así como en potenciales impactos negativos, tales como presión sobre servicios públicos, cambios en el uso del suelo y posibles desequilibrios territoriales si no se gestiona adecuadamente la distribución de beneficios.

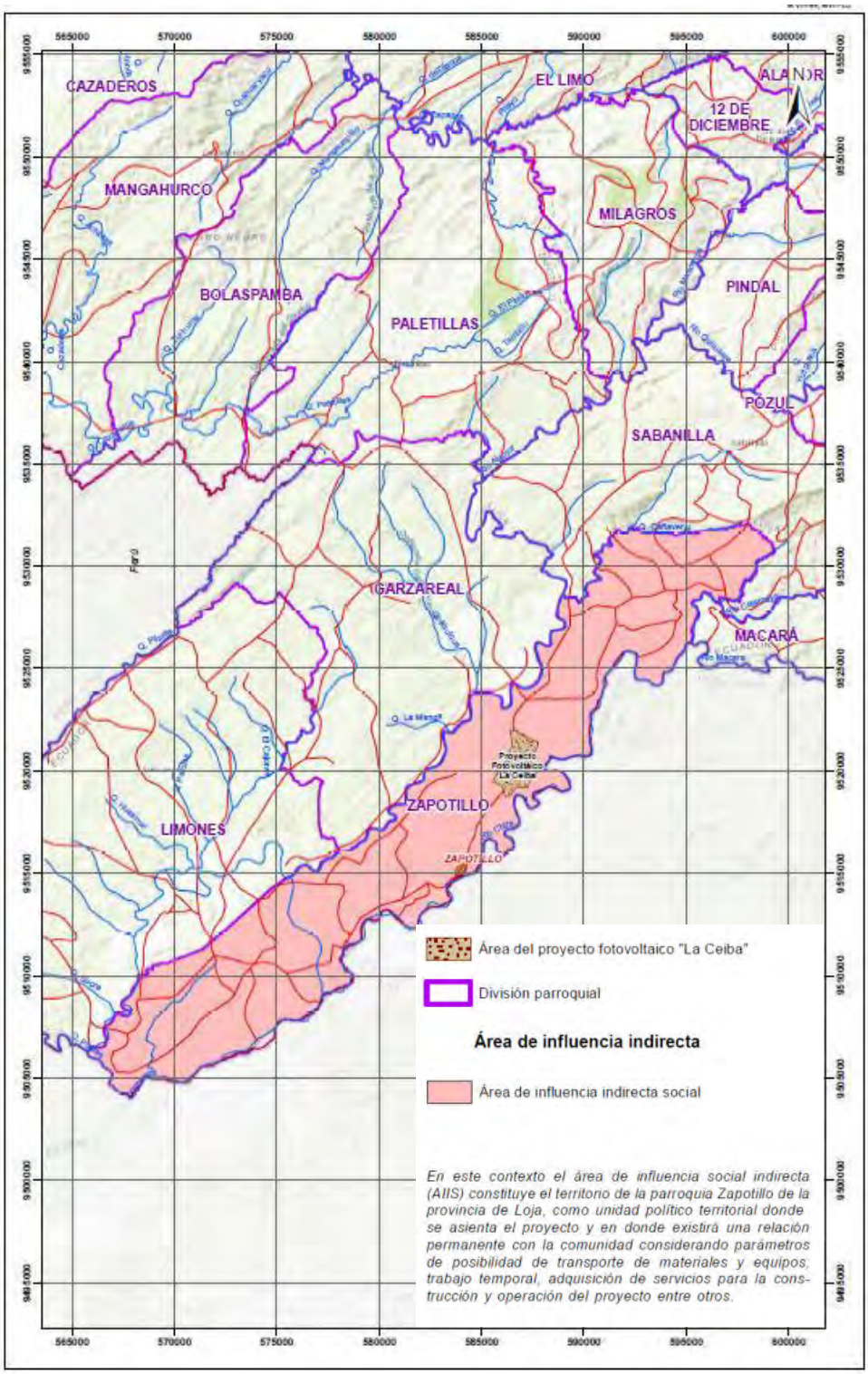
En síntesis, el **Área de Influencia Indirecta Social del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba** está conformada por la parroquia Zapotillo, en tanto constituyen el ámbito donde el proyecto incide en el sistema socio-institucional, económico y territorial, generando efectos indirectos tanto positivos (dinamización económica, fortalecimiento institucional, transición energética) como negativos (presión sobre servicios, desequilibrios territoriales), los cuales deben ser considerados en la planificación y gestión del proyecto dentro del Estudio de Impacto Ambiental.

[4] Segundo Suplemento del Registro Oficial 323, 02-VI-2023; visto en: https://maatecalidadambiental.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/2024/03/REGISTRO-OFICIAL-CONSULTA-AMBIENTAL.pdf

Al no tener un área geográfica definida por parte del GAD Municipal de Zapotillo con respecto a los límites de los barrios y comunidades identificadas, no se emplea la metodología de Algebra de Mapas para el componente social y se determina que las áreas antes mencionadas, serían las áreas de influencia definitivas para el componente social.

En el Mapa Nro. 50, se presenta el AII del componente social.

Figura 10-30. Área de Influencia Indirecta Social (AIIS)



Elaborado por: Equipo Consultor, 2026. Fuente: Levantamiento de información secundaria

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía. Ltda.

JULIO , 2026

Contenido

11. ÁREAS DE SENSIBILIDAD. 816
11.1. SENSIBILIDAD FISICA. 816
11.2. SENSIBILIDAD BIOTICA. 827
11.3. SENSIBILIDAD SOCIAL. 852
11.4. SENSIBILIDAD ARQUEOLÓGICA 857

Tabla 11-1. Criterio: Tolerancia Ambiental 818
Tabla 11-2. Criterio: Niveles de degradación Ambiental. 818
Tabla 11-3. Rangos de Clasificación de Sensibilidad Ambiental. 819
Tabla 11-4. Sensibilidad Biótica por tipo de Ecosistema. 829
Tabla 11-5. Criterios utilizados para determinar estado de conservación. 834
Tabla 11-6. Estado de conservación por tipo de uso de suelo y cobertura vegetal del proyecto. 835
Tabla 11-7. Sensibilidad Biótica por tipo de uso de suelo y cobertura vegetal. 836
Tabla 11-8. Grado de sensibilidad de las especies registradas en el área del proyecto. 841
Tabla 11-9. Interpretación de la abundancia relativa mastofauna 843
Tabla 11-10. Sensibilidad de las especies registradas del componente mastofauna. 844
Tabla 11-11. Sensibilidad de las especies de mastofauna registradas 844
Tabla 11-12. Clasificación de sensibilidad ecológica de las especies de herpetofauna. 847
Tabla 11-13. Criterios de Sensibilidad Social del proyecto 853
Tabla 11-14. Sensibilidad Social del proyecto fotovoltaico 855
Tabla 11-15. Sensibilidad Social de la infraestructura comunitaria identificada. 856
Tabla 11-16. Puntaje para el cálculo de Sensibilidad Arqueológica 857
Tabla 11-17. Niveles de Sensibilidad Arqueológica según rango de valores 857
Tabla 11-18. Resultado de sensibilidad en las calles 858

Figura 11-1. Sensibilidad biótica por tipo de ecosistema. 833
Figura 11-2. Sensibilidad biótica por uso de suelo y cobertura vegetal. 837
Figura 11-3. Sensibilidad de las especies de aves 846
Figura 11-4. Sensibilidad de macroinvertebrados 849

11. ÁREAS DE SENSIBILIDAD.

La sensibilidad ambiental se define como el grado de vulnerabilidad que presentan los diferentes componentes del medio (físico, biótico y socioeconómico) frente a alteraciones causadas por actividades antrópicas o fenómenos naturales. Representa el potencial de afectación que puede sufrir un sistema ambiental cuando se modifican sus condiciones de equilibrio, funcionalidad ecológica o capacidad de resiliencia (Gómez Orea, 2013; Colmachi, 2015). Esta susceptibilidad puede derivarse tanto de la fragilidad intrínseca del sistema como de su estado actual de degradación.

La identificación y calificación de la sensibilidad ambiental permite generar unidades homogéneas de análisis territorial, a partir de las cuales se delimitan áreas de sensibilidad diferenciada. Estas áreas presentan una expresión espacial concreta y se representan mediante mapas temáticos, los cuales constituyen herramientas clave para la planificación ambiental y la toma de decisiones en proyectos como los sistemas de generación fotovoltaica (Burrough & McDonnell, 2015; CELEC EP, 2025).

Para este fin, se emplean Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten integrar y analizar datos ambientales geo-referenciados, facilitando la modelación de la sensibilidad territorial a través de superposición de capas, análisis multicriterio y técnicas de interpolación espacial. Cada variable ambiental (por ejemplo, pendiente, cobertura vegetal, tipo de suelo, presencia de especies sensibles) se convierte en un insumo cuantificable y espacialmente analizable dentro del SIG, lo que garantiza una evaluación sistemática, reproducible y técnicamente fundamentada (Burrough & McDonnell, 2015).

Bajo esta lógica, la metodología de análisis de sensibilidad tiene como objetivo principal establecer una zonificación ambiental del área de estudio, permitiendo distinguir:

- Áreas de protección o conservación prioritaria, donde los recursos naturales muestran alta fragilidad, bajo umbral de tolerancia o valor ecológico significativo, y,
- Áreas aptas para el desarrollo, donde las condiciones naturales ofrecen mayor capacidad de carga ambiental y menor riesgo de deterioro ante actividades de intervención humana (Gómez Orea, 2013).

Esta clasificación es particularmente útil en estudios de impacto ambiental para proyectos fotovoltaicos, donde se requiere compatibilizar la localización y diseño de la infraestructura con la preservación de servicios ecosistémicos, corredores biológicos y funciones del paisaje, minimizando los impactos acumulativos y sinérgicos en territorios ambientalmente frágiles (MAATE, 2023; Colmachi, 2015).

11.1. SENSIBILIDAD FISICA.

Para el análisis y la representación cartográfica de la sensibilidad del componente físico se adopta el Área de Influencia Directa (AID) física como unidad espacial de referencia, por ser el ámbito donde se materializan los mecanismos de impacto primarios de un proyecto fotovoltaico (movimiento de suelos, modificación microtopográfica, emisiones difusas de polvo y ruido, y alteraciones locales de escorrentía). Esta elección reduce sesgos espaciales, focaliza la

modelación en rutas de impacto plausibles y permite dimensionar medidas de manejo proporcionales a la magnitud y extensión del efecto esperado (principio de proximidad y enfoque de exposición-respuesta). En evaluación ambiental, la delimitación del AID como base del modelado de sensibilidad constituye una buena práctica para garantizar trazabilidad entre fuente-vía-receptor en el medio físico (Gómez Orea, 2013; Conesa, 2010).

- Criterios y estructura del índice de sensibilidad

El análisis integra criterios del subcomponente geológico (estabilidad litológica/tectónica), geomorfológico (pendiente, forma del relieve, susceptibilidad a erosión y movimientos en masa) y de calidad ambiental (estado del suelo, polvo/aire y ruido de fondo) bajo dos metacriterios: Nivel de Degradación Ambiental (1–5) y Tolerancia Ambiental (1–5). La sensibilidad se calcula como S = Degradación × Tolerancia, con clasificación ordinal (0–5 muy alta; 6–10 alta; 11–15 media; 16–20 baja; 21–25 nula), lo que captura tanto el estado previo del entorno como su capacidad asimilativa ante nuevas presiones. Esta estructura permite jerarquizar fragilidades del medio físico y priorizar medidas de prevención/mitigación en fase constructiva y de operación (Colmachi, 2015; Gómez Orea, 2013).

- Implementación SIG y reglas de decisión

La operacionalización se realiza en SIG mediante:

(i) normalización de capas temáticas del AID (p. ej., pendiente, litología, estabilidad de taludes, erosión, calidad de suelo/aire/ruido) a escalas 1–5;

(ii) reclasificación con reglas expertas;

(iii) combinación multicriterio (superposición ponderada o producto condicionado) para obtener las superficies de Degradación y Tolerancia; y

(iv) cálculo celda-a-celda del índice S y su mapa de sensibilidad. El uso de SIG asegura consistencia espacial, reproducibilidad y trazabilidad de insumos/ponderaciones, facilitando además análisis de sensibilidad del modelo (Burrough & McDonnell, 2015; Conesa, 2010).

- Enfoque territorial aplicado a fotovoltaica

En proyectos fotovoltaicos, la sensibilidad física suele estar modulada por la geomorfología (pendientes y estabilidad de taludes), el estado del suelo (degradación/compactación y riesgo de erosión en ambientes secos) y la disponibilidad hídrica (vulnerabilidad de microdrenajes/recarga). La metodología anterior permite identificar áreas de protección (alta o muy alta sensibilidad) donde se restringen plataformas y acopios, y áreas aptas para desarrollo (sensibilidad media/baja) donde las condiciones naturales ofrecen mayor soporte a la intervención, optimizando la implantación y el diseño de obras auxiliares (Gómez Orea, 2013; MAATE, 2023).

11.1.1. Metodología.

- Tolerancia ambiental.

La tolerancia ambiental es la capacidad del medio para asimilar, resistir o recuperarse frente a perturbaciones sin perder su estructura y funciones esenciales; integra conceptos de capacidad de carga y resiliencia del sistema, de modo que, al superarse umbrales ecológicos, pueden ocurrir cambios de estado difíciles de revertir (Odum & Barrett, 2005; Gómez Orea, 2013). En el componente físico, se evalúa considerando condiciones actuales de suelo (profundidad,

estabilidad, erosión), geomorfología (pendiente, susceptibilidad a inestabilidad), geología (consistencia/fragilidad litológica) y calidad ambiental (aire y ruido de fondo), con una escala ordinal que permite su uso operativo en SIG y matrices de EsIA (Colmachi, 2015).

Tabla 11-1. Criterio: Tolerancia Ambiental

Nivel	Valor	Definición operativa (concisa y mutuamente excluyente)
Nula	1	La capacidad asimilativa es muy baja o la intensidad de los efectos es muy alta; pequeños cambios desencadenan daños severos.
Baja	2	La capacidad asimilativa es baja o la intensidad de los efectos es alta; el sistema admite perturbaciones mínimas antes de degradarse.
Moderada	3	La capacidad asimilativa es media o la intensidad de los efectos es media; el sistema amortigua impactos limitados con recuperación parcial.
Alta	4	La capacidad asimilativa es alta o la intensidad de los efectos es baja; las perturbaciones habituales no comprometen funciones.
Muy alta	5	La capacidad asimilativa es muy alta o la intensidad de los efectos es muy baja; los cambios previstos son ampliamente absorbidos.

Fuente: Colmachi, 2015. **Elaboración:** Equipo Consultor, 2025.

- Degradación ambiental

La degradación ambiental es el proceso de deterioro persistente de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los medios suelo-agua-aire y del paisaje, ocasionado por presiones antrópicas o naturales que superan la capacidad de regeneración del sistema; sus manifestaciones típicas incluyen pérdida de biodiversidad, reducción de la productividad ecosistémica y merma de servicios ambientales (Odum & Barrett, 2005; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

En términos operativos para EsIA, la degradación se evalúa mediante indicadores de estado y presión comparados contra la línea base: p. ej., en suelo (pérdida de suelo, materia orgánica, compactación), agua (SST/turbidez, conductividad, nutrientes), aire (PM_{10}/$PM_{2.5}$ durante obras) y paisaje/uso del suelo (pérdida de cobertura natural, fragmentación), incorporando además rasgos geomorfológicos sensibles (pendiente, inestabilidad de taludes). La clasificación en niveles ordinales permite jerarquizar el grado de alteración y su reversibilidad, facilitando el diseño de medidas de prevención y restauración (Conesa, 2010; Gómez Orea, 2013; MAATE, 2023). Los niveles de degradación ambiental se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 11-2. Criterio: Niveles de degradación Ambiental.

ESCALA NIVEL	VALOR	CRITERIOS
Nulo (1)	1	Corresponde a un área no alterada, casi prístina. Elevada calidad ambiental y de paisaje. Se mantienen los ecosistemas naturales originales
Bajo (2)	2	Las alteraciones al ecosistema son bajas, las modificaciones a los recursos naturales y al paisaje son bajas. La calidad ambiental de los recursos puede restablecerse fácilmente
Moderado (3)	3	Las alteraciones al ecosistema, el paisaje, y los recursos naturales tienen una magnitud media. Las condiciones de equilibrio del ecosistema se mantienen aun cuando tienden aalejarse del punto de equilibrio
Alto (4)	4	Las alteraciones antrópicas al ecosistema, paisaje y los recursos naturales son altas. La calidad ambiental del ecosistema es baja; se encuentra cerca del umbral hacia un nuevo punto de equilibrio. Las condiciones originales puedenrestablecer con grandes esfuerzos en tiempos prolongados.

ESCALA NIVEL	VALOR	CRITERIOS
Crítico (5)	5	La zona se encuentra profundamente alterada, la calidad ambiental del paisaje es mínima. La contaminación, alteracióny pérdida de los recursos naturales es muy alta. El ecosistema ha perdido su punto de equilibrio natural y es prácticamenteirreversible

Fuente: Colmachi, 2015. **Elaboración:** Equipo Consultor, 2025.

El grado de sensibilidad está representado por la multiplicación de los dos parámetros:

Sensibilidad Ambiental = Nivel de Degradación x Tolerancia Ambiental

En la siguiente tabla, se presenta los rangos de clasificación de Sensibilidad Ambiental para el proyecto fotovoltaico.

Tabla 11-3. Rangos de Clasificación de Sensibilidad Ambiental.

GRADO DE SENSIBILIDAD RANGO	GRADO DE SENSIBILIDAD RANGO
No sensibilidad (nula)	21 a 25
Sensibilidad Baja	16 a 20
Sensibilidad Media	11 a 15
Sensibilidad Alta	6 a 10
Sensibilidad Muy Alta	0 a 5

Fuente: Colmachi, 2015. **Elaboración:** Equipo Consultor, 2025.

El análisis de sensibilidad del componente físico se aplicó al AID físico del emplazamiento del parque fotovoltaico, integrando las capas de geología, geomorfología y calidad ambiental mediante la relación S = Degradación × Tolerancia (escala 1–5 por subcriterio) y su combinación espacial en SIG; los resultados y la clasificación (muy alta, alta, media, baja, nula) se sintetizan en la siguiente tabla para priorizar medidas de manejo en obra y operación (Colmachi, 2015; Gómez Orea, 2013).

11.1.2. Resultados.

UBICACIÓN	SENSIBILIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
SUELO		
Planta Fotovoltaica (AID Suelo)	Degradación: Alta (4) Tolerancia: Alta (4) Sensibilidad: **Baja (16)**	La degradación ambiental del suelo se ha calificado como **Alta (4)** debido a varios factores observados en el área de implantación del proyecto. Aunque las muestras compuestas de suelo presentan valores dentro de los límites máximos permisibles (LMP), lo que sugiere que la calidad del suelo no está severamente comprometida, existen evidencias claras de alteración antrópica en la zona. Estas alteraciones incluyen: 1. **Mosaico agropecuario y cultivos de subsistencia (dentro del polígono del proyecto).** La cartografía de uso de suelo y cobertura en el AID evidencia clases como mosaico agropecuario, pastizal, vegetación arbustiva y herbácea y áreas sin cobertura vegetal, lo que confirma prácticas agrícolas de baja escala en y alrededor del emplazamiento (MAATE, 2022). Estas actividades incrementan compactación (tránsito, labranza), erodabilidad (pérdida de estructura y cobertura) y variabilidad de nutrientes (extracción/retorno desigual), reduciendo la capacidad de soporte del suelo para la vegetación nativa y elevando la vulnerabilidad en un entorno con susceptibilidad a sequía 2. **Prácticas silvopastoriles (pastizal con arbustal).** La presencia de pastizales y matorral dentro del AID sugiere un uso silvopastoril local que, por pisoteo selectivo y ramoneo, reduce la cobertura, compacta horizontes superficiales y disminuye la infiltración, favoreciendo escorrentías concentradas y aumento de la erosión. Este efecto se potencia en lomeríos con pendientes y en sectores con susceptibilidad a movimientos en masa, por lo que el manejo de taludes, revegetación y descansos de pastoreo son críticos en fase constructiva. 3. **Áreas sin cobertura vegetal.** La cartografía del AID identifica unidades sin cobertura que dejan el suelo expuesto a radiación, viento y lluvias convectivas; en un contexto semiárido con alta susceptibilidad a sequía, esto favorece costras superficiales, disminuye la porosidad y acelera la degradación estructural (sellado y pérdida de agregados), con generación de polvos bajo tránsito de obra. La priorización de estos parches para revegetación temprana, mulch y control de polvo es consistente con buenas prácticas de manejo de suelos en obras lineales y fotovoltaicas Aun cuando las quebradas con vegetación riparia han sido excluidas de la implantación de paneles por restricciones topográficas e hidromorfológicas, esta exclusión no compensa la pérdida y fragmentación de la cobertura nativa observada en el resto del AID, asociada a usos agropecuarios/silvopastoriles y áreas sin cobertura. Dichos procesos elevan la relación borde/interior, reducen la conectividad ecológica y aumentan la erodabilidad del suelo, configurando un estado de degradación del paisaje y del medio edáfico (Forman, 1995; Gómez Orea, 2013). Además, la protección pasiva de las quebradas no evita impactos indirectos—p. ej., aporte de polvo y sedimentos o cambios en la escorrentía desde laderas intervenidas—especialmente en contextos semiáridos con pendientes medias, donde la resiliencia es limitada (Conesa, 2010; MAATE, 2023). En conjunto, la evidencia

UBICACIÓN	SENSIBILIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
		(pérdida/fragmentación de cobertura, signos de erosión y disminución de la capacidad de soporte) justifica clasificar la unidad con "degradación alta" según los criterios operativos de EsIA y la matriz de sensibilidad (Colmachi, 2015; Millennium Ecosystem Assessment, 2005). La calificación de la tolerancia ambiental del suelo como **Alta (4)** se basa en la naturaleza específica del proyecto y las características inherentes del suelo en el área de estudio. Consideremos los siguientes aspectos: 1. **Intervención del suelo:** Aunque el proyecto implica el hincado de la infraestructura y movimiento de suelo en menor proporción para la instalación de los paneles solares, estas intervenciones son relativamente menores en comparación con otros tipos de proyectos de infraestructura. Esto minimiza el impacto directo sobre la estructura del suelo. 2. **Áreas impermeabilizadas:** Las áreas impermeabilizadas, aunque necesarias para la infraestructura del proyecto, representan una pequeña porción del área total, lo que limita la afectación general del suelo en términos de reducción de permeabilidad y capacidad de retención hídrica. 3. Los suelos arcillosos del área presentan baja conductividad hidráulica y mayor capacidad de adsorción de solutos, lo que limita el transporte advectivo ante eventos de derrames puntuales y facilita su contención/retirada en superficie (bandejas de goteo, kits de absorción, plan de contingencias). Esta condición edáfica, combinada con programas de manejo de combustibles y aceites, reduce la probabilidad de migración vertical de contaminantes y sostiene una tolerancia elevada del medio frente a impactos accidentales (Fetter, 2001; Freeze & Cherry, 1979). 4. **Contexto climático semiárido y control operacional.** En climas semiáridos la lixiviación anual es menor y, por tanto, la movilización vertical de contaminantes se reduce; aunque pueden ocurrir lluvias intensas de corta duración, el drenaje y control de erosión (mulch, revegetación de taludes, disipadores) minimizan el arrastre sedimentario. Bajo mantenimiento preventivo de equipos, control de polvo y gestión de aceites en zonas contenidas, el suelo recupera rápidamente su funcionalidad tras las actividades temporales de obra, consolidando una tolerancia alta (Odum & Barrett, 2005; MAATE, 2023). 5. **Condicionalidades y salvaguardas.** La calificación Alta (4) se mantiene condicionada a: i) evitar explanaciones en pendientes medias-altas; ii) limitar el tránsito fuera de vías habilitadas; iii) gestionar topsoil y revegetar de forma temprana; iv) implementar cubetos/secundario contención en la subestación y áreas de mantenimiento; y v) ejecutar monitoreo de suelo/sedimentos en lluvias. Con estas salvaguardas, el suelo tolera la intervención prevista sin pérdida significativa de sus funciones En base a la metodología de Colmachi (2015), que establece un marco para la determinación de la sensibilidad ambiental en estudios de impacto ambiental, las características del suelo y las actividades del proyecto sugieren que el área tiene una alta

UBICACIÓN	SENSIBILIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
		capacidad para tolerar las intervenciones propuestas sin sufrir una degradación adicional significativa. Por lo tanto, la calificación de alta tolerancia ambiental es justificada.
AGUA		
Planta Fotovoltaica (AID Agua)	Degradación: Bajo (2) Tolerancia:Alta (4) Sensibilidad: **Alta (8)**	Para justificar la calificación de degradación y tolerancia ambiental respecto a la calidad del agua en el contexto del proyecto de generación de energía fotovoltaica, es importante analizar los resultados de la línea base y la naturaleza del proyecto en relación con los posibles impactos en los cuerpos de agua circundantes. **Línea base y cumplimiento normativo.** Se muestrearon dos cuerpos de agua con caudal en la fecha de línea base (24-jun-2025): la quebrada s/n (Punto A-1) dentro del área del proyecto y el río Chira aguas abajo (Punto A-2). El análisis fue realizado por LABCESTTA (acreditado ISO/IEC 17025) y comparado con la **Tabla 2 del Anexo I del AM 097-A (TULSMA)** para protección de vida acuática. En ambos puntos, pH (8,75–8,81), DQO ("< 27 mg/L") y DBO_5 (5–9 mg/L) se encuentran dentro de los límites permisibles; metales como Cd, Fe y Mn están muy por debajo de sus límites. Para **Pb** y **TPH** se reportaron valores "< 0,005 mg/L" y "< 20 mg/L" respectivamente, por lo que la comparación con límites más estrictos (p.ej., Pb = 0,001 mg/L; TPH = 0,5 mg/L) es **no concluyente** por límite de detección, aunque las señales son bajas. Temperatura y conductividad se hallaron en rangos esperables para quebradas y ríos locales, sin indicios de elevación antrópica. Por otro lado, la **tolerancia ambiental** ha sido calificada como **Alta (4)** debido a las características del proyecto fotovoltaico. A diferencia de proyectos industriales o agropecuarios que generan efluentes, el proyecto fotovoltaico tiene una naturaleza mucho menos intensiva en términos de generación de contaminantes acuáticos. Las siguientes consideraciones son clave: La naturaleza del proyecto fotovoltaico implica baja generación de efluentes y riesgo acotado de contaminación acuática (no hay vertidos de proceso; los riesgos se asocian a escorrentía con sedimentos y manejo de combustibles). Con márgenes de protección sobre quebradas, control de erosión/sedimentos y manejo de sustancias peligrosas en áreas contenidas —lineamientos ya previstos para cursos de agua en el perfil del proyecto—, la capacidad de asimilación del sistema ante perturbaciones puntuales es alta, por lo que la tolerancia se califica Alta (4) (Odum & Barrett, 2005; Conesa, 2010; MAE, 2015). **Ausencia de efluentes industriales o sanitarios:** Durante la fase de construcción, se utilizarán baterías sanitarias portátiles modulares, lo que significa que no habrá descarga directa de efluentes sanitarios al entorno acuático. Esto elimina una fuente potencial de contaminación directa de los cuerpos de agua.

UBICACIÓN	SENSIBILIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
		Bajo la metodología de sensibilidad aplicada (S = Degradación × Tolerancia), la combinación **Baja (2)** × **Alta (4)** da **S = 8**, que ubica al componente **agua** en **Sensibilidad Alta** según los rangos previamente establecidos para el proyecto. Esta clasificación práctica prioriza medidas de manejo y monitoreo en frentes de obra cercanos a drenajes estacionales y al río Chira (Colmachi, 2015).
RUIDO		
Planta Fotovoltaica (AID Ruido)	Degradación: Baja (2) Tolerancia: Alta (4) Sensibilidad: **Alta (8)**	**Línea base y normativa.** El monitoreo (24-jun-2025) estableció el **ruido de fondo** en ocho puntos del AID (seis de planta y dos PCA próximos a receptores), con medición LAeq,tp diurna/nocturna bajo protocolos de sonometría clase 1 y verificación de estabilidad del ruido; estos valores se comparan con los **LKeq** del **uso "Agrícola-Residencial (AR)"** del AM 097-A (65 dB diurno; 45 dB nocturno) (LABCESTTA, 2025; TULSMA). **Resultados clave.** Los **LAeq,tp diurnos** oscilaron entre **40,2–46,0 dB(A)** y los **nocturnos** entre **39,0–45,9 dB(A)**; incluso en los **PCA** (vivienda cercana, Ceiba Chica; y cercanías de Catamaillo) se registraron **43,2/41,1 dB(A)** (día/noche) y **46,0/43,0 dB(A)**, respectivamente—todos **por debajo** de los LMP para AR (65/45 dB). **Degradación (ruido) — *Baja (2)*.** Dado que la **línea base cumple holgadamente** los LMP en todos los puntos, sin evidencias de fuentes fijas dominantes ni superaciones nocturnas, el **grado de alteración actual** del medio acústico se clasifica como **Bajo (2)** conforme a criterios de magnitud/distancia y reversibilidad en EsIA (Conesa, 2010; Gómez Orea, 2013) **Tolerancia (ruido) — *Alta (4)*.** Las **fuentes principales** serán **temporales y localizadas** en **construcción** (maquinaria, hincado, tránsito); en **operación** las fuentes fijas fotovoltaicas son de **baja emisión continua** (inversores/transformadores con encapsulamiento y distancias de atenuación), y la traza prevé **PCA puntuales** con distancias controlables. Con medidas estándar (ventanas horarias, barreras blandas, mantenimiento, señalización) la **capacidad asimilativa** del entorno es **alta** (Conesa, 2010; Gómez Orea, 2013). Sustenta lo anterior que incluso en **PCA** los **LAeq,tp** base ya son **≤46/43 dB(A)** (día/noche). **Sensibilidad (método Colmachi).** **Degradación = 2 (Baja)** y **Tolerancia = 4 (Alta)**, resulta **S = 8 → Sensibilidad Alta**, priorizando control de ruido en **construcción** cerca de **PCA** y verificación con monitoreo operativo. (Colmachi, 2015).
CALIDA DEL AIRE		

UBICACIÓN	SENSIBILIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Planta Fotovoltaica (AID Aire)	Degradación: Alta (4) Tolerancia: Alta (4) Sensibilidad: **Baja (16)**	Para justificar la calificación de la degradación y la tolerancia ambiental en relación con la calidad del aire en el contexto del proyecto fotovoltaico, es necesario evaluar los resultados del monitoreo y los posibles impactos durante las distintas fases del proyecto. La degradación ambiental por calidad del aire se ha calificado como **Alta (4)**, a pesar de que los resultados de los puntos de monitoreo indican que los parámetros de calidad del aire se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles (LMP). Esta calificación se justifica por los siguientes motivos: 1. **Condiciones preexistentes y sensibilidad del área:** Aunque los parámetros actuales cumplen con los LMP, la calificación de alta degradación refleja la consideración de que el área de estudio es sensible a cualquier incremento en los niveles de contaminantes. Esto es particularmente relevante en zonas donde las actividades futuras, como la construcción del proyecto, podrían alterar la calidad del aire. 2. **Impacto potencial de actividades futuras:** La degradación se califica como alta debido al riesgo inherente de que las actividades de construcción, que incluyen la operación de maquinaria pesada y generadores, incrementen temporalmente los niveles de contaminantes atmosféricos. Aunque la calidad del aire actual es adecuada, existe la posibilidad de un deterioro durante la fase de construcción, lo que justifica una calificación precautoria más alta. La **tolerancia ambiental** se ha calificado como **Alta (4)** basándose en las características específicas del proyecto y los posibles impactos en la calidad del aire: 1. **Emisiones durante la fase de construcción:** La mayor afectación a la calidad del aire se espera durante las actividades de construcción, debido a las emisiones generadas por la maquinaria y el generador de energía. Sin embargo, es importante destacar que estas emisiones son de carácter **fugitivo y no acumulativo**, lo que significa que no se espera una acumulación significativa de contaminantes en la atmósfera. Esto se debe a la naturaleza temporal y dispersa de las emisiones, lo que facilita su dispersión y disminuye el riesgo de impactos prolongados. 2. **Ausencia de fuentes de emisión continuas:** Durante la fase operativa del proyecto, no se anticipan emisiones significativas que puedan afectar la calidad del aire de manera permanente o sostenida. Esto contribuye a la alta calificación de tolerancia ambiental, ya que el área es capaz de absorber y manejar las emisiones temporales sin que se produzcan efectos negativos duraderos. 3. **Mitigación de impactos:** Las actividades que generen emisiones durante la construcción pueden estar sujetas a medidas de mitigación, como el riego de vías para reducir el polvo y la implementación de prácticas de mantenimiento adecuado de la maquinaria, lo que limitará aún más los impactos en la calidad del aire.

UBICACIÓN	SENSIBILIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
		En base a la metodología de Colmachi (2015), la calificación de alta tolerancia ambiental es apropiada, ya que las emisiones serán temporales y manejables, y el entorno tiene la capacidad de absorber estos cambios sin comprometer significativamente la calidad del aire a largo plazo. En resumen, aunque los resultados actuales muestran que la calidad del aire está dentro de los LMP, la calificación alta de degradación ambiental se justifica por la sensibilidad del área y los posibles impactos durante la construcción. Simultáneamente, la calificación alta de tolerancia ambiental refleja la capacidad del entorno para manejar las emisiones temporales sin efectos negativos a largo plazo.
RADIACIONES NO IONIZANTES		
Planta Fotovoltaica (AID Radiaciones)	Degradación: Alta (4) Tolerancia: Muy Alta (5) Sensibilidad: **Baja (20)**	Para justificar la calificación de la degradación y la tolerancia ambiental en relación a la futura operación de la Subestación Elevadora, es necesario evaluar los posibles riesgos asociados con la operación de la SE y de futuras líneas de transmisión de energía eléctrica. La degradación ambiental en esta área se ha calificado como **Alta (4)**, esta calificación se justifica por las siguientes razones: 1. **Presencia de infraestructura de alta tensión:** La existencia de una línea de alta tensión operativa de 138 kV en el área representa una intervención significativa en el entorno, lo que puede generar preocupaciones respecto a la salud y el bienestar de la población cercana, a pesar de que los niveles de radiación se encuentren dentro de los LMP. La percepción pública y el potencial de futuros impactos contribuyen a una calificación de degradación ambiental alta, dado que la infraestructura afecta visualmente y puede influir en la percepción de seguridad en la comunidad. 2. **Impacto en el uso del suelo y la biodiversidad:** La presencia de líneas de alta tensión también puede limitar el uso del suelo en las áreas circundantes y afectar la biodiversidad local, ya que estas áreas a menudo requieren un mantenimiento regular que incluye la eliminación de vegetación. Este tipo de intervención puede tener impactos ecológicos y sociales, justificando una calificación alta de degradación. La **tolerancia ambiental** se ha calificado como **Muy Alta (5)**, basándose en varios factores que mitigan los impactos potenciales de la operación de la línea de transmisión: 1. **Ausencia de viviendas en los alrededores del área de construcción de la SE:** La ausencia de viviendas reduce significativamente el riesgo de exposición a radiaciones no ionizantes para la población, lo que contribuye a una alta

UBICACIÓN	SENSIBILIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
		calificación de tolerancia. La ausencia de receptores sensibles en la zona cercana minimiza las preocupaciones de salud pública y reduce la posibilidad de conflictos con la comunidad. 2. **Proporción de riesgo baja:** La operación de la SE se considera de bajo riesgo en términos de posibles impactos adicionales al entorno, ya que este tipo de infraestrcuturas están diseñadas para operar de manera segura dentro de los parámetros establecidos por la normativa. La combinación de una infraestructura bien diseñada y mantenida, junto con la baja densidad de población en el área de influencia, justifica la calificación de muy alta tolerancia. 3. **Impactos insignificantes en la operación:** Dado que la operación de la futura de la Subestación SE no genera emisiones significativas ni efectos directos sobre el entorno una vez construida, el impacto es considerado insignificante. La existencia previa de infraestructura eléctrica (lateral a la vía principal) también sugiere que el entorno ya está adaptado a este tipo de instalaciones, lo que incrementa su capacidad de tolerancia. En resumen, la calificación de **degradación alta** refleja la presencia significativa de infraestructura de alta tensión y sus posibles efectos en el entorno y la comunidad. Por otro lado, la calificación de **tolerancia muy alta** se justifica por la ausencia de viviendas en la servidumbre de paso y el bajo riesgo asociado con la operación de la SE y de las futuras líneas de transmisión, lo que minimiza los impactos adicionales en el área

Elaboración: Equipo Consultor, 2025.

En el MAPA NRO. 51, se presenta el Mapa de areas sensibles del medio fisico.

11.2. SENSIBILIDAD BIOTICA.

11.2.1. Introducción.

La sensibilidad biótica se refiere a cómo los organismos responden a cambios en las condiciones biológicas que afectan su vida, tales como la disponibilidad de recursos, la presencia de depredadores, la competencia con otras especies, la modificación de su hábitat y otros factores que impactan su bienestar y supervivencia. Esta sensibilidad se manifiesta a través de respuestas comportamentales, fisiológicas y ecológicas (Holt, 1996).

Las consideraciones para la determinación de áreas sensibles para el componente biótico son: grado de intervención, especies de importancia, presencia de cuerpos de agua en el área de influencia directa e indirecta, especies sensibles, endémicas, raras o amenazadas y uso de estadísticas o índices que sugieran niveles de sensibilidad de las especies registradas en el presente estudio. Durante la fase de campo no se determinaron áreas sensibles como LEKS, dormideros, comederos, saladeros, esto por el grado de antropogenización en el área de estudio y sitios de muestreo específicos.

11.2.2. Metodología.

La sensibilidad biótica se entiende como la susceptibilidad del medio biológico a ser afectado en su estructura, función y capacidad de recuperación frente a las acciones del proyecto. Para su determinación en el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se adopta la metodología aplicada por WALSH en el Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Solar Intiyana, la cual señala que la sensibilidad se determina mediante matrices de valoración en categorías **baja, media y alta**, considerando los elementos presentes en el área de influencia y el grado en que las acciones del proyecto pueden alterar la condición actual del ecosistema; además, dicha metodología fue previamente aprobada por la autoridad ambiental y referenciada por WALSH desde estudios anteriores, entre ellos el EIA y PMA de ADELCA del Litoral S.A. (WALSH, 2024).

De acuerdo con WALSH (2024), los factores mínimos para evaluar la sensibilidad florística por cobertura vegetal son: **unidades ecológicas**, **especies de importancia**, **hábitat**, **cubierta vegetal** y **estado de conservación actual**. Esta estructura metodológica es técnicamente pertinente para La Ceiba porque permite diferenciar coberturas altamente transformadas de aquellas con mayor naturalidad, conectividad ecológica y valor de conservación, priorizando así la susceptibilidad real del territorio ante remoción de vegetación, compactación del suelo y fragmentación de hábitat.

- **Unidades ecológicas.** Este factor comprende el conjunto de especies vegetales que comparten condiciones ambientales similares y conforman unidades funcionales del paisaje, tales como bosques sobre colinas, bosques sobre planicies aluviales o ecosistemas parcialmente inundables. La delimitación de unidades ecológicas permite identificar la heterogeneidad del territorio y su nivel de integridad ecológica, constituyendo un criterio clave para evaluar la sensibilidad, dado que ecosistemas más complejos y menos intervenidos presentan mayor susceptibilidad a perturbaciones (MAATE, 2013; Forman & Godron, 1986).

- **Especies de importancia.** Incluye especies endémicas, en categoría de amenaza, de valor económico, cultural o ecológico, así como aquellas con funciones clave dentro del ecosistema (especies clave). La presencia de este tipo de especies incrementa la sensibilidad del área, debido a que su afectación puede generar impactos desproporcionados sobre la estructura y funcionamiento del ecosistema, especialmente en regiones de alta endemicidad como el bosque seco tumbesino (IUCN, 2020; MAATE, 2013).

- **Hábitat.** Se refiere a las comunidades de especies que dependen de condiciones ambientales específicas y que presentan distribución restringida. La alteración del hábitat, particularmente por fragmentación o pérdida de cobertura vegetal, constituye uno de los principales factores de impacto sobre la biodiversidad, afectando procesos ecológicos como la conectividad, dispersión y reproducción de especies (Fahrig, 2003; Bennett & Saunders, 2010).

- **Cubierta vegetal.** Este factor evalúa la magnitud de la remoción de vegetación y sus efectos asociados, tales como erosión, compactación del suelo y cambios microclimáticos. La pérdida de cobertura vegetal implica la reducción de la productividad primaria, la alteración del ciclo hidrológico y la disminución de la capacidad de soporte del ecosistema, lo que incrementa la sensibilidad del medio biótico, especialmente en ecosistemas secos con limitada resiliencia (Lambin et al., 2003; Foley et al., 2005).

- **Estado de conservación actual.** Este criterio integra el nivel de conservación presente y las tendencias futuras del ecosistema, considerando aspectos como protección legal, accesibilidad, presión antrópica y procesos de colonización. Ecosistemas con bajo grado de intervención y con algún nivel de protección presentan alta sensibilidad debido a su valor de conservación, mientras que aquellos degradados o en proceso de transformación tienden a presentar menor sensibilidad relativa (MAATE, 2013; WWF, 2016).

En conjunto, estos factores permiten una evaluación integral de la sensibilidad biótica, alineada con enfoques contemporáneos de evaluación ambiental que consideran tanto la composición biológica como los procesos ecológicos y el contexto territorial, garantizando una valoración técnica robusta para la toma de decisiones en el marco del Estudio de Impacto Ambiental (WALSH, 2016; MAATE, 2013).

11.2.3. Resultados.

11.2.3.1. Sensibilidad a nivel de Ecosistema.

De acuerdo con la cartografía oficial de ecosistemas y el análisis espacial realizado mediante la intersección del polígono del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba con dicha cartografía, se determinó que el **100% (401,31 ha)** del área de implantación se encuentra inmersa en una única unidad ecosistémica, correspondiente al **Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo**. En consecuencia, la valoración de sensibilidad a nivel de ecosistema se desarrolló exclusivamente sobre el **Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo**, mientras que la heterogeneidad interna del área fue evaluada mediante el análisis de **uso del suelo y cobertura vegetal**, diferenciando el bosque nativo, la vegetación arbustiva y herbácea, los pastizales, el mosaico agropecuario y las áreas sin cobertura vegetal, conforme a la metodología propuesta por WALSH (2016, citado en WALSH, 2024) y la clasificación oficial de ecosistemas del MAATE (2013).

A escala cantonal, este ecosistema constituye además la unidad más representativa de Zapotillo, con 45.523,12 ha, equivalentes al 37,57 % del territorio, lo que confirma su relevancia ecológica y territorial dentro del mosaico de ecosistemas locales. El PDOT del cantón lo reconoce como parte del sistema de bosque seco que mantiene una condición importante de conservación y que forma parte de un territorio con prioridad para la biodiversidad (GAD Municipal de Zapotillo, 2024).

Este ecosistema también presenta una fuerte relación funcional con la red hídrica local, particularmente con el **río Chira**, el **río Alamor** y quebradas como **La Lima**, **Teodora** y **Yegua Baya**,

que estructuran microhábitats y gradientes ecológicos. Aunque se trata de un ecosistema seco, estos drenajes cumplen una función clave en la conectividad ecológica, la disponibilidad temporal de agua y la persistencia de flora y fauna sensibles, por lo que forman parte de la funcionalidad integral del bosque deciduo de tierras bajas.

Desde la perspectiva de conservación, el bosque seco de Zapotillo forma parte de la zona de endemismo tumbesina y alberga una alta diversidad florística y faunística, con presencia de especies únicas y prioritarias para la conservación. El PDOT señala expresamente que los ecosistemas del cantón contienen un número importante de plantas y animales singulares, y que su conservación tiene importancia incluso a escala mundial, lo cual incrementa el valor ecológico del ecosistema presente en La Ceiba (GAD Municipal de Zapotillo, 2024).

- Estado de conservación:

El estado de conservación del ecosistema se determinó mediante la evaluación integrada de atributos que reflejan su integridad ecológica, entendida como la capacidad del ecosistema para mantener su estructura, composición y funciones ecológicas bajo condiciones naturales (MAATE, 2013; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

El estado de conservación del ecosistema **Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo** fue determinado mediante el análisis de su integridad ecológica, considerando el grado de conservación de la cobertura vegetal, la intensidad de la intervención antrópica, la permanencia de especies características del bosque seco, la continuidad ecológica y el mantenimiento de procesos ecosistémicos. Los resultados evidencian que el ecosistema conserva una matriz importante de bosque nativo y mantiene especies representativas de flora y fauna, así como funciones ecológicas propias del bosque seco; sin embargo, la presencia de áreas destinadas a actividades agropecuarias, pastizales y sectores sin cobertura vegetal refleja un proceso de transformación parcial del paisaje. En consecuencia, el ecosistema presenta un **estado de conservación moderado**, ya que, aunque mantiene su funcionalidad ecológica, evidencia presiones antrópicas que reducen su integridad y aumentan su vulnerabilidad frente a nuevas intervenciones

- Sensibilidad.

En base a lo antes mencionado, la calificación de **sensibilidad alta** para el ecosistema Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo se justifica, en primer lugar, porque el polígono completo del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se emplaza dentro de esta única unidad ecosistémica, **sin que existan otros ecosistemas** que amortigüen o distribuyan la presión ambiental. Esto significa que cualquier intervención sobre la cobertura vegetal, el suelo o los drenajes internos incide directamente sobre un ecosistema nativo del bosque seco tumbesino, reconocido por su singularidad ecológica y biogeográfica en el suroccidente del Ecuador.

Tabla 11-4. Sensibilidad Biótica por tipo de Ecosistema.

Ecosistema	FACTORES DE SENSIBILIDAD					SENSIBILIDAD
	Unidades Ecológicas	Especies de importancia	Hábitat	Cubierta vegetal	Estado de conservación	
Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MODERADO	ALTA

Fuente: Adaptado de WALSH (2016, citado en WALSH, 2024).
Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

La calificación final se obtiene mediante la integración cualitativa de los cinco criterios, aplicando el principio precautorio. En área del proyecto a nivel de Ecosistema se clasifica con sensibilidad alta:

- Presenta unidad ecológica nativa continua,
- Alberga especies de importancia o sensibles,
- Mantiene hábitat funcional y conectividad ecológica,
- Conserva una alta proporción de cobertura vegetal natural, y
- Presenta un estado de conservación moderado, aunque mantiene un alto valor ecológico.

En el caso del Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo, el cumplimiento simultáneo de estos criterios determinó su clasificación como ecosistema de sensibilidad alta, dado que cualquier intervención implica impactos significativos sobre la biodiversidad, la estructura del paisaje y los procesos ecológicos asociados.

En el MAPA NRO. 52-1 se presenta la sensibilidad por tipo de ecosistema.

En segundo término, la sensibilidad alta se sustenta en que este ecosistema mantiene una matriz dominante de bosque nativo y coberturas seminaturales que conservan funcionalidad ecológica. En La Ceiba, el uso de suelo reporta 54,21 % de bosque nativo, además de 6,62 % de vegetación arbustiva y herbácea y 6,21 % de pastizal, mientras que las áreas de menor valor ecológico relativo corresponden a superficies sin cobertura vegetal y mosaicos agropecuarios. Esta composición indica que el proyecto no se inserta sobre un terreno completamente transformado, sino sobre una unidad ecológica donde aún predominan atributos estructurales del bosque seco, lo cual incrementa su susceptibilidad frente a remoción, fragmentación y pérdida de conectividad.

Desde el componente florístico, la sensibilidad alta del ecosistema se sustenta en la presencia de especies vegetales de elevada importancia para la conservación, como *Simira ecuadorensis*, *Armatocereus cartwrightianus* y *Handroanthus chrysanthus*. Estas especies presentan atributos que incrementan la vulnerabilidad del ecosistema, tales como endemicidad, distribución geográfica restringida, inclusión en categorías de amenaza de los Listados Rojos del Ecuador y/o de la Lista Roja de la UICN, incorporación en los apéndices de CITES y presión derivada del aprovechamiento de sus poblaciones naturales, endemicidad y distribución restringida. Al constituir especies características del bosque seco tumbesino, contribuyen al mantenimiento de su estructura, composición y funcionamiento ecológico; por tanto, la alteración de los remanentes donde se distribuyen no solo implica la pérdida de individuos, sino también la reducción de la complejidad florística, la disponibilidad de alimento, refugio y sitios de reproducción para la fauna asociada, así como la afectación de procesos ecológicos característicos de los bosques deciduos estacionales (Aguirre et al., 2006; MAATE, 2013).

En el componente faunístico terrestre destacan Lycalopex sechurae y Lonchophylla hesperia, clasificadas con sensibilidad alta por su estado de conservación, distribución restringida, rareza y/o uso local. Asimismo, Conepatus semistriatus, Simosciurus nebouxii y Odocoileus peruvianus presentan sensibilidad media, mientras que Didelphis marsupialis, Artibeus fraterculus y Desmodus rotundus corresponden a especies de sensibilidad baja, debido a su mayor tolerancia a la intervención antrópica. Estos resultados evidencian la importancia de conservar la cobertura vegetal y la conectividad del bosque seco para mantener las poblaciones de mamíferos registrados (Tirira, 2021).

La avifauna refuerza la elevada sensibilidad del ecosistema mediante el registro de especies de sensibilidad alta, como Geranospiza caerulescens y Amazilia amazilia, junto con un predominio de especies de sensibilidad media asociadas al bosque seco y sus ecotonos. La presencia de estas

especies refleja la dependencia de hábitats relativamente conservados y la vulnerabilidad de la comunidad frente a la fragmentación del paisaje (Stotz et al., 1996; Schulenberg et al., 2010).

En herpetofauna se registraron especies de sensibilidad alta, como Engystomops randi y Callopistes flavipunctatus, así como especies de sensibilidad media, entre ellas Epipedobates anthonyi y Leptodactylus labrosus, asociadas a microhábitats específicos y disponibilidad hídrica temporal. La presencia de estas especies resalta la importancia de conservar quebradas estacionales y remanentes de vegetación del bosque seco (Duellman & Trueb, 1994; Wells, 2007).

La sensibilidad del ecosistema también está determinada por los ambientes acuáticos asociados al río Chira y quebradas estacionales. En la ictiofauna destacan Astroblepus cf. prenadillus y Chaetostoma microps, clasificadas con sensibilidad alta, junto con especies de sensibilidad media y baja. De igual forma, la presencia de macroinvertebrados de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera evidencia cuerpos de agua con alta importancia ecológica y vulnerabilidad frente a alteraciones del hábitat (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009; Jiménez-Prado et al., 2015).

La intersección espacial entre el polígono del proyecto y la cartografía oficial evidenció que las unidades ecosistémicas presentes en el contexto regional no presentan superposición con el área de implantación, por lo que no fueron consideradas en la evaluación de sensibilidad.

- Sensibilidad en cuerpos hídricos que mantienen agua en época seca.

Las quebradas internas que mantienen disponibilidad de agua durante la época seca fueron clasificadas como **áreas de alta sensibilidad ambiental**, debido a que constituyen los principales refugios hídricos dentro del área del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. En ecosistemas de bosque deciduo, caracterizados por una marcada estacionalidad climática y un prolongado período de déficit hídrico, la mayoría de los drenajes superficiales presentan un comportamiento intermitente; sin embargo, determinados tramos conservan pozas remanentes, láminas de agua permanentes o semipermanentes y pequeños sectores con flujo superficial residual durante el estiaje. Estos microhábitats representan elementos críticos para el mantenimiento de los procesos ecológicos del bosque seco, al garantizar la disponibilidad de agua para la flora y la fauna durante la época de mayor estrés hídrico (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Gómez Orea, 2013).

Puntos de monitoreo biótico
Coordenadas UTM WGS84 17 Sur

NO.	CODIGO	X	Y	FECHA	METODOLOGIA
QUEBRADAS					
4	PFC-MC-004	586622,00	9521714,00	10/3/2026	Red Suber
5	PFC-MC-005	586541,00	9520753,00	11/3/2026	Red Suber

Si bien la permanencia de agua durante la época seca se concentra en determinados tramos de las quebradas, donde se desarrollan pozas remanentes, láminas de agua permanentes o semipermanentes y pequeños sectores con flujo superficial residual, la calificación de alta sensibilidad se asignó a la totalidad del cauce. Esta valoración responde a que las quebradas constituyen una unidad hidrológica y ecológica continua, cuya funcionalidad depende de la integridad de todo el drenaje y de su conectividad longitudinal. Los tramos que permanecen secos durante el estiaje participan en los procesos de escorrentía, recarga, transporte de sedimentos y materia orgánica, además de mantener la conexión entre los sectores con agua permanente y el bosque circundante.

Por ello, cualquier alteración en un segmento de la quebrada puede modificar el régimen hidrológico, la calidad del agua y la conectividad ecológica de los sectores que conservan agua durante la época seca, afectando la disponibilidad de hábitat para la biota acuática y terrestre asociada. En consecuencia, la totalidad de las quebradas fue considerada **área de alta sensibilidad ambiental**, debido a su importancia hidrológica y ecológica para el mantenimiento de la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema de bosque deciduo (Gómez Orea, 2013; PRAS-MAATE, 2020; Walsh, 2016, citado en Walsh, 2024).

La importancia ecológica de estas quebradas fue corroborada durante la línea base biótica mediante el establecimiento de estaciones de monitoreo de ictiofauna (PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005) y macroinvertebrados acuáticos (PFC-MC-004 y PFC-MC-005), localizadas en quebradas internas del área del proyecto que mantuvieron disponibilidad de agua durante la época seca. Los registros obtenidos evidenciaron que estos ambientes sostienen comunidades acuáticas funcionales aun durante el estiaje, demostrando que constituyen hábitats permanentes para organismos estrechamente asociados a estos sistemas, pese al carácter estacional del régimen hidrológico del bosque seco.

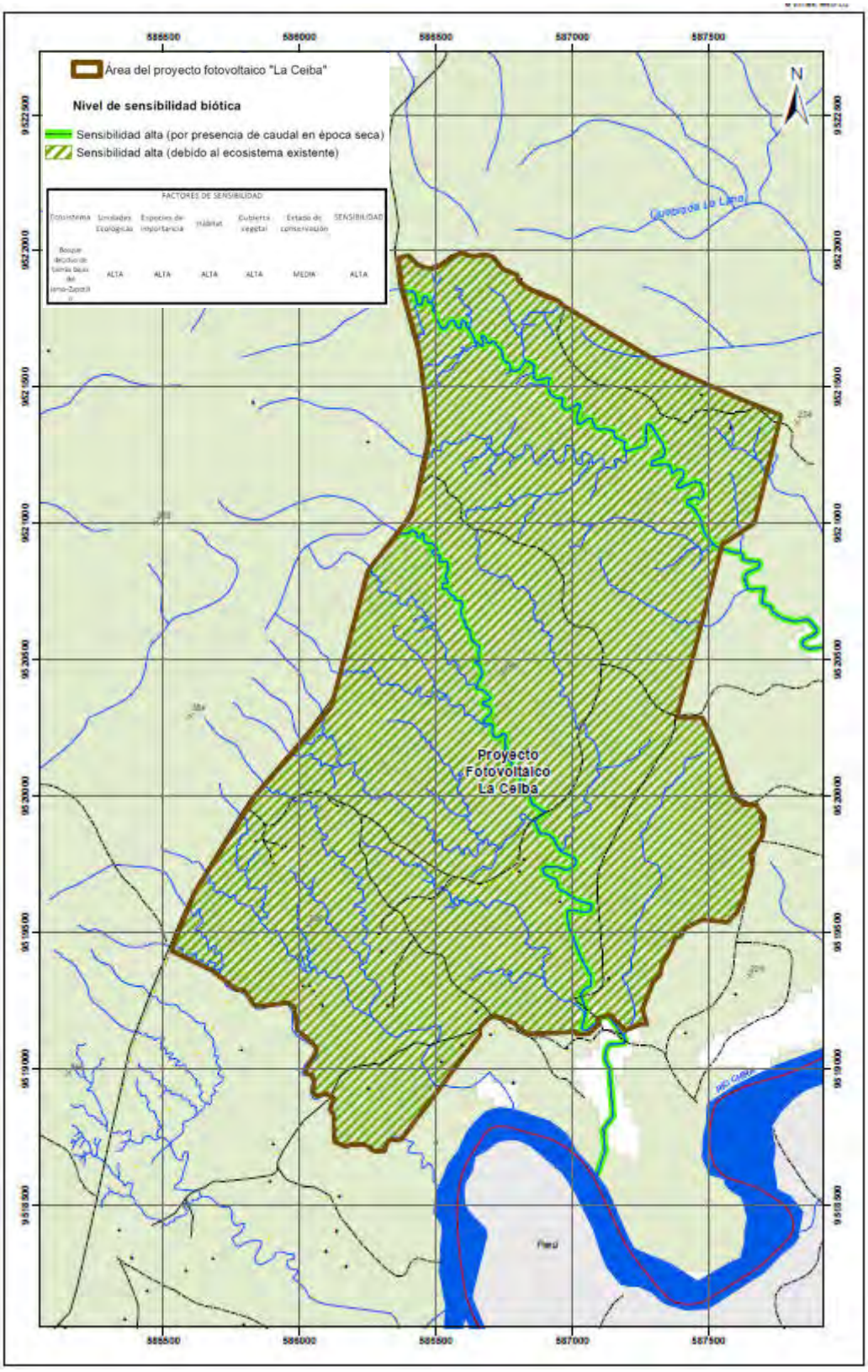
En estos ambientes se registraron especies de ictiofauna con distintos niveles de sensibilidad ecológica, incluyendo Astroblepus cf. prenadillus y Chaetostoma microps. De manera complementaria, el monitoreo de macroinvertebrados registró familias pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT), destacando taxones altamente sensibles como Perlidae y Anomalopsychidae, ampliamente reconocidos como bioindicadores de buena calidad ecológica y baja perturbación ambiental (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

Además de albergar comunidades acuáticas, estos tramos de quebrada generan condiciones microclimáticas diferenciadas respecto al bosque seco circundante, incrementando la humedad edáfica y atmosférica y favoreciendo el desarrollo de vegetación ribereña que proporciona refugio, alimentación y sitios de reproducción para diversos grupos faunísticos. Durante la época seca, estos ambientes concentran la actividad biológica de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, al constituir una de las pocas fuentes permanentes de agua disponibles dentro del paisaje. En consecuencia, funcionan como microrefugios ecológicos y corredores naturales que contribuyen al mantenimiento de la conectividad funcional entre los diferentes componentes del ecosistema (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; MAATE, 2013).

Desde el punto de vista ecológico, la alteración de estos cuerpos de agua tendría efectos que trascienden el componente acuático, ya que modificaciones en el drenaje natural, el incremento de la sedimentación, la contaminación del agua, la pérdida de vegetación ribereña o la compactación del suelo pueden reducir la disponibilidad de hábitats, afectar la calidad del agua y disminuir la capacidad de estos ambientes para sostener la biodiversidad durante el estiaje. Debido a que estos sistemas presentan una reducida extensión y baja resiliencia frente a perturbaciones, cualquier afectación puede generar impactos desproporcionados sobre la estructura y funcionamiento del ecosistema de bosque deciduo.

En virtud de su función como refugios hídricos permanentes durante la estación seca, su importancia para el mantenimiento de especies acuáticas y terrestres, la presencia de organismos bioindicadores de elevada sensibilidad y su papel en la conectividad ecológica del paisaje, las quebradas internas con pozas remanentes y sectores con agua permanente o semipermanente fueron incorporadas dentro del presente estudio como áreas de alta sensibilidad ambiental, constituyendo elementos prioritarios para la conservación y el manejo ambiental del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, en concordancia con los criterios establecidos por el MAATE para la evaluación de la sensibilidad ambiental (MAATE, 2013; PRAS-MAATE, 2020; Walsh, 2016, citado en Walsh, 2024).

Figura 11-1. Sensibilidad biótica por tipo de ecosistema.



11.2.3.2. Sensibilidad por Uso de suelo y cobertura vegetal.

El análisis por ecosistemas identifica la unidad ecológica donde se emplaza el proyecto, mientras que el análisis por uso del suelo y cobertura vegetal permite identificar la heterogeneidad interna

de dicha unidad ecosistémica, diferenciando sectores con distintos niveles de naturalidad y sensibilidad.

En el polígono del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, el mapa de uso de suelo y cobertura vegetal identifica cinco coberturas: **bosque nativo** con 2.175.735,13 m² (**54,21 %**), **área sin cobertura vegetal** con 1.285.396,20 m² (**32,03 %**), **vegetación arbustiva y herbácea** con 265.563,07 m² (**6,62 %**), **pastizal** con 249.286,90 m² (**6,21 %**), **mosaico agropecuario** con 37.202,32 m² (**0,93 %**), adicional se cartografiaron cuerpos de agua natural relacionados a las **Quebradas intermitentes y Río Chira** (ver MAPA NRO. 23). La dominancia del bosque nativo evidencia que, aunque existen sectores abiertos o ya transformados, el emplazamiento aún mantiene una base de cobertura natural significativa, por lo que la sensibilidad biótica del área no puede considerarse homogéneamente baja, media o alta.

- **Estado de conservación.**

El estado de conservación de cada cobertura vegetal se determinó mediante una evaluación cualitativa basada en el grado de naturalidad, nivel de intervención antrópica, continuidad de la cobertura vegetal, funcionalidad ecológica y capacidad de mantener procesos ecológicos propios del ecosistema. Esta evaluación constituye uno de los cinco criterios empleados en la metodología de sensibilidad biótica propuesta por WALSH, donde el estado de conservación refleja el nivel de integridad actual del hábitat y su vulnerabilidad frente a nuevas perturbaciones (WALSH, 2016, citado en WALSH, 2024).

La asignación de categorías se sustentó en los lineamientos del Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (MAATE, 2013), los principios de evaluación ecológica del Millennium Ecosystem Assessment (2005) y la metodología de evaluación ambiental propuesta por Gómez Orea (2013), considerando los siguientes criterios:

- **Naturalidad de la cobertura**, entendida como el grado en que la vegetación conserva su composición y estructura original.
- **Nivel de transformación antrópica**, asociado a actividades agrícolas, ganaderas, apertura de vías y remoción de vegetación.
- **Continuidad ecológica**, relacionada con la conectividad entre remanentes de vegetación natural.
- **Capacidad para mantener procesos ecológicos**, como provisión de hábitat, regulación hídrica, ciclado de nutrientes y conectividad para la fauna.
- **Potencial de recuperación natural**, entendido como la resiliencia de la cobertura frente a disturbios.

Bajo estos criterios, se establecieron cuatro categorías de estado de conservación:

Tabla 11-5. Criterios utilizados para determinar estado de conservación.

Estado de conservación	Criterio técnico
Bueno	Coberturas nativas con alta integridad ecológica, mínima alteración y mantenimiento de estructura, composición y funciones ecológicas.
Moderado	Coberturas parcialmente intervenidas que conservan parte de su funcionalidad ecológica y capacidad de recuperación natural.

Intervenido	Coberturas transformadas por actividades antrópicas donde predominan modificaciones estructurales, aunque mantienen parcialmente cobertura vegetal.
Muy alterado	Áreas con pérdida casi total de vegetación natural y funciones ecológicas severamente reducidas por intervención humana.

Fuente: Adaptado de WALSH (2016, citado en WALSH, 2024); MAATE (2013); Gómez Orea (2013).
Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

La relación entre el estado de conservación y la sensibilidad biótica responde al principio ecológico de que los ecosistemas y coberturas con mayor integridad ecológica presentan mayor susceptibilidad frente a perturbaciones, debido a que albergan una mayor diversidad biológica, mantienen procesos ecológicos complejos y requieren períodos prolongados para recuperar su estructura y funcionalidad una vez alterados.

En contraste, las coberturas altamente transformadas presentan menor sensibilidad relativa porque gran parte de sus funciones ecológicas ya han sido modificadas por actividades antrópicas previas, aunque ello no implica ausencia de impactos ambientales (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Gómez Orea, 2013; MAATE, 2013). Este criterio es consistente con la metodología de evaluación de sensibilidad utilizada por WALSH (2016, citado en WALSH, 2024), donde el estado de conservación constituye uno de los factores determinantes para la asignación de la sensibilidad ambiental.

Tabla 11-6. Estado de conservación por tipo de uso de suelo y cobertura vegetal del proyecto.

Cobertura vegetal	Estado de conservación	Justificación técnica
Bosque nativo	Bueno	Corresponde a la cobertura con mayor naturalidad dentro del área del proyecto. Conserva la estructura y composición característica del Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo, mantiene funciones ecológicas esenciales como provisión de hábitat, conectividad biológica, regulación microclimática y soporte para especies sensibles de flora y fauna. Aunque existen presiones antrópicas regionales, constituye el remanente mejor conservado del área de estudio.
Vegetación arbustiva y herbácea	Moderado	Presenta procesos de regeneración secundaria y mantiene parte de la funcionalidad ecológica del bosque seco. Si bien evidencia intervención previa, continúa proporcionando refugio, alimentación y corredores para fauna silvestre, además de contribuir a la protección del suelo y conectividad entre remanentes boscosos.
Pastizal	Intervenido	Cobertura generada o modificada por actividades pecuarias. Su composición florística se encuentra simplificada y posee menor complejidad estructural que la vegetación natural; sin embargo, conserva parcialmente funciones como protección superficial del suelo y movilidad de algunas especies generalistas.
Mosaico agropecuario	Muy alterado	Corresponde a una matriz altamente modificada por actividades agrícolas y pecuarias, donde la vegetación natural ha sido sustituida casi completamente. Presenta baja conectividad ecológica, escasa disponibilidad de hábitat y predominio de especies oportunistas o generalistas.
Área sin cobertura vegetal	Muy alterado	Sectores donde la cobertura vegetal natural ha sido eliminada o es prácticamente inexistente. Presentan pérdida de funciones ecológicas, mayor susceptibilidad a erosión, compactación del suelo y escasa capacidad para sostener biodiversidad. Constituyen la cobertura con menor valor ecológico relativo dentro del área del proyecto.

Fuente: Adaptado de WALSH (2016, citado en WALSH, 2024).

Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

A continuación, se presenta la sensibilidad biótica obtenida para cada tipo de uso de suelo y cobertura vegetal identificado en el proyecto.

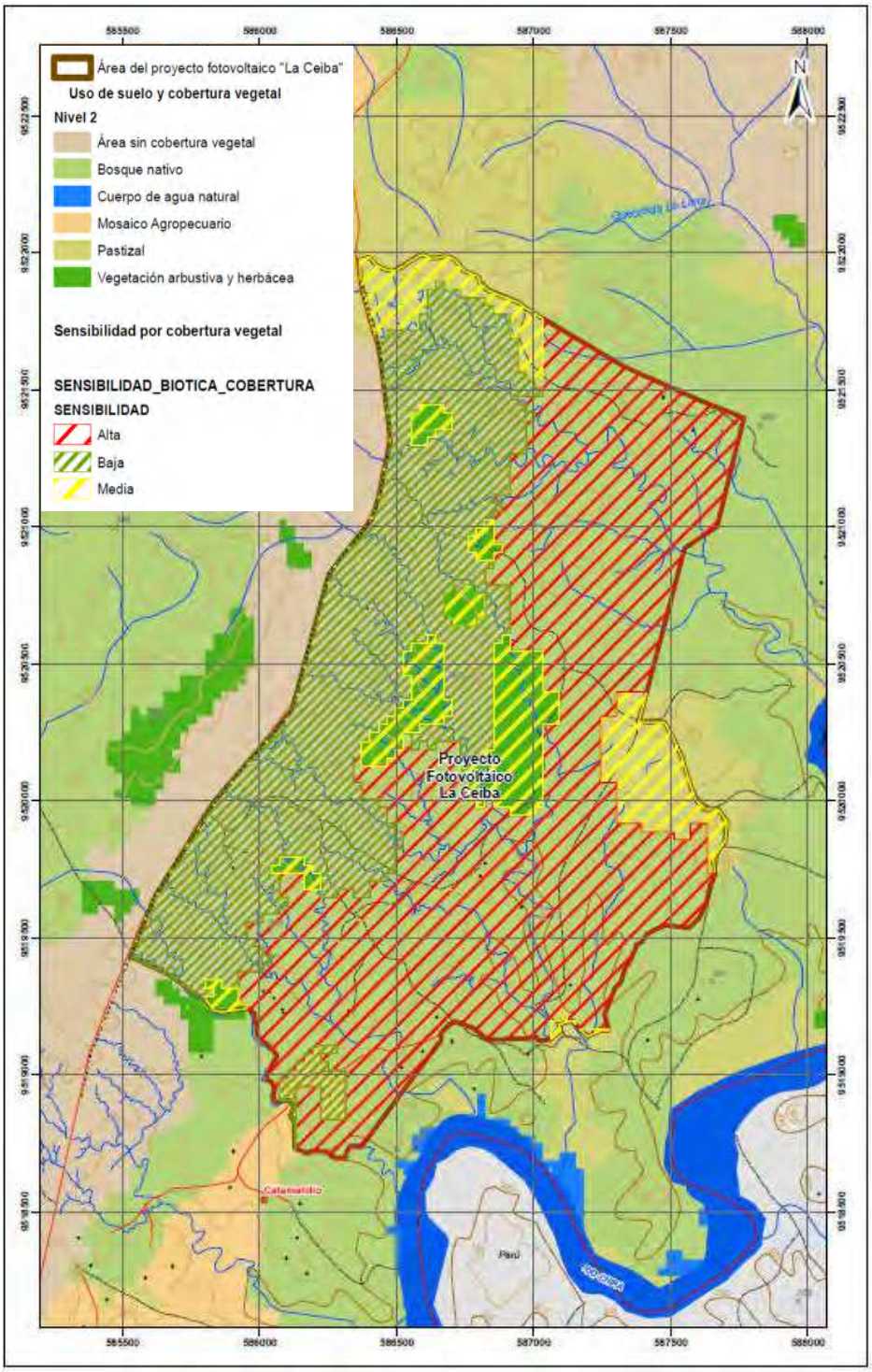
Tabla 11-7. Sensibilidad Biótica por tipo de uso de suelo y cobertura vegetal.

Tipo de cobertura vegetal	FACTORES DE SENSIBILIDAD					SENSIBILIDAD
	Unidades Ecológicas	Especies de importancia	Hábitat	Cubierta vegetal	Estado de conservación	
Área sin cobertura vegetal ASCV	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA
Bosque Nativo BN	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA	ALTA
Mosaico Agropecuario MA	MEDIA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA
Pastizal PZ	MEDIA	BAJA	MEDIO	BAJA	MEDIA	MEDIA
Vegetación Arbustiva y Herbácea VAH	MEDIA	MEDIA	ALTA	MEDIA	MEDIA	MEDIA

Fuente: Adaptado de WALSH (2016, citado en WALSH, 2024).
Elaboración: Equipo Consultor, 2026.

En la Tabla anterior se evidencia que la sensibilidad biótica del área del proyecto presenta una estructura heterogénea condicionada por el uso de suelo y la cobertura vegetal, donde el bosque nativo (BN) constituye el receptor más sensible, con calificación ALTA, debido a la combinación de alta calidad de hábitat, presencia de especies de importancia y elevada cobertura vegetal. En contraste, las áreas sin cobertura vegetal (ASCV) y el mosaico agropecuario (MA) presentan sensibilidad BAJA, reflejando su carácter altamente intervenido y su limitada funcionalidad ecológica.

Figura 11-2. Sensibilidad biótica por uso de suelo y cobertura vegetal.



En el MAPA NRO. 52-2 se presenta la sensibilidad por uso del suelo y cobertura vegetal.

Aplicando la metodología WALSH a estas coberturas, el **bosque nativo** se califica con **sensibilidad alta**, debido a que corresponde a la unidad de vegetación con mayor naturalidad, mayor complejidad estructural, función de hábitat y valor de conservación; además, la remoción de esta cobertura implica pérdida directa de hábitat, fragmentación y disminución de conectividad ecológica, efectos que son más severos y de recuperación más lenta que en coberturas antrópicas o secundarias.

La **vegetación arbustiva y herbácea** y el **pastizal** se califican con **sensibilidad media**. Técnicamente, estas coberturas presentan menor complejidad y menor integridad ecológica que el bosque nativo, pero todavía cumplen funciones relevantes como cobertura protectora del suelo, conectividad local, refugio y tránsito de fauna, especialmente en una matriz de bosque seco donde los parches secundarios y abiertos pueden sostener procesos ecológicos complementarios. La metodología WALSH asigna categorías intermedias precisamente a coberturas secundarias o parcialmente transformadas que mantienen valor de hábitat y cierta conectividad, pero con un estado de conservación inferior al de la vegetación más continua y mejor conservada (WALSH, 2024).

El **mosaico agropecuario** y las **áreas sin cobertura vegetal** se califican con **sensibilidad baja**. Desde el enfoque metodológico adoptado, las coberturas fuertemente intervenidas o desprovistas de vegetación natural presentan menor valor ecológico relativo, menor aporte como hábitat y, en general, una susceptibilidad biológica más reducida frente a nuevas alteraciones, sin que ello signifique ausencia de impactos. Este criterio es consistente con WALSH (2024), que clasifica como bajas las unidades altamente transformadas y sin hábitat natural relevante, como áreas agrícolas intensivas o coberturas antrópicas equivalentes.

SENSIBILIDAD	AREA ha	PORCENTAJE
ALTA	217,57	54,22
MEDIA	51,48	12,83
BAJA	132,26	32,96

La evaluación de sensibilidad biótica evidencia un predominio de áreas con **sensibilidad alta**, las cuales abarcan **217,57 ha**, equivalentes al **54,22 %** del área total del proyecto. Estas zonas corresponden principalmente a remanentes de **bosque nativo**, cuya importancia ecológica radica en que mantienen la mayor integridad del hábitat, albergan especies de importancia para la conservación y presentan funciones ecológicas esenciales, por lo que constituyen las áreas de mayor susceptibilidad frente a las actividades del proyecto. Conforme a la metodología aplicada, esta categoría resulta de la integración de variables como unidades ecológicas, especies de importancia, calidad del hábitat, cobertura vegetal y estado de conservación.

La categoría de **sensibilidad media** comprende **51,48 ha**, equivalentes al **12,83 %** del área del proyecto. Esta categoría corresponde principalmente a coberturas de **vegetación arbustiva y herbácea** y **pastizales**, las cuales mantienen cierto grado de funcionalidad ecológica y pueden servir como áreas de alimentación, refugio o conectividad para la fauna silvestre, aunque presentan un nivel de transformación mayor que el bosque nativo. Por ello, su susceptibilidad frente a las actividades del proyecto es intermedia y requiere la aplicación de medidas de manejo que minimicen la fragmentación y favorezcan la conservación de la cobertura vegetal existente.

Las áreas de **sensibilidad baja** representan **132,26 ha**, correspondientes al **32,96 %** del área evaluada. Estas se asocian principalmente a **áreas sin cobertura vegetal** y sectores con elevada intervención antrópica, donde la estructura y funcionalidad ecológica han sido significativamente modificadas, reduciendo la disponibilidad de hábitats naturales y, por consiguiente, la vulnerabilidad de los componentes bióticos frente a nuevas intervenciones.

En conjunto, los resultados indican que **más de la mitad del área del proyecto (54,22 %) corresponde a zonas de alta sensibilidad biótica**, lo que refleja la presencia predominante de bosque nativo y resalta la necesidad de priorizar medidas de prevención, minimización y restauración sobre estas áreas. En contraste, el **45,78 % restante** corresponde a sectores con sensibilidad media y baja, asociados principalmente a coberturas intervenidas o con menor valor ecológico, donde los impactos potenciales sobre la biodiversidad son comparativamente

menores. Esta distribución espacial constituye la base técnica para orientar la jerarquización de impactos y la implementación de medidas específicas de manejo ambiental durante las fases de construcción, operación y cierre del proyecto.

11.2.3.3. Sensibilidad a nivel de Especies.

- Metodología.

Para el análisis de sensibilidad del proyecto basado en el tipo de especies encontradas en el área de estudio, se categorizaron estas especies para cada componente a evaluar.

Para cada componente biótico (flora, mastofauna, avifauna, herpetofauna, entomofauna, ictiofauna y macroinvertebrados) se sistematizó la información considerando las siguientes categorías:

- Especies con categoría de amenaza nacional (Listados Rojos del Ecuador).
- Especies con categoría de amenaza internacional (UICN).
- Especies incluidas en los Apéndices I, II y III de CITES.
- Especies endémicas.
- Especies migratorias.
- Especies nativas.
- Especies introducidas o introducidas-cultivadas.

La sensibilidad se estableció mediante la integración de estos atributos, priorizando aquellas especies cuya distribución restringida, categoría de amenaza, requerimientos ecológicos específicos o dependencia de hábitats naturales incrementan su susceptibilidad frente a modificaciones del medio.

- Criterios usados para determinación de especies sensibles

Estado de conservación:

Se evaluó el estado de conservación de las especies registradas utilizando de manera integrada:

- Lista Roja de la UICN (2023).
- Listados Rojos Nacionales del Ecuador, cuando existieron para el grupo taxonómico evaluado.
- Apéndices de CITES (2023).

Para los grupos que disponen de evaluaciones nacionales se emplearon prioritariamente:

- Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yánez et al., 2011).
- Lista Roja Nacional de Peces Continentales del Ecuador (Aguirre et al., 2019).
- Lista Roja de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2021).
- Listas Rojas nacionales disponibles para aves, anfibios y reptiles cuando correspondió.

La utilización de los Listados Rojos Nacionales permite reflejar el verdadero nivel de amenaza de las especies dentro del territorio ecuatoriano, considerando que algunas especies clasificadas como de Preocupación Menor (LC) a escala global pueden presentar poblaciones reducidas o amenazas significativas a nivel nacional.

Para efectos de la evaluación de sensibilidad se consideró que las categorías **En Peligro Crítico (CR)**, **En Peligro (EN)** y **Vulnerable (VU)** representan especies amenazadas y, por tanto, incrementan la sensibilidad del componente biótico.

Especies Migratorias: Comprende especies que realizan desplazamientos estacionales asociados a procesos reproductivos, disponibilidad de alimento o variaciones climáticas. La alteración de áreas de descanso, alimentación o tránsito puede afectar la funcionalidad de sus rutas migratorias, incrementando su sensibilidad.

Especies Endémicas: Se consideran especies endémicas aquellas cuya distribución natural se restringe al territorio ecuatoriano o a una región biogeográfica específica. Debido a su distribución limitada, presentan mayor vulnerabilidad frente a la pérdida de hábitat y a procesos de fragmentación, razón por la cual constituyen un criterio de alta importancia dentro de la evaluación de sensibilidad.

Especies Nativas: Corresponden a especies propias de la región biogeográfica donde se desarrolla el proyecto. Aunque presentan distribuciones más amplias que las especies endémicas, desempeñan funciones ecológicas fundamentales para el mantenimiento de la estructura y funcionamiento del ecosistema.

Especies Introducidas e introducidas cultivadas: Son especies incorporadas fuera de su rango natural por acción humana, de forma intencional o accidental. Generalmente presentan menor sensibilidad ecológica dentro de la evaluación ambiental, aunque pueden constituir un factor de presión sobre las especies nativas debido a procesos de competencia, depredación o alteración del hábitat.

Especies incluidas en CITES: La inclusión de una especie en los Apéndices I, II o III de CITES constituye un indicador de presión por comercio internacional y representa un criterio adicional para valorar su importancia para la conservación. No obstante, su incorporación no implica necesariamente que la especie se encuentre amenazada, por lo que este atributo se analizó de manera complementaria junto con su estado de conservación y ecología.

Especies de distribución restringida o alta dependencia del hábitat: Se consideran especies cuya permanencia depende de condiciones ecológicas específicas, como determinados tipos de vegetación, cuerpos de agua o microhábitats particulares. Estas especies presentan mayor sensibilidad frente a la fragmentación del paisaje, pérdida de cobertura vegetal o alteración de procesos ecológicos, aun cuando no se encuentren categorizadas como amenazadas por la UICN o los Listados Rojos Nacionales. Este criterio permite incorporar especies de alta relevancia ecológica registradas durante la línea base, como *Lonchophylla hesperia*, cuya sensibilidad responde principalmente a su dependencia del bosque seco y a su vulnerabilidad frente a la fragmentación del hábitat (WALSH, 2016, citado en WALSH, 2024).

11.2.4. Resultados.

- **Sensibilidad del Subcomponente Flora.**

La sensibilidad por especies del subcomponente flora en el área del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se determina a partir de la presencia de especies representativas del bosque seco tumbesino, cuya vulnerabilidad no solo está condicionada por su estado de conservación global, sino principalmente por las presiones antrópicas locales que afectan la integridad y continuidad de este ecosistema. En este contexto, la sensibilidad se evalúa considerando criterios como endemicidad, especificidad ecológica, presión de uso, y dependencia de condiciones ambientales

particulares, en concordancia con enfoques de evaluación ecosistémica aplicados en estudios ambientales en Ecuador (MAATE, 2013; WALSH, 2016, citado en WALSH, 2024).

Tabla 11-8. Grado de sensibilidad de las especies registradas en el área del proyecto.

Especie	Sensibilidad	Justificación
Simira ecuadorensis (Standl.) Steyerm.	Alta	Especie endémica del Ecuador y de distribución restringida, cuya limitada amplitud geográfica incrementa su vulnerabilidad frente a la pérdida y fragmentación del bosque seco.
Armatocereus cartwrightianus (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	Alta	Especie endémica de la región tumbesina, con distribución geográfica restringida, poblaciones localizadas y dependencia de ambientes secos. Se encuentra incluida en el Apéndice II de CITES, por lo que su sensibilidad se considera alta debido a su limitada distribución y vulnerabilidad frente a la pérdida de hábitat.
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	Alta	Clasificada como Vulnerable (VU) por la UICN, En Peligro (EN) en el Libro Rojo del Ecuador, incluida en CITES Apéndice II y sometida a fuerte presión por aprovechamiento maderero.
Bursera graveolens (Kunth) Triana & Planch.	Media	Especie característica del bosque seco, sometida a aprovechamiento para obtención de madera, aceites esenciales e incienso. Su condición de aprovechamiento forestal condicionado y la presión sobre poblaciones naturales justifican una sensibilidad media.
Eriotheca ruizii (K. Schum.) A. Robyns	Media	Especie maderable de distribución restringida al bosque seco del occidente de Ecuador y Perú, sometida a aprovechamiento local.
Loxopterygium huasango Spruce ex	Media	Especie característica del bosque seco, sometida a aprovechamiento maderero condicionado y con limitada regeneración natural. Estas condiciones incrementan su susceptibilidad frente a la remoción de vegetación, por lo que se clasifica con sensibilidad media.
Caesalpinia glabrata Kunth	Baja	Especie nativa ampliamente distribuida, sin categoría de amenaza ni regulación internacional.
Coccoloba ruiziana Lindau.	Baja	Especie nativa sin categoría de amenaza conocida y con distribución relativamente amplia en bosques secos.
Cordia lutea Lam.	Baja	Arbusto ampliamente distribuido, frecuente en ambientes abiertos y secundarios, con alta capacidad de regeneración.
Neltuma juliflora (sin. Prosopis juliflora)	Baja	Especie ampliamente distribuida y adaptada a ambientes secos; presenta alta capacidad de regeneración y tolerancia a perturbaciones.
Piscidia carthagenensis Jacquin.	Baja	Especie nativa ampliamente distribuida, sin categoría de amenaza y con poblaciones relativamente estables.
Rauvolfia tetraphylla A.S. Rao	Baja	Especie ampliamente distribuida y naturalizada, sin categorías de amenaza y con alta capacidad de adaptación.

Especie	Sensibilidad	Justificación
Pavonia mollis Kunth	Baja	Especie nativa ampliamente distribuida, sin categoría de amenaza ni regulación por CITES.
Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass.	Baja	Hierba ruderal ampliamente distribuida, alta capacidad de colonización y adaptación.
Cordia macrocephala Cham.	Baja	Especie nativa sin categoría de amenaza conocida y con distribución relativamente amplia.
Ipomoea carnea Jacq.	Baja	Arbusto ampliamente distribuido, frecuente en ambientes intervenidos y con alta capacidad de adaptación.
Malpighia emarginata DC.	Baja	Especie ampliamente cultivada y distribuida, catalogada como Preocupación Menor (LC).
Byttneria sp.	Baja	Sin evidencias de amenaza o regulación internacional; amplia distribución del género.
Cleome viscosa L.	Baja	Especie pionera ampliamente distribuida y adaptada a ambientes alterados.
Commelina erecta L.	Baja	Hierba cosmopolita con amplia distribución y elevada capacidad de adaptación.
Acmella sp.	Baja	Género ampliamente distribuido, sin categorías de amenaza conocidas.
Croton sp.	Baja	Aunque algunas especies del género presentan distribución restringida, la identificación solo alcanza el nivel de género y no existen criterios para asignar una mayor sensibilidad.
Bacopa sp.	Baja	Género ampliamente distribuido, sin evidencias de amenaza.
Portulaca sp.	Baja	Género cosmopolita con elevada capacidad de adaptación y colonización.
Stemodia durantifolia (L.) Sw.	Baja	Hierba ampliamente distribuida, sin categorías de amenaza conocidas.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

La evaluación de sensibilidad de las **25 especies de flora** registradas en el área del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba indica que **19 especies (76,0 %)** presentan **sensibilidad baja**, debido a que corresponden principalmente a especies nativas de amplia distribución, sin categorías de amenaza nacionales o internacionales, con elevada capacidad de adaptación y regeneración, y con baja dependencia de condiciones ecológicas específicas. Estas especies muestran una mayor tolerancia frente a perturbaciones ambientales y, por tanto, presentan menor susceptibilidad a las actividades del proyecto (MAATE, 2013).

Por otra parte, **3 especies (12,0 %)** fueron clasificadas con **sensibilidad media**: *Bursera graveolens*, *Eriotheca ruizii* y *Loxopterygium huasango*. Estas especies presentan una susceptibilidad intermedia debido a factores como la presión por aprovechamiento maderero, distribución más restringida dentro del bosque seco o categorías de conservación menos favorables, lo que incrementa su importancia desde el punto de vista de la gestión ambiental.

Finalmente, **3 especies (12,0 %)** fueron clasificadas con **sensibilidad alta**: *Simira ecuadorensis*, *Armatocereus cartwrightianus* y *Handroanthus chrysanthus*. Estas especies reúnen atributos de alta prioridad para la conservación, como endemicidad, distribución restringida, inclusión en categorías de amenaza de los **Listados Rojos del Ecuador** y/o de la **UICN**, así como su incorporación en los apéndices de **CITES** y la presión derivada del aprovechamiento de sus poblaciones naturales. Su presencia constituye el principal factor que determina la existencia de

áreas de mayor sensibilidad florística dentro del área de influencia del proyecto (UICN, 2023; CITES, 2023; León-Yánez et al., 2011).

La evaluación consolidada de las 25 especies de flora registradas mediante los levantamientos cuantitativo y cualitativo determinó que 19 especies, equivalentes al 76 %, presentan sensibilidad baja; tres especies, equivalentes al 12 %, sensibilidad media; y tres especies, equivalentes al 12 %, sensibilidad alta.

En conjunto, los resultados evidencian que, aunque la mayor parte de las especies registradas presenta una sensibilidad baja, la presencia de especies con alta prioridad de conservación confiere al subcomponente flora una **sensibilidad global media**, con focos puntuales de **alta sensibilidad** asociados a remanentes de bosque seco donde se distribuyen especies endémicas, amenazadas o sujetas a presión antrópica. En consecuencia, las medidas de manejo deberán orientarse prioritariamente a evitar la afectación de estas especies y de los hábitats que sustentan sus poblaciones, mediante acciones de prevención, minimización y restauración ecológica (MAATE, 2013; WALSH, 2016, citado en WALSH, 2024).

- Sensibilidad del Subcomponente Fauna.
    - Mastofauna

Las especies sensibles para mastofauna han sido determinadas tanto por su categorización dentro de las listas rojas de la UICN, su rango de distribución (endemismo), la rareza dentro del área de estudio y el uso por parte de las comunidades locales. A cada una de las variables se ha colocado un puntaje que se analiza de la siguiente manera:

Tabla 11-9. Interpretación de la abundancia relativa mastofauna

Variable	Criterio	Puntaje
Categoría de conservación de la UICN/libros rojos del Ecuador	Especies en categoría Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN) o En peligro crítico	2
	Especies No evaluadas (NE), Datos insuficientes (DD)	1
	Especies en Preocupación menor (LC)*	2
Rango de distribución	Especies endémicas o distribución restringida	2
	Especies no endémicas o sin distribución restringida	0
Rareza en área de estudio	Especies con abundancia relativa (pi) entre 0 y 0,015	2
	Especies con abundancia relativa (pi) entre 0,015 y 0,030	1
	Especies con abundancia relativa (pi) > 0,30	0
Uso del recurso	Especies con un uso dentro del área de estudio	2
	Especies sin un uso dentro del área de estudio	0

*La categoría LC no implica ausencia de sensibilidad ecológica y que el criterio se valora conjuntamente con la distribución, rareza y uso local dentro del contexto del ecosistema Bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo. Nota: Elaborado por Equipo Consultor, 2026.

La clasificación de la sensibilidad se estableció a partir del puntaje total obtenido por cada especie mediante la evaluación de los criterios de estado de conservación (UICN/Listados Rojos/CITES), distribución geográfica, rareza en el área de estudio y uso local. En este sentido, las especies con sensibilidad Alta corresponden a aquellas que obtuvieron un puntaje entre 5 y 6; las especies con

sensibilidad Media, a las que alcanzaron entre 3 y 4 puntos; y las especies con sensibilidad Baja, a aquellas con puntajes entre 0 y 2.

El análisis de sensibilidad determinó que el 25 % de las especies (dos en total) presentan una sensibilidad "Alta": *Lycalopex sechurae y Lonchophylla hesperia*, estas especies se encuentran en esta clasificación por su estado de conservación crítico en el Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador y a fuertes presiones antrópicas como la cacería para la obtención de amuletos en el caso de *Lycalopex sechurae,* cabe precisar que *Lonchophylla hesperia* posee una distribución restringida hacia las estribaciones suroccidentales y es considerada una especie rara (Tirira, 2017), un factor geográfico determinante que justifica e intensifica su inclusión dentro de la categoría de sensibilidad "Alta".

Por otro lado, *Simosciurus nebouxii, Conepatus semistriatus y Odocoileus peruvianus* exhibe una sensibilidad "Media" (37 %); aunque su estado de conservación no es de riesgo, la especie enfrenta amenazas antrópicas y avistamientos frecuentes (Tirira, 2017). Finalmente, el 38 % restante de las especies analizadas (*Didelphis marsupialis, Artibeus fraterculus y Desmodus rotundus*) se categorizan con sensibilidad "Baja"; corresponden a poblaciones comunes, altamente adaptables a las perturbaciones humanas y sin figuras de conservación restrictivas.

Tabla 11-10. Sensibilidad de las especies registradas del componente mastofauna.

	UICN/CITES			Distribución		Rareza en el Área de Estudio			Uso		
Nombre Científico	CR, EN, VU, NT, CITES	NE, DD	LC	Endémica/ Distribución Restringida	No endémica/ Distribuida Ampliamente	pi: 0-0,015	pi: 0,016-0,030	pi: > 0,030	Se Usa a Nivel Local	No se Usa a Nivel Local	Total
Lycalopex sechurae	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	**6**
Lonchophylla hesperia	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	**6**
Conepatus semistriatus	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	**4**
Simosciurus nebouxii	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	**4**
Odocoileus peruvianus	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	**4**
Artibeus fraterculus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Desmodus rotundus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Didelphis marsupialis	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	**2**

Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Tabla 11-11. Sensibilidad de las especies de mastofauna registradas

Familia	Especie	Sensibilidad
Canidae	*Lycalopex sechurae*	Alta
Phyllostomidae	*Lonchophylla hesperia*	Alta
Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Media
Sciuridae	*Simosciurus nebouxii*	Media
Cervidae	*Odocoileus peruvianus*	Media
Phyllostomidae	*Artibeus fraterculus*	Baja
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Baja
Didlephidae	*Didelphis marsupialis*	Baja

Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

- Ornitofauna

La sensibilidad de las especies de aves, acorde a Stotz (1996) hace referencia a un enfoque utilizado para evaluar el nivel de especialización de las aves en distintos hábitats, basado en su susceptibilidad a cambios ambientales, especialmente en ecosistemas tropicales de América del Sur. Este concepto fue introducido por Douglas F. Stotz y sus colegas en el contexto de estudios de conservación, particularmente en la Amazonía, y está vinculado a la capacidad de las aves para persistir en hábitats alterados o fragmentados. Esta clasificación permite dilucidar a las especies entre especies con sensibilidad alta, media o baja, permitiendo identificar los siguientes criterios según su sensibilidad a la perturbación de su hábitat:

- Especies sensibles:

Estas especies dependen estrictamente de hábitats primarios y son altamente vulnerables a la deforestación y degradación. Son indicadores clave de la salud de los bosques y tienden a desaparecer rápidamente cuando se altera su hábitat.

- Especies intermedias:

Tienen cierta capacidad de adaptación y pueden persistir en hábitats secundarios o fragmentados, aunque su abundancia suele disminuir en comparación con áreas primarias.

- Especies tolerantes:

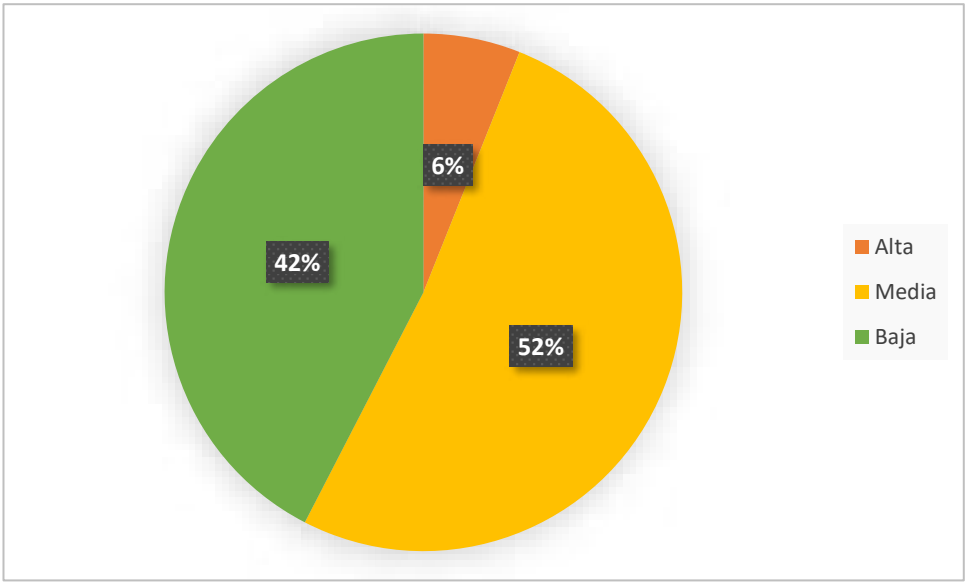
Son generalistas en términos de hábitat y dieta, lo que les permite sobrevivir y, a veces, prosperar en áreas degradadas o modificadas por el ser humano.

El área de estudio cuenta con una presencia mayoritaria de especies de sensibilidad media con 52% de las especies. Estas especies pueden habitar tanto bosques secundarios avanzados como fragmentos de bosque, pero no prosperan en paisajes completamente abiertos y son especies que pueden verse moderadamente afectadas por actividades humanas, requiriendo aún la existencia de cierta conectividad del hábitat. Las especies registradas en esta categoría son: *Sturnella bellicosa, Mimus longicaudatus, Polioptila plumbea, Thamnophilus bernardi, Conothraupis speculigera, Sicalis flaveola, Campylorhynchus fasciatus, Turdus reevei, Euscarthmus meloryphus, Muscigralla brevicauda, Myiarchus phaeocephalus, Myiodynastes bairdii, Myiopagis subplacens, Pyrocephalus rubinus, Tyrannus niveigularis, Vireo olivaceus* y *Veniliornis callonotus.*

La segunda categoría de sensibilidad presente en el muestreo fueron las aves de sensibilidad baja con el 42%. Estas especies suelen ser asociadas a hábitats abiertos y perturbados, como zonas agrícolas, urbanas o plantaciones, además de tender a ser abundantes y con rangos amplios de distribución. Se enlistan las siguientes: *Heliomaster longirostris, Cathartes aura, Coragyps atratus, Leptotila verreauxi, Zenaida auriculata, Crotophaga sulcirostris, Buteogallus meridionalis, Falco sparverius, Pheucticus chrysogaster, Cyanocorax mystacalis, Furnarius leucopus, Lepidocolaptes souleyetii, Pygochelidon cyanoleuca* y *Icterus graceannae.*

La categoría de especies con sensibilidad alta tiene un aporte del 6%. Estas especies tienden a ser dependientes de hábitats primarios o condiciones específicas, así como estar restringidas a áreas con baja intervención humana, por lo que son vulnerables a la fragmentación y pérdida de hábitat, así como a la degradación ambiental. En este muestreo se registraron 02 especies: *Geranospiza caerulescens* y *Amazilia amazilia.*

Figura 11-3. Sensibilidad de las especies de aves



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Herpetofauna.**

La sensibilidad ecológica de las especies de herpetofauna registradas en el área de estudio fue evaluada considerando atributos ecológicos y biológicos como el estado de conservación nacional e internacional, el endemismo, la inclusión en los apéndices de CITES, la especificidad del hábitat, el nicho trófico, el patrón de actividad (diurno o nocturno), los requerimientos reproductivos y la tolerancia frente a la alteración del hábitat.

La categoría de sensibilidad alta estuvo representada por especies con características que incrementan su vulnerabilidad frente a las perturbaciones ambientales. En esta categoría se incluyó *Engystomops randi*, especie endémica del Ecuador con dependencia de cuerpos de agua temporales para su reproducción, y *Callopistes flavipunctatus*, categorizada como En Peligro (EN) en la Lista Roja nacional. Estas especies presentan requerimientos ecológicos particulares que justifican una mayor prioridad de conservación.

Las especies clasificadas con sensibilidad media corresponden a aquellas que presentan algún atributo de importancia para la conservación, aunque muestran una mayor capacidad de adaptación que las especies de sensibilidad alta. En este grupo se encuentra *Epipedobates anthonyi*, categorizada como Casi Amenazada (NT) tanto a nivel nacional como internacional e incluida en el Apéndice II de CITES, además de *Oxyrhopus fitzingeri* y *Pseudalsophis elegans*,

registradas como Datos Insuficientes (DD) a nivel nacional, condición que refleja la necesidad de incrementar el conocimiento sobre su estado poblacional y ecología.

La sensibilidad baja estuvo representada principalmente por especies con amplia distribución geográfica, hábitos alimenticios generalistas y mayor tolerancia a ambientes intervenidos, como *Microlophus occipitalis*, *Phyllodactylus reissii*, *Leptodactylus labrosus*, *Rhinella bella*, *Stenocercus puyango* e *Iguana iguana*. En la comunidad predominaron las especies insectívoras (63,63 %), seguidas por las carnívoras (18,18 %), mientras que las especies omnívoras y herbívoras representaron el 9,09 % cada una. Asimismo, la comunidad estuvo conformada por seis especies diurnas (54,55 %) y cinco especies nocturnas (45,45 %), evidenciando una representación relativamente equilibrada de ambos patrones de actividad.

En conjunto, la comunidad de herpetofauna estuvo dominada por especies de sensibilidad baja; sin embargo, la presencia de especies endémicas, categorizadas bajo algún nivel de amenaza o con información insuficiente para evaluar adecuadamente su estado de conservación resalta la importancia de implementar medidas de manejo y seguimiento que permitan mantener las condiciones ecológicas necesarias para la conservación de estas poblaciones.

Tabla 11-12. Clasificación de sensibilidad ecológica de las especies de herpetofauna.

Especie	Sensibilidad ecológica	Criterio aplicado
Engystomops randi	Alta	Dependencia de cuerpos de agua temporales
Callopistes flavipunctatus	Alta	Especie en peligro
Epipedobates anthonyi	Media	Especialización de microhábitat
Leptodactylus labrosus	Media	Dependencia hídrica con tolerancia moderada
Microlophus occipitalis	Baja	Generalista, amplia distribución
Phyllodactylus reissii	Baja	Generalista
Iguana iguana	Baja	Alta tolerancia antrópica
Oxyrhopus fitzingeri	Baja	Amplia distribución
Pseudalsophis elegans	Baja	Generalista
Stenocercus puyango	Baja	Adaptación a bosque seco
Rhinella bella	Baja	Generalista

Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- Entomofauna.

La sensibilidad del subcomponente entomofauna en el área del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se clasifica como **media, con tendencia local a media-alta**, fundamentándose en el grado de especialización ecológica de los grupos bioindicadores registrados, su dependencia de la cobertura vegetal nativa y de las condiciones microclimáticas, su respuesta documentada frente a procesos de fragmentación del hábitat y transformación del paisaje, así como en la función ecológica que desempeñan dentro del ecosistema. La clasificación considera además la representatividad de las especies registradas respecto a la riqueza nacional, la persistencia de procesos ecológicos funcionales y el nivel de intervención antrópica observado durante la línea base.

Los resultados obtenidos evidencian que la entomofauna se desarrolla dentro del Bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo, ecosistema caracterizado por una marcada estacionalidad climática, donde la disponibilidad de humedad, la estructura de la vegetación y la permanencia de remanentes de bosque seco condicionan la composición y distribución de las comunidades de insectos. En este contexto, la transformación histórica del paisaje por actividades agrícolas, establecimiento de pastizales y pastoreo extensivo de *Capra hircus* ha reducido la heterogeneidad del hábitat y modificado la disponibilidad de recursos alimenticios y reproductivos para numerosos grupos de insectos. No obstante, los remanentes de vegetación nativa y las franjas de vegetación asociadas a quebradas que mantienen flujo de agua durante la época seca constituyen microhábitats con mayor humedad ambiental y estabilidad microclimática, favoreciendo la permanencia de especies sensibles y contribuyendo al mantenimiento de la conectividad ecológica del paisaje.

En el caso de los **escarabajos copronecrófagos**, la sensibilidad se considera **media**, debido a que este grupo constituye uno de los bioindicadores más confiables del estado de conservación de los ecosistemas terrestres tropicales. Su presencia depende directamente de la disponibilidad de excretas de mamíferos silvestres, de condiciones edáficas relativamente estables y de una cobertura vegetal que permita mantener procesos ecológicos funcionales. La riqueza registrada (3,58 % de la riqueza nacional) y la composición observada reflejan una comunidad influenciada por la transformación del bosque seco, donde la sustitución de mamíferos silvestres por fauna doméstica, la fragmentación del hábitat y la simplificación estructural del paisaje limitan la diversidad del grupo. Sin embargo, la persistencia de especies funcionales indica que aún se mantienen procesos ecológicos esenciales como el reciclaje de nutrientes, la aireación del suelo, la dispersión secundaria de semillas y el control natural de parásitos, lo que evidencia un ecosistema alterado, pero todavía funcional (Nichols et al., 2008; Slade et al., 2011).

Por su parte, las **mariposas diurnas** presentan una **sensibilidad media-alta**, debido a su elevada dependencia de la diversidad florística, de la disponibilidad de plantas hospederas durante su fase larval y de condiciones microclimáticas relativamente estables. La representatividad registrada (0,28 % de la riqueza nacional) y la composición de especies sugieren una comunidad susceptible a las modificaciones del paisaje, ya que la pérdida de cobertura vegetal nativa, la homogenización de la matriz productiva y las alteraciones en temperatura, humedad y luminosidad afectan rápidamente su abundancia y diversidad. Debido a estas características, las mariposas constituyen excelentes bioindicadores de cambios ambientales, respondiendo de manera temprana a procesos de fragmentación y degradación del bosque seco. En consecuencia, pequeñas modificaciones adicionales sobre los remanentes de vegetación o sobre las condiciones microclimáticas podrían ocasionar disminuciones importantes en la diversidad local (Bonebrake et al., 2010; Brown & Freitas, 2000).

En términos espaciales, la mayor sensibilidad de la entomofauna se concentra en los **remanentes mejor conservados del Bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo**, particularmente en sectores asociados a vegetación nativa y a las quebradas que mantienen agua durante la época seca, donde las condiciones de humedad, disponibilidad de recursos y heterogeneidad estructural favorecen la presencia de especies más especializadas. En contraste, las áreas dominadas por cultivos, pastizales y zonas de pastoreo presentan comunidades de insectos más

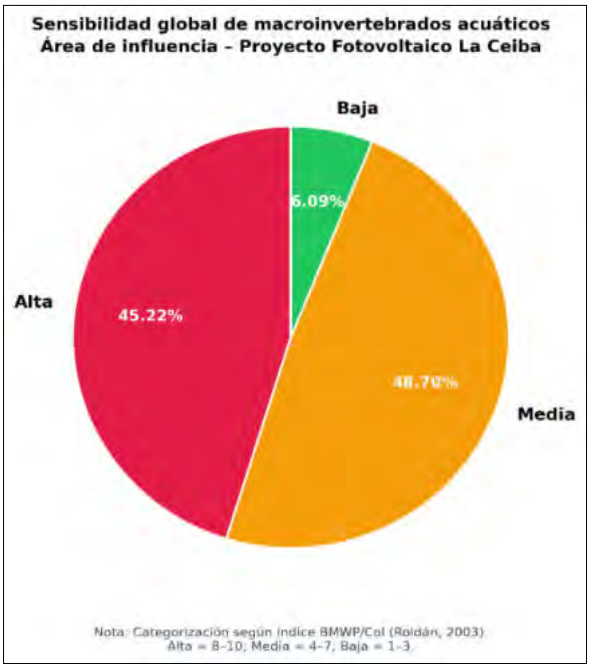
simplificadas y tolerantes a la perturbación, reflejando una disminución de la calidad ecológica del hábitat.

En consecuencia, la entomofauna del área evidencia una condición intermedia de conservación, donde la presencia de especies bioindicadoras funcionalmente importantes coexiste con señales claras de presión antrópica derivadas de la transformación histórica del paisaje. Esta condición justifica la asignación de una sensibilidad global media, con sectores puntuales de sensibilidad media-alta asociados a remanentes de bosque seco y vegetación riparia, los cuales constituyen áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de procesos ecológicos. Por ello, resulta fundamental implementar medidas orientadas a conservar la cobertura vegetal nativa, proteger las franjas de vegetación asociadas a quebradas, reducir la fragmentación del hábitat y promover la restauración ecológica, con el fin de mantener la funcionalidad y resiliencia del ecosistema frente a las actividades del proyecto (Nichols et al., 2008; Andrade-C., 2011; Bonebrake et al., 2010).

- Macroinvertebrados acuáticos.

De acuerdo con la metodología de Sensibilidad de las Especies, las familias de macroinvertebrados identificados en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se categorizan de la siguiente manera:

Figura 11-4. Sensibilidad de macroinvertebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- Sensibilidad Alta (Puntajes BMWP 8-10)

Estas familias representan el 45,22% de la abundancia total. Son organismos estenotópicos, con requerimientos estrictos de oxigenación y estabilidad del hábitat. Su presencia indica tramos de alta susceptibilidad biótica ante intervenciones que alteran la calidad físico-química del agua o la estructura del cauce (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

Perlidae (Plecoptera): Puntaje 10. Indicador de aguas limpias y corrientes rápidas con sustrato rocoso.

Anomalopsychidae (Trichoptera): Puntaje 10. Organismos altamente sensibles que dependen de la estabilidad del sustrato para la fijación de sus estuches.

Hydrobiosidae (Trichoptera): Puntaje 8. Depredadores especialistas asociados a ambientes lóticos con baja carga orgánica.

- **Sensibilidad Media (Puntajes BMWP 4-7)**

Es la categoría predominante con el 48,70% de la abundancia. Estos taxones poseen una tolerancia intermedia y representan áreas con susceptibilidad moderada, capaces de similares cambios ambientales menores sin perder su funcionalidad ecológica (Roldán, 2003).

Elmidae (Coleoptera): Puntaje 6. Escarabajos acuáticos que habitan en corrientes moderadas; Toleran variaciones leves en la turbidez.

Crambidae (Lepidoptera): Puntaje 5. Larvas asociadas a vegetación riparia y macrófitas, con tolerancia media a la sedimentación.

Lymnaeidae (Gastropoda): Puntaje 4. Gasterópodos raspadores que habitan en zonas de menor corriente y toleran incrementos moderados de nutrientes.

Tipulidae (Diptera): Puntaje 5. Larvas procesadoras de materia orgánica con capacidad de persistir en sedimentos variables.

- **Sensibilidad Baja (Puntajes BMWP 1-3)**

Representan el 6,09% de la abundancia. Son organismos euritópicos con baja susceptibilidad biótica, capaces de colonizar ambientes con estrés ambiental o baja disponibilidad de oxígeno (Roldán & Ramírez, 2008).

Physidae (Gastropoda): Puntaje 3. Caracoles con alta resistencia a la hipoxia y enriquecimiento orgánico.
Chironomidae (Diptera): Puntaje 2. Larvas altamente tolerantes, capaces de habitar en sedimentos finos y aguas con alta carga de sólidos o nutrientes.

- **Ictiofauna**

La sensibilidad ecológica de la ictiofauna registrada se evaluó con base en la respuesta potencial de las especies frente a alteraciones del hábitat acuático, considerando atributos ecológicos ampliamente documentados para la ictiofauna continental, tales como afinidad por determinados tipos de sustrato, asociación con la velocidad de corriente, requerimientos generales de hábitat, amplitud ecológica aparente, conectividad fluvial y condición de especie nativa o introducida. Estos criterios permiten interpretar el grado de susceptibilidad ecológica de las especies frente a modificaciones del cauce y de la calidad del hábitat, sin que ello constituya una clasificación formal de amenaza o una equivalencia directa con su estado de conservación (Aguirre et al., 2021; Barriga, 2012; Froese & Pauly, 2025).

En concordancia con la línea base biótica, la sensibilidad fue interpretada como una herramienta de apoyo para la identificación de receptores biológicos potencialmente vulnerables, diferenciando especies asociadas a hábitats específicos, especies con asociación intermedia a las condiciones del cauce y especies con mayor amplitud ecológica aparente.

- Alta sensibilidad (22,2 %)

Corresponde a las especies con mayor dependencia de ambientes lóticos bien conservados, asociadas principalmente a sustratos de fondo y microhábitats específicos, cuya permanencia depende de la conservación de la estructura física del cauce, la conectividad hidrológica y la calidad del agua. En esta categoría se incluyen Chaetostoma microps y Astroblepus cf. prenedillus, ambas caracterizadas por presentar hábitos bentónicos y una estrecha relación con sustratos rocosos propios de quebradas y ríos de corriente permanente.

Estas especies muestran una mayor susceptibilidad frente a procesos que alteren la estabilidad del lecho, incrementen la sedimentación o modifiquen el régimen hidrológico. En el caso de Astroblepus cf. prenedillus, la determinación taxonómica continúa siendo preliminar; por tanto, la interpretación de su sensibilidad se fundamenta en la información ecológica disponible para el género Astroblepus, recomendándose actualizar esta valoración una vez confirmada su identidad taxonómica definitiva.

Adicionalmente, ambas especies presentan categorías de conservación relevantes a escala global. Astroblepus cf. prenedillus se encuentra catalogada como Críticamente Amenazada (CR) según la Lista Roja de la UICN (2025) e incluida en el Apéndice I de CITES, mientras que Chaetostoma microps está clasificada como En Peligro (EN) e incluida en el Apéndice II de CITES. Si bien estas categorías no constituyen el criterio principal para la asignación de sensibilidad ecológica, incrementan su prioridad para las medidas de prevención, monitoreo y conservación durante el desarrollo del proyecto.

- Sensibilidad media (55,6 %)

Esta categoría agrupa especies nativas cuya ocurrencia se relaciona con la conservación general del cauce y la conectividad longitudinal de los sistemas fluviales, aunque presentan una mayor amplitud ecológica aparente que los taxones estrictamente asociados a microhábitats específicos. En este grupo se incluyen Brycon atrocaudatus, Bryconamericus peruanus, Hemibrycon sp., Creagrutus kunturus y Pseudopoecilia festae.

Estas especies dependen de la continuidad del cauce, de la disponibilidad de refugios, de la cobertura ribereña y de la oferta de recursos tróficos, por lo que pueden responder negativamente a modificaciones en la estructura del hábitat, incremento de sedimentos, pérdida de vegetación ribereña o interrupción de la conectividad fluvial. No obstante, la información disponible no permite asignarlas de manera uniforme a una categoría ecológica equivalente a la observada en las especies altamente especializadas, motivo por el cual se consideran de sensibilidad intermedia.

Dentro de este grupo destaca Brycon atrocaudatus, clasificada como Vulnerable (VU) según la Lista Roja Global de la UICN (2025), condición que refuerza la necesidad de implementar medidas de protección de los hábitats acuáticos donde fue registrada.

- Baja sensibilidad (11,1 %)

La categoría de baja sensibilidad corresponde a especies con mayor amplitud ecológica aparente y capacidad para establecerse en ambientes modificados. En el área de estudio únicamente Oreochromis aureus, especie introducida, reúne estas características.

Su presencia constituye un elemento de presión potencial sobre la ictiofauna nativa debido a su elevada plasticidad ecológica, capacidad de colonización y establecimiento en ambientes alterados, así como por las posibles interacciones competitivas con especies autóctonas. Por esta razón, aunque presenta baja sensibilidad frente a las perturbaciones ambientales, su presencia

debe considerarse dentro del manejo ambiental por el riesgo ecológico asociado a especies exóticas.

- Especie pendiente de categorización

Para **Andinoacara blombergi** no fue posible establecer una categoría específica de sensibilidad ecológica con base en los criterios utilizados en la presente evaluación, debido a la insuficiencia de información ecológica disponible respecto a su respuesta frente a perturbaciones del hábitat. En consecuencia, su valoración permanece **pendiente de categorización**, conforme a lo establecido en el Capítulo 8.2 de Línea Base Biótica.

No obstante, la especie se encuentra clasificada como **Casi Amenazada (NT)** en la Lista Roja Global de la UICN (2025), condición que deberá ser considerada en el diseño de las medidas de seguimiento y monitoreo ambiental.

- Resultado de la sensibilidad de la ictiofauna

La composición de la ictiofauna registrada evidencia el predominio de especies nativas asociadas a condiciones intermedias de conservación del cauce, acompañadas por un grupo reducido de especies altamente especializadas vinculadas a ambientes lóticos con sustratos estructurados y buena calidad del hábitat acuático. En conjunto, estos resultados indican que los cuerpos de agua del área de influencia mantienen condiciones ecológicas que permiten la permanencia de especies con distintos requerimientos de hábitat, aunque muestran susceptibilidad frente a alteraciones relacionadas con la pérdida de conectividad fluvial, incremento de sedimentos, modificación del sustrato y deterioro de la vegetación ribereña.

En este contexto, la sensibilidad ecológica de la ictiofauna debe interpretarse como un elemento complementario para la evaluación de la sensibilidad ambiental del área de estudio y para la identificación de los receptores biológicos prioritarios dentro del análisis de impactos y riesgos ambientales, particularmente en las quebradas que mantienen flujo durante la época seca, las cuales constituyen los principales hábitats para las especies de mayor sensibilidad registradas durante la línea base.

11.3. SENSIBILIDAD SOCIAL.

Para el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, la sensibilidad social se define a partir de la interacción entre el polígono de implantación, la ocupación humana efectiva, la tenencia de la tierra, la cercanía a centros poblados, la presencia de infraestructura social y los flujos funcionales del territorio. En este caso, el proyecto se ubica en el cantón Zapotillo, parroquia Zapotillo, sector Catamaillo, con 401,31 ha, junto a la vía E25, a aproximadamente 1,6 km del poblado La Ceiba y a 4 km de la cabecera cantonal de Zapotillo; además, el propio perfil del proyecto reconoce como grupos de interés a propietarios, GAD cantonal y comunidades cercanas, lo que confirma que la sensibilidad social no depende solo de la distancia, sino también de la relación territorial y funcional con la población local (CELEC EP, 2025).

La sensibilidad social del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se determinó mediante una metodología mixta, basada en dos criterios complementarios:

i) La **afectación predial directa** sobre propietarios y predios vinculados físicamente al emplazamiento; y
ii) La **proximidad espacial** entre el polígono del proyecto y los asentamientos humanos del entorno.

Este enfoque es consistente con el artículo 466 del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente RCOA, que define el área de influencia social directa a partir de la interacción entre el proyecto y las unidades individuales, predios, viviendas y propietarios así como con las organizaciones sociales del territorio (Colectivas), y con la buena práctica internacional que recomienda diferenciar entre población directamente afectada por adquisición o restricción de uso de tierras y población expuesta indirectamente por cercanía e interacción funcional.

En el caso de La Ceiba, la aplicación de esta metodología se justifica porque el estudio social del EIA identifica **24 predios dentro del polígono del proyecto**, asociados a propietarios directamente involucrados en procesos de negociación, indemnización o compensación, así como **17 predios colindantes** con potencial de afectación territorial inmediata. Adicionalmente, el capítulo de áreas de influencia social reconoce la presencia de comunidades cercanas, entre ellas **Catamahillo**, localizada a aproximadamente **200 m** del polígono, y **Ceiba Chica**, ubicada a **1.624 m**, lo que permite estructurar una gradación de sensibilidad basada en intensidad de interacción territorial decreciente con la distancia.

- **Criterios metodológicos**

La metodología se aplicó en un entorno SIG, utilizando como insumos:

i) El polígono del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba;
ii) La base predial interna del proyecto (propietarios de terrenos);
iii) La cartografía de predios colindantes;
iv) La localización de comunidades y poblados cercanos; y
v) La cartografía base y político-administrativa del área de estudio.

La información cartográfica disponible muestra el polígono del proyecto, la distribución interna de predios, la localización de Catamahillo y La Ceiba Chica y otros asentamientos del entorno, así como la relación espacial con los predios colindantes.

Posteriormente, se realizó una clasificación en cinco niveles de sensibilidad. Para los dos niveles superiores se privilegió el criterio de afectación jurídica y territorial directa; para los tres niveles restantes se aplicó un criterio de anillos de distancia medidos desde el límite del polígono del proyecto hacia los centros poblados. Esta decisión metodológica responde a que, en el área rural del proyecto, no existen delimitaciones oficiales detalladas de barrios o comunidades por parte del GAD cantonal de Zapotillo que permitan un análisis poligonal comunitario más preciso, por lo que el uso de buffers constituye una herramienta técnica, objetiva, trazable y reproducible para el proyecto fotovoltaico “La Ceiba”.

Tabla 11-13. Criterios de Sensibilidad Social del proyecto

CRITERIO DE SENSIBILIDAD	RECEPTOR O ÁMBITO	JUSTIFICACIÓN
Muy alta	Polígono del proyecto (afectación directa por implantación)	Corresponde a espacios o receptores sociales expuestos a transformaciones directas, permanentes o estructurales derivadas de la implantación del proyecto, con potencial de modificar de manera profunda las condiciones de tenencia, uso del suelo, medios de vida o estabilidad socioeconómica.
Alta	Predios, propietarios o infraestructura colindante	Corresponde a receptores sociales localizados en el entorno inmediato del proyecto, expuestos a afectaciones territoriales directas o funcionales relevantes, aunque sin encontrarse necesariamente dentro del área de implantación.

CRITERIO DE SENSIBILIDAD	RECEPTOR O ÁMBITO	JUSTIFICACIÓN
Media	Comunidades ubicadas hasta 500 m del polígono	Corresponde a receptores sociales que mantienen una interacción próxima y frecuente con el proyecto, pudiendo experimentar cambios moderados en su dinámica social, económica o territorial, generalmente mitigables mediante medidas de manejo.
Baja	Poblaciones ubicadas entre 501 y 1.000 m	Corresponde a receptores sociales con exposición indirecta cercana, en los que los efectos esperados son limitados, de baja intensidad y sin capacidad de alterar sustancialmente las condiciones de vida o la organización social local.
Muy baja	Poblaciones ubicadas entre 1.001 y 2.000 m	Corresponde a receptores sociales periféricos o lejanos al foco principal de intervención, cuya relación con el proyecto es débil, ocasional o marginal y donde los cambios previsibles son indirectos y poco perceptibles.

Fuente: Fase de campo y Línea base social del EsIA La Ceiba, 2026.
Elaboración: Equipo consultor, 2026.

El primer criterio corresponde a la **afectación directa por implantación**, aplicable a los predios ubicados dentro del polígono del proyecto y a los predios colindantes. Este criterio reconoce que la compra de terrenos, la modificación del uso del suelo, la posible restricción de accesos y la alteración de las condiciones económicas de los propietarios generan niveles de sensibilidad superiores a los de la población ubicada solamente por cercanía. La literatura especializada en gestión social y adquisición de tierras señala que los hogares o propietarios afectados por adquisición, servidumbres o restricciones de uso presentan una exposición social más intensa y requieren medidas específicas de compensación, manejo de conflictos y restablecimiento de medios de vida.

El segundo criterio corresponde a la **proximidad espacial a receptores comunitarios**, aplicado a comunidades, poblados e infraestructura localizados en el entorno del proyecto. Este criterio se sustenta en que la cercanía al emplazamiento incrementa la probabilidad de exposición a tránsito inducido, ruido, polvo, cambios en la movilidad local, transformación del paisaje, presión sobre caminos vecinales y modificaciones en la dinámica económica y social. La evaluación social internacional reconoce que la distancia constituye un indicador válido de exposición territorial, especialmente en proyectos de infraestructura y energía desarrollados en contextos rurales dispersos.

El umbral de **hasta 500 m** fue adoptado para definir la sensibilidad media, por representar la franja de interacción territorial inmediata entre el proyecto y los asentamientos rurales próximos. En esta distancia suelen concentrarse las externalidades directas más perceptibles por la población, como incremento de tránsito, emisiones de polvo, ruido, alteración de senderos y caminos vecinales y cambios en la rutina de uso del espacio. En entornos rurales de baja densidad como es el caso de La Ceiba, esta escala espacial equivale a un ámbito de vecindad funcional directa, por lo que su uso resulta técnicamente razonable para identificar comunidades con alta exposición territorial, aun cuando no exista adquisición de predios comunitarios.

El intervalo de **501 a 1.000 m** se adoptó para sensibilidad baja porque corresponde a un entorno de exposición indirecta cercana, donde todavía existe interacción funcional con el proyecto, aunque de menor intensidad que en la franja inmediata. En esta escala predominan impactos secundarios, como cambios en conectividad, percepción del proyecto, acceso a empleo temporal y circulación por caminos locales, pero con una disminución progresiva de las externalidades directas. Este rango es consistente con enfoques de proximidad empleados en evaluación territorial y social para distinguir el entorno cercano del entorno inmediato.

El intervalo de **1.001 a 2.000 m** se definió como sensibilidad muy baja porque comprende el entorno periférico ampliado donde las interacciones negativas con el proyecto son todavía identificables, pero ya no presentan el mismo nivel de intensidad territorial, cotidiana o predial. En esta franja pueden mantenerse relaciones funcionales esporádicas, especialmente por movilidad, comercio o empleo, pero la exposición física directa disminuye de forma significativa. El límite superior de 2.000 m permite captar la periferia rural asociada al proyecto sin extender la sensibilidad a territorios donde la relación espacial resulta débil o marginal.

- **Resultados.**

Los resultados de sensibilidad social del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se estructuraron a partir de una gradación de cinco categorías (muy alta, alta, media, baja y muy baja) definidas según la intensidad de interacción territorial y socioeconómica entre el proyecto y los receptores sociales identificados en su entorno. Esta clasificación permite jerarquizar espacialmente la susceptibilidad del componente social frente a la implantación, construcción y operación del proyecto, diferenciando entre afectaciones prediales directas, relaciones de colindancia inmediata y niveles decrecientes de exposición de las comunidades en función de su proximidad al polígono del proyecto (Vanclay et al., 2015; IFC, 2021).

Tabla 11-14. Sensibilidad Social del proyecto fotovoltaico

CATEGORÍA	CRITERIO PRINCIPAL	RECEPTORES INCLUIDOS	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA
Muy alta	Sobreposición territorial directa	Predios y propietarios dentro del polígono del proyecto	Compra o negociación de tierras, cambio de uso del suelo y modificación directa de condiciones socioeconómicas
Alta	Colindancia inmediata	Predios y propietarios colindantes	Afectaciones directas por vecindad: accesos, tránsito, polvo, ruido, conflictos de linderos y cambios territoriales
Media	Distancia de 0 a 500 m	Comunidades próximas	Entorno de interacción comunitaria inmediata y exposición directa a externalidades del proyecto
Baja	Distancia de 501 a 1.000 m	Poblaciones dispersas cercanas	Exposición indirecta cercana con menor intensidad territorial
Muy baja	Distancia de 1.001 a 2.000 m	Poblaciones periféricas	Interacción territorial secundaria o periférica, con predominio de efectos indirectos

Elaboración: Equipo consultor, 2026.

La categoría de **sensibilidad muy alta** corresponde al **polígono del proyecto**, debido a que en este espacio se concentran los procesos de compra o negociación de tierras, cambio de uso del suelo y modificación directa de las condiciones socioeconómicas de los propietarios. En esta categoría se localizan los 24 predios internos del proyecto, lo que implica afectación territorial directa sobre la estructura de tenencia y sobre los medios de vida vinculados al uso rural del suelo. Por su naturaleza, esta es la categoría de mayor sensibilidad del proyecto.

La categoría de **sensibilidad alta** corresponde a los **propietarios de los terrenos colindantes**, debido a que, aunque no formen parte del área a adquirir, se encuentran expuestos a afectaciones directas por vecindad inmediata con las obras y facilidades del proyecto. Entre estas se incluyen alteraciones en accesibilidad, tránsito de maquinaria, generación de polvo y ruido, posibles cambios en drenajes, límites y dinámica de uso del suelo, así como mayor probabilidad de conflicto territorial. En el proyecto La Ceiba, esta categoría comprende 17 predios colindantes identificados cartográficamente y en el inventario social del estudio.

La categoría de **sensibilidad media** corresponde a las **comunidades ubicadas hasta 500 m del polígono del proyecto**, por tratarse del entorno comunitario de interacción inmediata. En este rango se ubica Catamahillo, cuya distancia al polígono es de aproximadamente 200 m según el capítulo de áreas de influencia social y la cartografía temática del proyecto. Por su cercanía, esta comunidad puede experimentar con mayor intensidad efectos relacionados con tránsito, uso de caminos, percepción del proyecto y dinamización económica local, sin llegar al nivel de afectación predial directa que caracteriza a las dos categorías superiores.

La categoría de **sensibilidad baja** corresponde a las **poblaciones ubicadas entre 501 y 1.000 m** del polígono del proyecto. Esta franja agrupa asentamientos con interacción cercana dispersa, pero no inmediata, donde la exposición es principalmente indirecta. El análisis verificado en cartografía oficial se determina que no existen receptores poblacionales permanentes dentro de este intervalo; en caso de no identificarse poblados consolidados, el rango permanece metodológicamente definido para fines de clasificación y trazabilidad del análisis espacial.

La categoría de **sensibilidad muy baja** corresponde a las **poblaciones ubicadas entre 1.001 y 2.000 m** del polígono. En esta categoría se ubica Ceiba Chica, cuya distancia al polígono es de 1.624 m. Aunque esta comunidad mantiene una relación territorial con el proyecto, su exposición directa es menor que la de Catamahillo y su sensibilidad se asocia principalmente a efectos indirectos sobre movilidad, servicios y articulación económica territorial.

Como parte de la línea base social, se identificó infraestructura comunitaria que podría afectase por efectos directos o indirectos de la construcción del proyecto, es por ello que se ha definido la siguiente sensibilidad:

Tabla 11-15. Sensibilidad Social de la infraestructura comunitaria identificada.

NOMBRE	Estado	DIST (m.)	X	Y	SENSIBILIDAD
CATAMAHILLO					
Cabralac - Producción de lácteos de cabra	Bueno	832	585349,88	9518432,58	BAJA
Cancha deportiva	Bueno	940	585288,76	9518323,84	BAJA
Reservorio de agua potable GAD Municipal Zapotillo	Bueno	180	585813,86	9520250,79	ALTA
Vía Estatal E 25	Bueno	0 Colindante	586121,28	9520359,04	ALTA
CEIBA CHICA					
Sistema de riego Zapotillo	Regular	685	586144	9522622	BAJA
Casa comunal Ceiba Chica	Destruida	1442	586927	9523407	MUY BAJA
Coliseo deportivo Fanny Ruiz Toledo	Regular	1449	586961	9523412	MUY BAJA
Iglesia de la Comunidad Ceiba	Malo	1658	587194	9523568	MUY BAJA
Unidad educativa Prof. Jorge Amable Quezada Pinzón	Malo	1546	587096	9523481	MUY BAJA
Mirador Reina del Cisne	Bueno	685	586160	9522623	BAJA

Elaboración: Equipo consultor, 2026.

La Tabla evidencia que la sensibilidad social de la infraestructura comunitaria identificada responde de manera consistente a la metodología de proximidad aplicada para el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, en la que la intensidad de interacción territorial disminuye conforme aumenta la distancia respecto al polígono del proyecto.

En este marco, la infraestructura localizada en **Catamahillo** presenta los niveles de sensibilidad más altos, debido a su emplazamiento dentro del entorno inmediato de interacción comunitaria. Destacan el reservorio de agua potable del GAD Municipal Zapotillo, ubicado a 180 m, y la vía estatal E25, en condición colindante, ambos clasificados con sensibilidad **alta**, ya que constituyen elementos estratégicos para la funcionalidad territorial, la conectividad y el acceso a servicios básicos, por lo que podrían experimentar afectaciones directas asociadas al tránsito, uso intensivo de accesos y cambios operativos durante la ejecución del proyecto.

En contraste, la infraestructura de Catamahillo ubicada a mayores distancias, como Cabralac – Producción de lácteos de cabra (832 m) y la cancha deportiva (940 m), registra sensibilidad **baja**, lo cual indica una exposición indirecta cercana, pero sin una interacción territorial tan intensa como la observada en los receptores del entorno inmediato. Esto confirma que, aun dentro de una misma comunidad, la sensibilidad no depende únicamente de la pertenencia territorial, sino de la posición relativa de cada infraestructura frente al polígono del proyecto y de su función dentro de la dinámica local.

Para La **Ceiba Chica**, la mayor parte de la infraestructura presenta sensibilidad **muy baja**, como la casa comunal, el coliseo deportivo Fanny Ruiz Toledo, la iglesia de la comunidad Ceiba y la unidad educativa Prof. Jorge Amable Quezada Pinzón, localizadas entre 1.442 m y 1.658 m del proyecto. Este patrón es coherente con la categoría metodológica de interacción territorial periférica, donde predominan efectos indirectos y de menor magnitud. No obstante, el sistema de riego Zapotillo y el mirador Reina del Cisne, ambos a 685 m, fueron clasificados con sensibilidad **baja**, lo que refleja una condición intermedia de exposición indirecta cercana, asociada a una mayor posibilidad de interacción funcional con el proyecto respecto a la infraestructura más distante.

En el MAPA NRO. 32, se presenta el Mapa de localidades e infraestructura de interés social y en el MAPA NRO. 53 el Mapa de áreas sensibles medio social.

11.4. SENSIBILIDAD ARQUEOLÓGICA

Los datos recuperados permiten contrastar la sensibilidad del área de estudio

Tabla 11-16. Puntaje para el cálculo de Sensibilidad Arqueológica

N°	Factor Arqueológico	Valores		
		Alto	Medio	Bajo
1	Estudios arqueológicos realizados en las áreas adyacentes (entre 4 y 7 kilómetro)	0	0	5
2	Dato arqueológico *in-situ* –cerámica, lítica y otros– (distribución y densidad).	0	0	5
3	Sitios arqueológicos e históricos asociados (menor a un kilómetro)	0	0	0
4	Estudios históricos y etnohistóricos, datos de oralidad de la zona (entre 4 y 7 kilómetro)	0	0	3
5	Estado de conservación de la zona puntual.	0	0	3
6	Topografía, orografía del área complementaria.	0	0	0
	SubTotal	**0**	**0**	**16**
	Total		**16**	

Elaborado por equipo técnico, 2025

Tabla 11-17. Niveles de Sensibilidad Arqueológica según rango de valores

	Rango de Sensibilidad arqueológica		
Valores	Alto	Medio	Bajo
100-60			
59-30			
29-20			16

Elaborado por equipo técnico, 2025

Tabla 11-18. Resultado de sensibilidad en las calles

Baja	Criterio	Se reconocen atributos culturales prehispánicos, históricos en cercanías del área de estudio, más sin resultados en la prospección, el más cercano a 383 metros fuera del área de estudio hasta más de a 5 km de distancia;
	Definición	En el área de estudio no presenta evidencia arqueológica en demasía
	Mitigación	En áreas sin restos, la mitigación del impacto causado sobre el patrimonio se puede realizar con la aplicación de alguna medida relativamente sencilla como el **Monitoreo** de toda remoción de suelos.
	Impacto	**Impacto leve:** Afectación leve, residual o indirecta que puede ser atenuada con medidas de mitigación como el monitoreo de toda remoción de suelos.

Fuente: Resolución No. 037-DE-INPC-2021 (*) **Fuente:** Tomado de Rosalba Chacón, 2021.

Cuadro 1: Criterios de Sensibilidad BAJA Arqueológica

Elaborado por equipo técnico, 2025

Al no haber evidencia registrada al interior del área de estudio, se establece un potencial de presencia arqueológica se estima como **BAJA**. Pero el potencial de presencia arqueológica en el resto de la ciudad podría ser mayor en los alrededores. La ausencia de evidencias arqueológicas prehispánicas y coloniales en el área, no permitió que la fase de rescate sea implementada, aunque se realiza el seguimiento durante los movimientos de suelos.

En el MAPA NRO. 53, se presenta el Mapa de áreas sensibles del componente arqueológico.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía. Ltda.

JULIO , 2026

Contenido

12. ANÁLISIS DE RIESGOS. 860
Identificación de riesgos 860
Metodología 860
12.2. Análisis de riesgos endógenos 861
12.2.1. Riesgos Físicos 862
12.2.2. Riesgos Bióticos 864
12.2.3. Riesgos Sociales y culturales 881
12.3. ANÁLISIS DE RIESGOS EXÓGENOS 882
12.3.1. Riesgos físicos 882
12.3.2. Riesgos Exógenos Sociales 895
Herpetofauna (anfibios y reptiles) 903

Tabla 12-1.- Criterios para la Determinación de las consecuencias de un suceso. 860
Tabla 12-2. Matriz de Riesgos Endógenos y Exógenos 861
Tabla 12-3. Análisis de escenarios de riesgo climático por temperaturas altas 888
Tabla 12-4. Análisis de escenarios de riesgo climático por lluvias intensas. 890
Tabla 12-5. Análisis de escenarios de riesgo climático por sequía 893
Tabla 12-6. Riesgos del ambiente al proyecto (exógenos) 898
Tabla 12-7. Resumen de Riesgos del proyecto al ambiente (endógenos) 900

Figura 12-1. Configuración de la subestación 862
Figura 12-2. Riesgos endógenos (Explosiones e incendios) 862
Figura 12-3. Riesgos endógenos (Fugas y derrames) 863
Figura 12-4. Riesgos endógenos (Nivel de presión sonora) 864
Figura 12-5. Riesgos endógenos Bióticos 878
Figura 12-6. Riesgos endógenos Sociales 882
Figura 12-7. Riesgo exógeno físico (Volcánico) 883
Figura 12-8. Riesgo exógeno físico (Sísmico) 884
Figura 12-9. Riesgo exógeno físico (Movimientos en masa, incendios forestales, inundaciones y sequías) 886
Figura 12-10. Proceso metodológico para el análisis de riesgo climático en el nivel I 887
Figura 12-11. Amenaza climática para temperaturas altas 889
Figura 12-12. Escenarios de cambio Climático para lluvias intensas 891
Figura 12-13. Escenarios de cambio Climático para sequía 894

12. ANÁLISIS DE RIESGOS.

Identificación de riesgos

El presente método sigue un enfoque clásico y bastante sólido para la gestión de riesgos. Al evaluar tanto la probabilidad de que ocurra un incidente como la magnitud de sus consecuencias, se puede establecer una matriz o escala de riesgo que permite priorizar acciones preventivas y correctivas. Este enfoque es muy útil en la gestión, donde los impactos pueden ser significativos tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Este análisis considera dos dimensiones: las consecuencias de un evento o conjunto de circunstancias y la probabilidad de que estas consecuencias sean reales[1].

Metodología

El análisis de riesgos realizado es de tipo cualitativo. Las situaciones de amenaza o de fuente posible de daño potencial o peligro fueron identificadas en base al análisis de las situaciones naturales y antrópicas del sector y a las condiciones de trabajo del proyecto fotovoltaico, considerando su interacción y probabilidad de materialización del riesgo.

Los sucesos son evaluados en base al nivel de consecuencias siendo no importantes (A), limitadas (B), serias (C), muy serias (D), catastróficas (E) y a los criterios que comprende, los daños personales, el ambiente y los daños materiales.

Tabla 12-1.- Criterios para la Determinación de las consecuencias de un suceso.

Nivel de Consecuencias	Criterios		
	Daños Personales	Ambiente	Daños Materiales
No importantes (A)	No hay lesiones a personas	Impactos ambientales no significativos.	Menos de 10.000 USD
Limitadas (B)	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Impactos ambientales poco significativos en áreas intervenidas y con especies animales generalistas.	Entre 10.000 y 50.000 USD
Serias (C)	Lesiones con incapacidad laboral transitoria	Impactos ambientales dentro del área del escenario de emergencia y/o impactos reversibles.	Entre 50.000 y 100.000 USD
Muy serias (D)	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Impactos en áreas aledañas al escenario de emergencia de difícil remediación.	Entre 100.000 y 1’000.000 de USD
		Impactos en áreas prístinas o con especies sensibles a los cambios en su hábitat.	
Catastróficas (E)	Un muerto o más	Impactos con consecuencias sobre comunidades, especies en peligro de extinción, y/o impactos irreversibles.	Más de 1’000.000 USD

Fuente: NTP 330 Ministerio Trabajo y Asuntos Sociales. España
Elaboración: CGA Cía. Ltda. 2025.

Para el método de calificación se adoptó el manual “Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador” propuesto por Fundación Natura en 1996, que adapta los niveles de consecuencias de un suceso y califica al riesgo en base a la probabilidad de ocurrencia de materializarse el riesgo.

El nivel de consecuencia es valorado en escala de A no importantes, B limitadas, C serias, D muy serias E catastróficas, y en probabilidad de ocurrencia, 1 improbable, 2 poco probable, 3 probable,

1 Traducido de: Environmental Risk Management, Best Practice Environmental Management in Mining, Environmental Australia, 1999.

4 bastante probable, 5 muy probable. A continuación, en la siguiente tabla, se indica la matriz de calificación utilizada para la evaluación de los riesgos.

Tabla 12-2. Matriz de Riesgos Endógenos y Exógenos

Probabilidad		Consecuencias				
		A	B	C	D	E
		No importantes	Limitadas	Serias	Muy serias	Catastróficas
1	Improbable (menos de una vez cada 1.000 años)	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MODERADO
2	Poco probable (una vez en un periodo de 100 a 1.000 años)	BAJO	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO
3	Probable (una vez en un periodo de 10 a 100 años)	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO	ALTO
4	Bastante probable (una vez en un periodo de 1 a 10 años)	BAJO	MODERADO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO
5	Muy probable (más de una vez al año)	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO

Fuente: Estudio de impacto ambiental ex - post y plan de manejo ambiental para las fases de exploración y explotación simultanea de minerales metálicos bajo el régimen de pequeña minería de la concesión minera compromiso, código 90000391, Adaptado por CGA Cía. Ltda., 2021.

12.2. Análisis de riesgos endógenos

El análisis de riesgos endógenos considera a los eventos no deseados de la actividad, obra o proyecto desde lo físico como explosiones no controladas, fugas y derrames de sustancias contaminantes, incendios e inestabilidad de infraestructura, socio tecnológicas, incendios forestales y gestión inadecuada de sustancias químicas y desechos peligrosos.

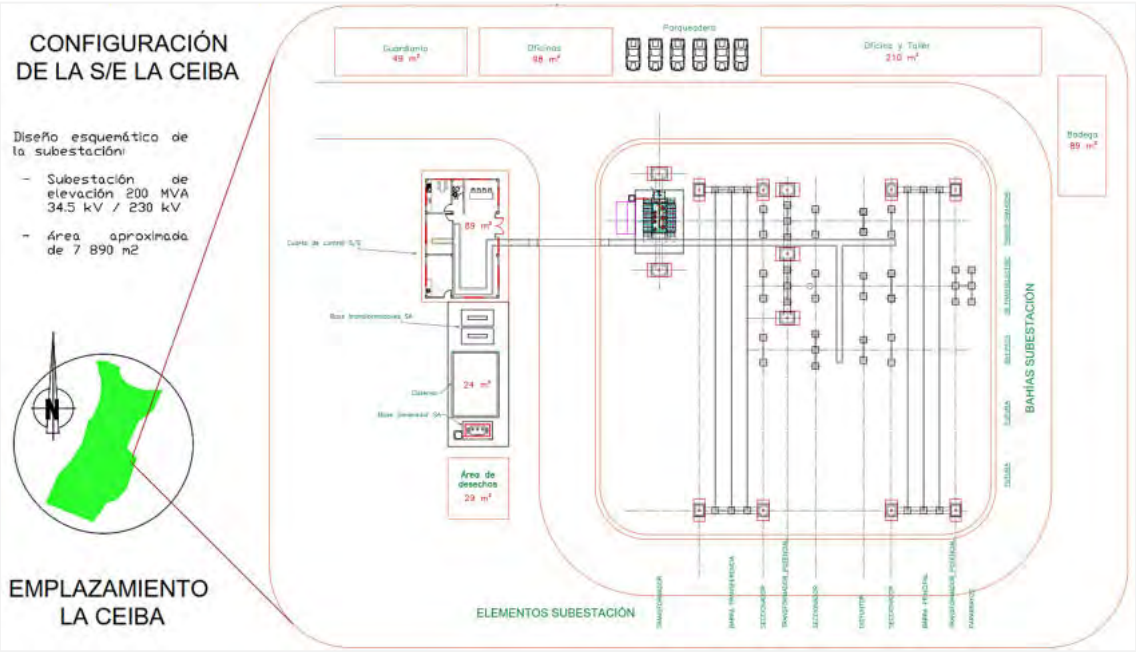
En lo biótico se aborda, cacería y tráfico de especies CITES, incendios por efecto humano o daño silvestre, derrames y vertidos de desechos peligrosos, efecto lumínico, fauna Feral, afectación a cuerpos de agua, extracción de flora y fauna.

En lo social, accidentes de tránsito, fallas humanas u operacionales, daño a la infraestructura pública y privada, cambio de uso de suelo, pérdida de cultura local, entre otros.

Al considerarse que los riesgos son desde el proyecto al ambiente y para la comprensión de manera más clara y precisa, se presenta las facilidades dentro del proyecto fotovoltaico La Ceiba. En este caso, una de ellas es la subestación eléctrica emplazada dentro del polígono de implantación de la obra, la que contiene varios elementos como:

- Transformador
- Barra de transferencia
- Seccionador
- Transformador potencial
- Disyuntor
- Barra principal
- Pararrayos
- Cuarto de control
- Cisterna
- Base Generador
- Base de transformadores

Figura 12-1. Configuración de la subestación



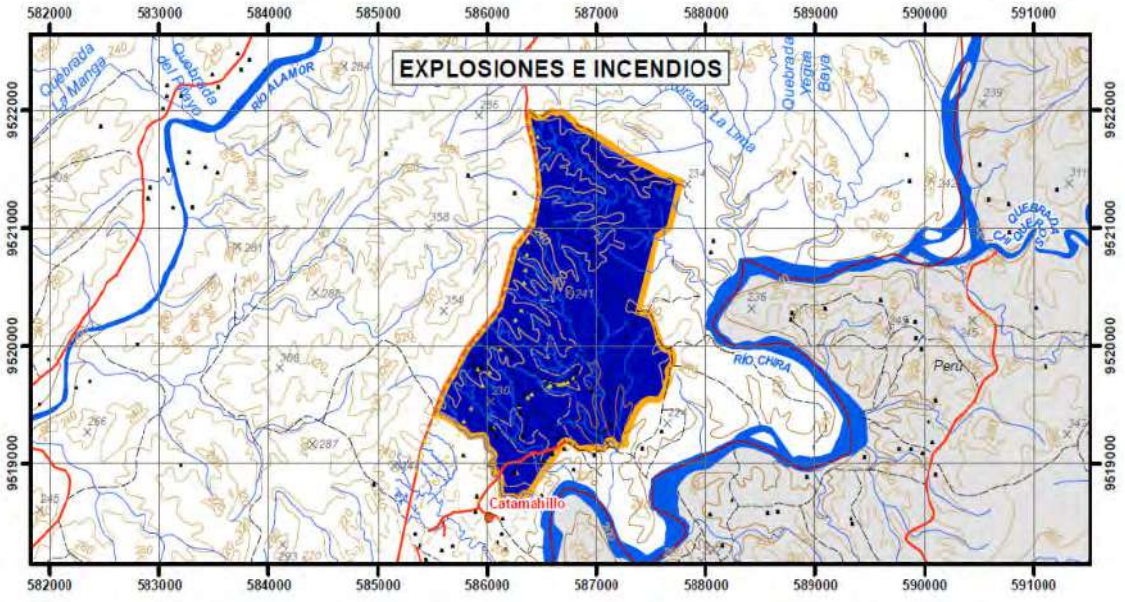
Fuente: CELEC EP, GENSUR, 2025.

12.2.1. Riesgos Físicos

Explosiones e incendios

La probabilidad de explosión e incendio puede materializarse tanto en la subestación eléctrica como en los paneles del proyecto fotovoltaico "La Ceiba" y dependerá de múltiples factores técnicos, operativos y ambientales. Los principales factores que influyen en la probabilidad son los tipos de equipos como transformadores, interruptores, cables, generadores, etc. Adicionalmente, dependerá de las condiciones de mantenimiento, presencia de materiales combustibles, diseños de infraestructura, sobre cargas eléctricas o cortocircuitos que pueden iniciar incendios. Sobre el entorno físico es necesario evaluar la proximidad a vegetación seca, cuerpos de agua o zonas consolidadas como urbanas.

Figura 12-2. Riesgos endógenos (Explosiones e incendios)

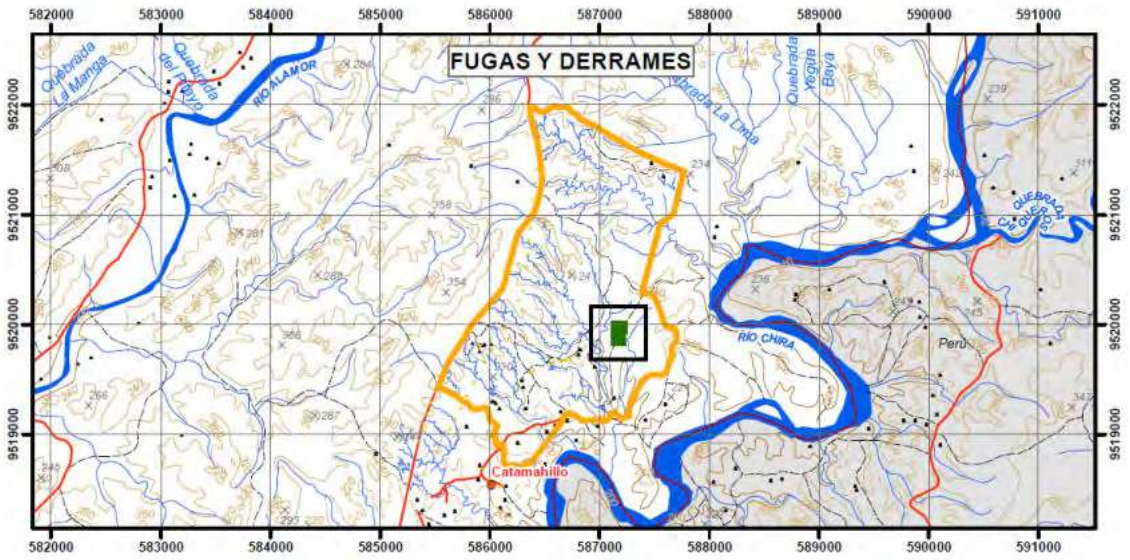


La zona de implantación del proyecto fotovoltaico “La Ceiba” se caracteriza por poseer altas temperaturas que registran en máximas los 34,68 grados centígrados[2], estimando que podría influir en la materialización de un incendio, no como factor principal, pero si en la interacción de los elementos del sistema con el calor. Por lo expuesto, y en base a la frecuencia histórica de incidentes, evaluación de amenazas, vulnerabilidad de los sistemas y capacidad de respuesta, podemos estimar que la probabilidad de ocurrencia del riesgo sea de 3C MODERADO probable (una vez en un periodo de 10 a 100 años) y consecuencias serias.

Fugas y derrames de combustibles y químicos

La probabilidad de ocurrencia de fugas y derrames es particularmente relevante en el caso de aceites dieléctricos minerales, derivados del petróleo, utilizados en transformadores dentro de subestaciones eléctricas. Estos fluidos cumplen funciones críticas como el aislamiento térmico, la refrigeración, la extinción de arcos eléctricos y la protección frente a la humedad. Su naturaleza química y la exposición prolongada a condiciones operativas elevan el riesgo de fugas, especialmente en equipos antiguos o sin mantenimiento preventivo adecuado.

Figura 12-3. Riesgos endógenos (Fugas y derrames)



La probabilidad del riesgo se estima sea de 3B BAJO probable (una vez en un periodo de 10 a 100 años) y consecuencias limitadas.

Nivel de presión sonora (ruido ambiente)

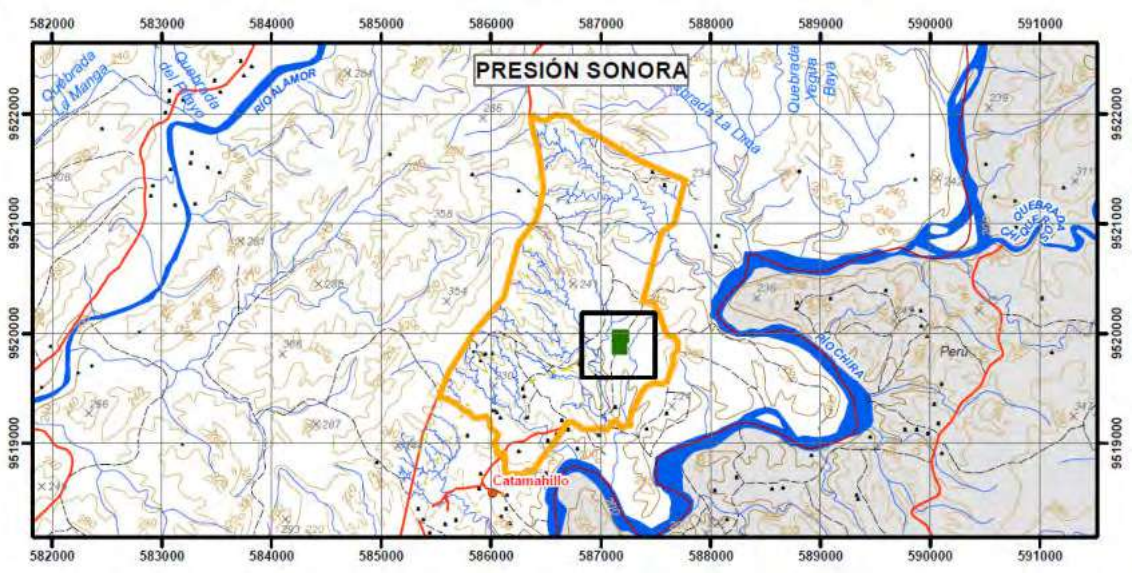
El área de implantación de la subestación eléctrica del proyecto fotovoltaico “La Ceiba” aproximadamente se extenderá en 5.883,79 m^2, lo que conlleva a la emisión de niveles de presión sonora (dB A) principalmente en diversos equipos y procesos operativos. La implantación del proyecto está ubicada en el sector La Ceiba, parroquia Zapotillo, cantón Zapotillo en la provincia de Loja, comprende 401,31 ha. en las cuales se asientan muy pocos habitantes y propietarios de tierras, que según el modelo de negocio serán reasentados voluntariamente o bajo la figura de compra de predio.

En cuanto, a la fauna del sector se marca un efecto de borde en el área fragmentada por el proyecto, en donde se hace evidente los cambios físicos, biológicos y ecológicos entre un ecosistema natural o diferente. Los niveles de presión sonora no son la excepción, ya que altera

[2] https://mapas-212104.projects.earthengine.app/view/anlisis-global-de-temperatura-y-precipitacin

patrones de comportamiento y provoca rutas migratorias con la intención de abandonar áreas ruidosas, llegando a la fragmentación ecológica y pérdida de la biodiversidad.

Figura 12-4. Riesgos endógenos (Nivel de presión sonora)



Ante estas condiciones, la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima de 3B BAJO probable (una vez en un periodo de 10 a 100 años) y consecuencias limitadas.

En el MAPA NRO. 55 se presenta riesgos endógenos del componente Físico.

12.2.2. Riesgos Bióticos

El análisis de riesgos ambientales fue desarrollado considerando de manera integrada las actividades del proyecto descritas en el Capítulo 5, la línea base biótica presentada en el Capítulo 8 y la evaluación de sensibilidad ambiental desarrollada en el Capítulo 11, de manera que la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias de cada riesgo se fundamentan en las características ecológicas, la vulnerabilidad de los receptores ambientales y la naturaleza de las actividades previstas durante las fases de construcción, operación, mantenimiento y cierre

Los riesgos bióticos identificados para el proyecto fotovoltaico corresponden a procesos ecológicos y presiones internas del ecosistema que presuntamente podrían manifestarse dentro de las áreas de implantación, generando una influencia directa sobre los componentes bióticos presentes en el sitio.

Estos riesgos derivan de la dinámica natural de las especies, la estructura del hábitat y la interacción entre organismos, y deben ser considerados en la evaluación ambiental para anticipar posibles afectaciones durante la fase de construcción y operación del proyecto.

A continuación, se muestran los siguientes:

Cacería y Tráfico de especies CITES

Mastofauna: El área del proyecto fotovoltaico La Ceiba alberga dos especies clasificadas con sensibilidad alta, *Lycalopex sechurae y Lonchophylla hesperia*, cuya vulnerabilidad se relaciona con la fragmentación del hábitat y la presión derivada de actividades humanas, tal como se indica en el monitoreo biótico: “dos especies fueron clasificadas con sensibilidad alta, debido a su alta vulnerabilidad a la fragmentación del hábitat y a la presión por actividades humanas”.

En este contexto, se identifican riesgos endógenos asociados a la cacería y captura de fauna silvestre, entre los cuales destacan: (i) la cacería por conflicto humano–fauna, especialmente hacia *Lycalopex sechurae,* frecuentemente perseguido por su supuesta depredación de aves de

corral; (ii) la cacería por consumo o uso tradicional de *Odocoileus virginianus*, especie de sensibilidad media y una de las más aprovechadas en zonas rurales; (iii) la cacería oportunista de mamíferos medianos como *Conepatus semistriatus, Simosciurus nebouxii* y *Choloepus hoffmanni*, susceptibles de ser capturados por carne o por conflictos puntuales; y (iv) la captura de murciélagos frugívoros, como *Artibeus fraterculus*, motivada por creencias locales. Estos riesgos reflejan presiones internas del ecosistema que pueden intensificarse con el incremento de accesibilidad y presencia humana asociada al desarrollo del proyecto.

Avifauna: El monitoreo biótico registra especies de avifauna con sensibilidades alta, media y baja, entre ellas *Geranospiza caerulescens* (Gavilán Zancón) y *Amazilia amazilia* (Amazilia Ventrirrufa), ambas mencionadas explícitamente en la línea base: "*Geranospiza caerulescens* Gavilán Zancón" y "Amazilia amazilia Amazilia Ventrirrufa". A partir de esta composición faunística, se identifican riesgos endógenos asociados a la cacería y captura de aves silvestres, los cuales responden a prácticas tradicionales y percepciones locales. Entre los principales riesgos se encuentran: (i) la cacería de aves rapaces por la creencia de que representan una amenaza para aves de corral; (ii) la captura de colibríes y aves pequeñas con fines de tenencia ilegal o comercio artesanal; y (iii) el disparo a aves carroñeras como *Cathartes aura y Coragyps atratus*, motivado por percepciones negativas hacia estas especies. Estos riesgos reflejan presiones internas del ecosistema que pueden intensificarse con el incremento de accesibilidad y presencia humana en el área del proyecto.

El componente íctico del área de influencia presenta especies con sensibilidades media y media-alta, entre ellas *Astroblepus cf. preñadillas,* registrada en el documento como: "*Astroblepus cf. prenadillus* Bagre Media-alta". Esta condición refleja una mayor susceptibilidad a presiones internas del ecosistema, particularmente aquellas relacionadas con la pesca de subsistencia y la alteración de microhábitats acuáticos. En este contexto, se identifican riesgos endógenos asociados a la pesca y extracción de organismos acuáticos, entre los cuales destacan: (i) la pesca de subsistencia que puede afectar directamente a especies sensibles presentes en quebradas y cursos de agua estacionales; (ii) la captura de bagres y raspabalsas, como *Chaetostoma microps*, en zonas de remanso donde estas especies se concentran; y (iii) la disminución de macroinvertebrados sensibles principalmente de los órdenes *Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera* cuya reducción afecta la disponibilidad de alimento para peces y, en consecuencia, incrementa la presión de pesca sobre las especies remanentes. Estos riesgos representan presiones ecológicas internas que pueden intensificarse con el aumento de accesibilidad y presencia humana asociada al proyecto.

Herpetofauna: se identifica a *Engystomops randi* como una especie de sensibilidad alta, señalando expresamente: "*Engystomops randi* Alta Dependencia de cuerpos de agua temporales". Esta condición ecológica incrementa su vulnerabilidad frente a alteraciones del hábitat y presiones antrópicas. En este contexto, se reconocen riesgos endógenos asociados a la cacería, captura y manipulación de herpetofauna, los cuales responden a prácticas locales y a la accesibilidad del ecosistema. Entre los principales riesgos se encuentran: (i) la captura de I*guana iguana* para consumo o comercialización, pese a que la especie presenta sensibilidad baja; (ii) la extracción de anfibios y reptiles motivada por curiosidad, tenencia como mascotas o comercio informal; y (iii) la alteración o intervención de charcas temporales, lo que incrementa la probabilidad de captura accidental de especies sensibles como *Engystomops randi*. Estos factores representan presiones internas del ecosistema que pueden intensificarse con el aumento de actividades humanas en el área del proyecto.

Ante estas condiciones, la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima de 5B MODERADO muy probable (más de una vez al año) y consecuencias limitadas.

Incendios por efecto humano o daño silvestre

El proyecto fotovoltaico La Ceiba se desarrolla dentro del ecosistema Bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo, clasificado en el presente estudio como área de alta sensibilidad ambiental, caracterizado por una marcada estacionalidad climática, prolongados períodos de sequía y elevada acumulación de biomasa seca durante el estiaje, condiciones que incrementan la susceptibilidad del paisaje frente a la propagación de incendios forestales. La presencia predominante de especies arbóreas propias del bosque seco, como Bursera graveolens, Colicodendron scabridum, Eriotheca ruizii y Simira ecuadorensis, favorece la acumulación estacional de hojarasca, ramas y material vegetal fino, que actúan como combustible superficial durante la época seca.

La ocurrencia de un incendio tendría efectos directos sobre componentes de alta sensibilidad ambiental, incluyendo el bosque nativo, las quebradas que mantienen agua durante la época seca y la red de corredores biológicos primarios y secundarios, los cuales constituyen refugios hídricos y rutas de desplazamiento para la fauna silvestre. La pérdida de cobertura vegetal asociada al fuego puede modificar las condiciones microclimáticas, reducir la disponibilidad de refugios y alimento, alterar la conectividad ecológica y afectar especies de flora y fauna sensibles registradas en la línea base, particularmente aquellas estrechamente asociadas a la vegetación ribereña y a los cuerpos de agua estacionales.

Durante la etapa constructiva y operativa, las principales fuentes potenciales de ignición corresponden a actividades antrópicas accidentales, tales como trabajos de soldadura, operación y mantenimiento de maquinaria, fallas eléctricas, disposición inadecuada de materiales combustibles o acciones de terceros. Una vez iniciado un incendio, las condiciones de sequedad del combustible vegetal y la continuidad del bosque seco pueden favorecer su propagación hacia áreas de elevada sensibilidad ambiental, incluyendo quebradas, corredores biológicos y remanentes de bosque nativo.

Considerando que el proyecto incorpora medidas preventivas como la restricción del uso de fuego, mantenimiento preventivo de equipos, control de material combustible, capacitación del personal, vigilancia permanente y protocolos de respuesta ante emergencias, la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima en 3B BAJO, correspondiente a un evento probable (una vez en un período de 10 a 100 años) con consecuencias limitadas, debido a que la implementación de estas medidas reduce significativamente la posibilidad de propagación y permite una respuesta oportuna ante un evento de incendio.

Derrames y vertidos de desechos peligrosos

El proyecto fotovoltaico La Ceiba se desarrolla en un paisaje donde predominan ecosistemas de bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo, clasificados como áreas de alta sensibilidad ambiental, que albergan especies de flora, fauna terrestre y comunidades acuáticas con distintos grados de sensibilidad ecológica. Durante las etapas de construcción y operación, las actividades relacionadas con el abastecimiento, almacenamiento, transporte y manipulación de combustibles, lubricantes, aceites, pinturas y otras sustancias peligrosas representan una fuente potencial de contaminación accidental del suelo y de los cuerpos de agua.

La ocurrencia de un derrame podría afectar directamente componentes de alta sensibilidad, particularmente las quebradas que mantienen agua durante la época seca, las cuales constituyen refugios hídricos y corredores biológicos para la fauna silvestre. Estas quebradas albergan comunidades de ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos altamente dependientes de la calidad

del agua. La contaminación de estos ambientes podría alterar significativamente la estructura de las comunidades acuáticas y reducir la funcionalidad ecológica de estos sistemas.

Asimismo, un derrame sobre el suelo podría afectar remanentes de bosque nativo y especies de flora de elevada sensibilidad, como Simira ecuadorensis, Colicodendron scabridum, Bursera graveolens y Eriotheca ruizii, cuya recuperación es limitada debido a las condiciones edáficas y climáticas propias del bosque seco. De igual manera, la contaminación de charcas temporales y microhábitats asociados a las quebradas podría afectar anfibios y otros vertebrados estrechamente vinculados a estos ambientes, reduciendo la disponibilidad de sitios de reproducción, refugio y alimentación. Considerando que las quebradas conforman además la red de corredores biológicos primarios y secundarios del proyecto, un evento de contaminación podría trascender el sitio puntual del derrame y afectar la conectividad ecológica del paisaje, al comprometer los principales ejes de desplazamiento de la fauna silvestre.

No obstante, el proyecto contempla áreas impermeabilizadas para almacenamiento de combustibles y sustancias peligrosas, sistemas de contención secundaria, procedimientos para abastecimiento de maquinaria, kits para atención inmediata de derrames, capacitación del personal y protocolos específicos de respuesta ante emergencias ambientales, reduciendo significativamente la probabilidad de que un evento alcance componentes ambientales sensibles.

En consecuencia, **la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima en** 3B BAJO, correspondiente a un evento **probable (una vez en un período de 10 a 100 años)** con **consecuencias limitadas**, considerando que, aunque los componentes potencialmente afectados presentan **alta sensibilidad ambiental**, la probabilidad de ocurrencia disminuye por las medidas preventivas y de contención incorporadas en el diseño y operación del proyecto.

Caída de fauna a cunetas, pozos, zanjas y espacios confinados en la construcción BESS

El proyecto fotovoltaico La Ceiba, ubicado en el cantón Zapotillo, se desarrolla dentro de un paisaje dominado por bosque deciduo, donde las quebradas naturales constituyen corredores biológicos primarios y secundarios, facilitando el desplazamiento de mamíferos, reptiles, anfibios y otras especies entre el área núcleo principal, el río Chira y los remanentes de vegetación nativa. Estas quebradas, además de haber sido clasificadas como áreas de alta sensibilidad ambiental por su función como refugios hídricos durante la época seca, representan las principales rutas de movilidad de la fauna silvestre dentro del área de implantación del proyecto.

Durante la etapa constructiva se ejecutarán actividades de movimiento de tierras, excavación de cunetas, zanjas, cimentaciones, pozos, drenajes y espacios confinados asociados a la construcción del sistema de almacenamiento de energía (BESS), así como infraestructura temporal distribuida en distintos frentes de obra. La ubicación de estas estructuras en un entorno con elevada conectividad ecológica incrementa la probabilidad de que individuos de fauna silvestre, particularmente especies de hábitos nocturnos, fosoriales o de desplazamiento terrestre, ingresen accidentalmente a las excavaciones o queden atrapados en espacios confinados durante sus desplazamientos naturales entre los corredores biológicos y las quebradas.

La ocurrencia de este riesgo puede ocasionar lesiones, estrés fisiológico o mortalidad de individuos, especialmente en especies con baja capacidad de escape o que utilizan las quebradas como rutas preferenciales de movimiento y abastecimiento de agua durante el estiaje. Aunque este tipo de eventos no comprometería directamente la viabilidad de las poblaciones, sí podría afectar especies de interés para la conservación y generar interrupciones locales en la funcionalidad de los corredores biológicos, requiriendo la implementación permanente de

medidas de prevención, inspección, rescate y liberación de fauna, así como el cumplimiento de los protocolos ambientales establecidos para la construcción.

En función de la alta frecuencia de excavaciones temporales durante la fase constructiva, la presencia permanente de fauna silvestre en el área y la elevada conectividad ecológica del sitio, **la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima en 5B MODERADO, correspondiente a un evento muy probable (más de una vez al año) con consecuencias limitadas**, considerando que los impactos se restringen principalmente a individuos y pueden reducirse mediante la instalación de rampas de escape, cubrimiento temporal de excavaciones, inspecciones diarias, señalización, cerramientos perimetrales y la aplicación del protocolo de rescate y reubicación de fauna previo al inicio de las actividades constructivas.

Envenenamiento de fauna silvestre

El envenenamiento de fauna silvestre constituye un riesgo ambiental potencial debido a que el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se desarrolla en un ecosistema de bosque deciduo donde las quebradas de alta sensibilidad ambiental y la red de corredores biológicos primarios y secundarios representan las principales rutas de desplazamiento y áreas de concentración de la fauna silvestre. Durante la época seca, estos corredores adquieren mayor importancia al conectar los remanentes de bosque nativo con las quebradas que mantienen agua, favoreciendo el desplazamiento de mamíferos, aves, reptiles y anfibios hacia sitios de alimentación, refugio y abastecimiento hídrico.

Durante las etapas de construcción y operación, la manipulación, almacenamiento y uso de combustibles, lubricantes, aceites, solventes, pinturas, baterías, residuos peligrosos y otras sustancias químicas pueden generar eventos accidentales de exposición para la fauna silvestre, especialmente si ocurren derrames, almacenamiento inadecuado o disposición incorrecta de residuos. La ingestión de agua o alimento contaminado, el contacto dérmico con sustancias tóxicas o el consumo de organismos previamente contaminados pueden ocasionar efectos fisiológicos adversos, intoxicación aguda o crónica, alteraciones reproductivas e incluso mortalidad de individuos.

Este riesgo adquiere mayor relevancia debido a la presencia de componentes de alta sensibilidad ambiental, incluyendo las quebradas que funcionan simultáneamente como refugios hídricos y corredores biológicos, así como por el registro de especies de flora y fauna sensibles documentadas durante la línea base. La contaminación de estos ambientes podría afectar no solo a especies terrestres que utilizan regularmente los corredores ecológicos, sino también a comunidades de ictiofauna, macroinvertebrados acuáticos, anfibios y otros organismos estrechamente asociados a los cuerpos de agua, comprometiendo la funcionalidad ecológica del ecosistema y la conectividad del paisaje.

No obstante, el proyecto contempla medidas preventivas como el almacenamiento de sustancias peligrosas en áreas impermeabilizadas con sistemas de contención secundaria, manejo adecuado de residuos peligrosos, inspecciones periódicas, capacitación del personal, kits para atención inmediata de derrames y restricciones para evitar el acceso de fauna a las áreas de almacenamiento y manejo de sustancias químicas. Estas medidas disminuyen significativamente la posibilidad de exposición accidental de la fauna silvestre.

En consecuencia, **la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima en 5B MODERADO**, correspondiente a un evento **muy probable (más de una vez al año)** con **consecuencias limitadas**, considerando que la presencia permanente de fauna dentro de un paisaje de elevada conectividad ecológica favorece la interacción con las áreas operativas; sin embargo, los efectos

esperados se restringen principalmente a individuos y pueden ser controlados mediante la aplicación oportuna de las medidas de prevención, respuesta y rescate establecidas en el Plan de Manejo Ambiental.

Choque de fauna voladora con los paneles, daño o alteración de infraestructura y equipos causados por fauna silvestre

El Proyecto Fotovoltaico La Ceiba contempla la instalación de una planta fotovoltaica conformada por paneles solares montados sobre estructuras metálicas con seguidores solares, inversores, centros de transformación, red colectora a nivel del suelo, subestación elevadora, caminos internos, sistemas de drenaje, cerramiento perimetral y demás infraestructura asociada a la generación eléctrica. Durante la fase de operación se desarrollarán actividades permanentes de inspección, limpieza y mantenimiento preventivo y correctivo de paneles, equipos electromecánicos y demás componentes del parque fotovoltaico.

La presencia permanente de esta infraestructura dentro de un paisaje dominado por bosque deciduo, asociado a corredores biológicos y cuerpos de agua que constituyen áreas de tránsito, alimentación y abastecimiento para aves y murciélagos, genera un riesgo de interacción entre la fauna silvestre y las instalaciones del proyecto. Las aves y murciélagos que utilizan el área como corredor de vuelo o zona de forrajeo pueden colisionar accidentalmente con los paneles solares o con las estructuras metálicas de soporte, particularmente durante desplazamientos nocturnos, condiciones de baja visibilidad, cambios bruscos de iluminación o eventos climáticos adversos. Adicionalmente, las superficies de los paneles pueden producir reflejos que, bajo determinadas condiciones, alteren la percepción visual de algunas especies y favorezcan eventos de colisión.

De manera complementaria, la fauna terrestre y voladora puede utilizar la infraestructura del proyecto como refugio temporal, sitio de descanso o lugar para nidificación, generando interacciones con paneles, seguidores solares, sensores, cercas, drenajes, equipos eléctricos superficiales y otros componentes de la planta. Estas interacciones pueden ocasionar obstrucción de drenajes, acumulación de material biológico, ensuciamiento de paneles, construcción de nidos, ingreso de fauna a instalaciones eléctricas, golpes o roeduras sobre elementos expuestos, incrementando las necesidades de mantenimiento, disminuyendo temporalmente la eficiencia de generación y ocasionando interrupciones operativas o daños localizados en los equipos.

Considerando que la línea base registra la presencia de corredores ecológicos funcionales, cuerpos de agua permanentes y especies de aves y murciélagos que utilizan el área de implantación, mientras que la infraestructura del parque permanecerá expuesta durante toda su vida útil, la **probabilidad del riesgo se estima como** 5B MODERADO, correspondiente a un evento **muy probable (más de una vez al año)** con **consecuencias limitadas**, debido a que los efectos esperados son puntuales, reversibles y susceptibles de prevenirse mediante programas de monitoreo de fauna, inspecciones periódicas de la infraestructura, mantenimiento preventivo de equipos y protocolos de rescate y manejo de fauna silvestre.

Atropellamiento de fauna por transporte

El atropellamiento de fauna por transporte constituye un riesgo ambiental asociado a las actividades de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, debido a la circulación permanente de maquinaria pesada, vehículos livianos, camiones de abastecimiento y unidades de mantenimiento a través de los caminos de acceso y la red vial interna del proyecto. Este riesgo se desarrolla dentro de un paisaje dominado por el Bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo, donde las vías de circulación intersectan áreas utilizadas por la fauna silvestre para desplazarse entre remanentes de vegetación nativa, quebradas y sitios

de alimentación, refugio y reproducción. Adicionalmente, el área de implantación se localiza contigua a una vía de primer orden, que constituye una fuente permanente de tránsito vehicular; por tanto, la movilidad generada por el proyecto incrementa la presión existente sobre la fauna, produciendo un efecto acumulativo en el riesgo de atropellamiento.

Esta condición es particularmente relevante en los sectores donde la infraestructura vial del proyecto converge con la infraestructura vial existente y con los corredores naturales de desplazamiento de la fauna.

De acuerdo con el análisis de sensibilidad ambiental, las quebradas presentes en el área de influencia han sido clasificadas como componentes de alta sensibilidad, debido a que funcionan como refugios hídricos durante la época seca y como corredores biológicos primarios y secundarios que mantienen la conectividad ecológica del paisaje. En consecuencia, mamíferos, reptiles, anfibios y otras especies terrestres utilizan frecuentemente estos corredores para desplazarse entre diferentes sectores del ecosistema, incrementando la probabilidad de interacción con los vehículos que transitan por las vías internas y accesos del proyecto, especialmente durante periodos de mayor actividad de la fauna, en horarios crepusculares y nocturnos o bajo condiciones de baja visibilidad.

El atropellamiento puede ocasionar lesiones, estrés, alteraciones en el comportamiento, desplazamiento o mortalidad de individuos, afectando principalmente especies que utilizan las quebradas y remanentes de bosque nativo como rutas de movilidad. La ocurrencia reiterada de estos eventos puede disminuir la funcionalidad de los corredores biológicos y afectar temporalmente la conectividad ecológica del área de influencia. Desde el punto de vista operativo, estos incidentes pueden ocasionar interrupciones puntuales de las actividades, activación de protocolos de rescate y manejo de fauna silvestre, incremento de actividades de monitoreo y generación de reportes relacionados con el cumplimiento de las obligaciones ambientales.

No obstante, el proyecto contempla medidas de prevención y control orientadas a reducir este riesgo, entre ellas la señalización de zonas de paso de fauna, establecimiento de límites de velocidad para todo el tránsito interno, capacitación permanente a conductores y operadores, monitoreo de fauna silvestre, inspecciones periódicas de las vías internas y aplicación de protocolos de rescate y atención de fauna cuando sea necesario.

En función de la frecuencia prevista de circulación vehicular durante las fases de construcción y operación, de la presencia de corredores biológicos y componentes de alta sensibilidad que intersectan la red vial del proyecto, así como del efecto acumulativo generado por la proximidad de una vía de primer orden, **la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima en 5B MODERADO**, correspondiente a un evento **muy probable (más de una vez al año)** con **consecuencias limitadas**, considerando que los efectos esperados se presentan principalmente sobre individuos y pueden ser reducidos mediante la aplicación de las medidas de manejo establecidas en el Plan de Manejo Ambiental.

Ingreso de fauna silvestre, fauna feral y especies exóticas a las áreas operativas y de gestión de residuos del proyecto

El Proyecto Fotovoltaico La Ceiba contempla durante sus fases de construcción y operación la implementación de infraestructura permanente y temporal destinada al almacenamiento de materiales, residuos comunes y peligrosos, talleres, bodegas, oficinas, subestación, centros de transformación y demás facilidades operativas necesarias para el funcionamiento de la central fotovoltaica. Estas áreas, junto con la generación temporal de residuos y la presencia de agua de

uso operativo, pueden constituir fuentes potenciales de atracción para fauna silvestre, fauna feral y especies exóticas, cuando no se mantienen condiciones adecuadas de manejo, limpieza y control operativo. Asimismo, la transformación parcial del hábitat puede favorecer la utilización de algunas estructuras como sitios temporales de refugio, descanso o reproducción.

De acuerdo con la línea base biótica y el análisis de sensibilidad ambiental, el proyecto se localiza dentro del Bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo, donde las quebradas (Que cuentan con agua en época invernal) han sido clasificadas como componentes de alta sensibilidad al constituir refugios hídricos y corredores biológicos primarios y secundarios que mantienen la conectividad ecológica del paisaje.

Estas condiciones facilitan el desplazamiento de mamíferos, aves, reptiles y otras especies silvestres entre los remanentes de vegetación nativa y las áreas intervenidas del proyecto, incrementando la probabilidad de ingreso ocasional a instalaciones operativas en búsqueda de alimento, agua o refugio. De igual manera, la presencia de fauna feral, principalmente perros y gatos, así como de especies exóticas oportunistas asociadas a ambientes intervenidos, puede verse favorecida por la disponibilidad de residuos orgánicos, áreas de almacenamiento o condiciones propicias para su permanencia.

La interacción de estas especies con las instalaciones del proyecto puede ocasionar dispersión de residuos, contaminación de áreas operativas, consumo o ingestión accidental de materiales, atrapamiento, lesiones, exposición a sustancias peligrosas, construcción de refugios o nidos en infraestructura, daños menores a equipos y alteraciones en el funcionamiento de instalaciones destinadas al almacenamiento y manejo de residuos. En el caso de la fauna feral y especies exóticas, su presencia representa además un riesgo ecológico debido a la depredación de fauna nativa, competencia por recursos, transmisión de patógenos y alteración de las dinámicas ecológicas de los corredores biológicos y ecosistemas presentes dentro del área de influencia del proyecto.

Desde el punto de vista operativo, estos eventos pueden generar incremento en las actividades de limpieza y mantenimiento, necesidad de rescate y reubicación de fauna, implementación de medidas adicionales de control, atención de incidentes con personal, daños localizados en infraestructura y generación de reportes relacionados con el cumplimiento de las obligaciones ambientales.

No obstante, el proyecto contempla medidas preventivas orientadas a minimizar este riesgo, entre ellas el almacenamiento adecuado de residuos comunes y peligrosos en recipientes cerrados y áreas confinadas, retiro oportuno de residuos, inspecciones periódicas de las instalaciones, control del acceso de animales a las áreas operativas, mantenimiento de condiciones de orden y limpieza, monitoreo de fauna silvestre y aplicación de protocolos específicos para el manejo, rescate y reubicación de fauna cuando sea necesario.

En función de la presencia de corredores biológicos y componentes de alta sensibilidad en el entorno del proyecto, de la movilidad natural de la fauna registrada en la línea base y de la existencia de instalaciones operativas que pueden actuar como puntos de atracción si no se mantiene un manejo adecuado, **la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima en 5B MODERADO**, correspondiente a un evento **muy probable (más de una vez al año)** con **consecuencias limitadas**, considerando que los efectos esperados son principalmente localizados, reversibles y susceptibles de control mediante la implementación de las medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.

Efecto lumínico

El efecto lumínico constituye un riesgo ambiental asociado a la instalación y operación de fuentes de iluminación artificial requeridas para la seguridad, vigilancia, mantenimiento eventual, edificaciones auxiliares, subestación eléctrica y demás facilidades operativas del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. Aunque la operación normal de una planta fotovoltaica no demanda iluminación permanente de toda el área de implantación, la presencia de luminarias durante periodos nocturnos puede modificar las condiciones naturales de oscuridad en sectores puntuales del proyecto, generando interacciones con la fauna que utiliza el área de influencia.

De acuerdo con la línea base biótica y el análisis de sensibilidad ambiental, el proyecto se emplaza dentro del Bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo, ecosistema que alberga especies con hábitos predominantemente nocturnos y crepusculares y cuya conectividad ecológica está determinada por remanentes de bosque nativo, quebradas y corredores biológicos. Estos componentes, clasificados como de alta sensibilidad ambiental, constituyen rutas naturales de desplazamiento, alimentación y reproducción para mamíferos, murciélagos, aves, reptiles, anfibios y otros grupos faunísticos registrados durante la caracterización biológica.

La iluminación artificial puede generar modificaciones localizadas en los patrones de actividad, desplazamiento, orientación, comportamiento alimenticio y uso del hábitat de algunas especies sensibles a los cambios en el fotoperiodo. Los mamíferos y murciélagos de hábitos nocturnos pueden evitar sectores iluminados o modificar sus rutas de desplazamiento; determinadas especies de aves pueden presentar alteraciones en sus periodos de descanso o alimentación; mientras que algunos anfibios asociados a quebradas y cuerpos de agua temporales pueden experimentar cambios en sus patrones reproductivos y de actividad. Asimismo, determinados insectos y otros invertebrados pueden ser atraídos por las fuentes luminosas, produciendo cambios puntuales en las relaciones tróficas y en la disponibilidad de alimento para otras especies.

Debido a que las quebradas mantienen refugios hídricos durante la época seca y funcionan como corredores biológicos, estas alteraciones pueden manifestarse principalmente en los sectores donde la iluminación se ubique próxima a dichos componentes ambientales.

No obstante, la iluminación prevista para el proyecto será de carácter puntual, localizada y asociada principalmente a las instalaciones operativas, sin requerir iluminación permanente de toda la planta fotovoltaica. Adicionalmente, el diseño contempla medidas orientadas a minimizar la dispersión de luz hacia el entorno, mediante luminarias direccionadas, uso restringido durante actividades específicas, mantenimiento preventivo y aplicación de criterios de iluminación eficiente, reduciendo significativamente la extensión espacial y la duración de este efecto sobre los receptores biológicos.

En función de que la iluminación artificial se limitará a áreas específicas del proyecto, de la ausencia de iluminación continua sobre la totalidad de la infraestructura y de la implementación de medidas de control que reducen la exposición de la fauna sensible, **la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima en** 3B BAJO, correspondiente a un evento **probable** con **consecuencias limitadas**, considerando que las alteraciones esperadas serán puntuales, de baja magnitud, reversibles y restringidas al entorno inmediato de las fuentes de iluminación, sin comprometer la funcionalidad ecológica de los corredores biológicos y ecosistemas presentes en el área de influencia.

Fauna Feral

La presencia de fauna feral, principalmente perros y gatos asilvestrados, constituye un riesgo ambiental asociado al desarrollo del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, debido a que la presencia permanente de infraestructura, personal, caminos internos, áreas operativas y zonas destinadas al almacenamiento temporal de materiales y residuos puede favorecer el ingreso ocasional y permanencia de estos animales dentro del área de influencia del proyecto. Esta condición incrementa la probabilidad de interacción entre la fauna feral y la fauna silvestre registrada durante la línea base biológica, especialmente en aquellos sectores donde las actividades del proyecto se desarrollan próximos a los componentes ambientales de mayor sensibilidad.

El análisis de sensibilidad ambiental determina que los componentes de mayor sensibilidad dentro del área de influencia corresponden a las quebradas que mantienen caudal durante la época seca, las cuales han sido clasificadas con sensibilidad alta debido a que constituyen refugios hídricos permanentes en un ecosistema de bosque deciduo y desempeñan una función esencial como corredores biológicos para el desplazamiento, alimentación, reproducción y refugio de la fauna silvestre. Durante los periodos de estiaje, cuando la disponibilidad de agua disminuye en el paisaje, estos ambientes concentran una mayor actividad de mamíferos, aves, reptiles y anfibios, incrementando la importancia ecológica de estos sitios y su vulnerabilidad frente a perturbaciones antrópicas.

En este contexto, el ingreso de perros y gatos ferales puede incrementar la presión sobre la fauna nativa mediante depredación directa, persecución, competencia por alimento y refugio, alteración de los patrones de comportamiento, desplazamiento de especies y transmisión de enfermedades y parásitos, afectando principalmente a las especies que utilizan las quebradas y sus zonas de influencia como rutas de desplazamiento y áreas de abastecimiento de agua. La mayor concentración de fauna alrededor de estos cuerpos de agua durante la época seca incrementa la probabilidad de interacción entre fauna feral y fauna silvestre, pudiendo afectar localmente la funcionalidad ecológica de estos corredores biológicos.

Desde el punto de vista operativo, la presencia de fauna feral también puede ocasionar dispersión de residuos, incidentes con el personal, daños menores a la infraestructura, activación de protocolos de rescate y manejo de fauna, incremento de las actividades de monitoreo y control, así como observaciones relacionadas con el cumplimiento de las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental.

No obstante, el proyecto contempla medidas preventivas orientadas a minimizar este riesgo, entre ellas la adecuada gestión de residuos, el almacenamiento seguro de materiales, el mantenimiento permanente del orden y limpieza en las instalaciones, la prohibición de alimentar animales dentro del proyecto, el monitoreo periódico de fauna, el control del acceso de animales a las áreas operativas y la aplicación de protocolos específicos para el manejo de fauna feral en coordinación con la autoridad ambiental competente.

Considerando que las **quebradas con caudal durante la época seca constituyen los principales receptores de alta sensibilidad ambiental** dentro del área de influencia, debido a su función como refugios hídricos y corredores biológicos, y que el ingreso de fauna feral puede incrementar la presión sobre estos componentes si no se implementan medidas adecuadas de manejo, **la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima en** 3B BAJO, correspondiente a un evento **probable** con **consecuencias limitadas**, debido a que la presencia de fauna feral dependerá principalmente de factores externos al proyecto y sus efectos pueden prevenirse y controlarse mediante la implementación de las medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.

Afectación a cuerpos de agua

El proyecto fotovoltaico La Ceiba, ubicado en el cantón Zapotillo, se emplaza sobre un sistema de quebradas naturales que desembocan en el río Chira. Estas presentan un régimen hidrológico predominantemente estacional; sin embargo, durante la época seca determinados tramos conservan pozas remanentes, láminas de agua permanentes o semipermanentes y pequeños sectores con flujo superficial residual, los cuales fueron clasificados como áreas de alta sensibilidad ambiental debido a su función como refugios hídricos para la biodiversidad del bosque deciduo. Si bien la permanencia del agua se concentra en determinados sectores, la categoría de alta sensibilidad fue asignada a la totalidad del cauce por constituir una unidad hidrológica continua cuya funcionalidad depende de la conectividad longitudinal y del mantenimiento de sus procesos ecológicos.

Adicionalmente, el presente estudio identificó que las quebradas conforman la red de corredores biológicos primarios y secundarios del área de implantación (ver MAPA NRO. 74), actuando como ejes naturales de conectividad entre el área núcleo principal, el río Chira y los diferentes remanentes de vegetación nativa. Estos corredores facilitan el desplazamiento de mamíferos, aves, reptiles y otras especies silvestres, permitiendo el intercambio genético, el acceso a recursos hídricos y alimenticios, así como el mantenimiento de los procesos ecológicos del paisaje. Por esta razón, cualquier alteración de las quebradas no solo comprometería el componente hídrico, sino también la funcionalidad de los corredores biológicos y la conectividad ecológica del ecosistema.

La importancia ecológica de estos cuerpos de agua fue corroborada durante la línea base mediante los monitoreos de ictiofauna (PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005) y macroinvertebrados acuáticos (PFC-MC-004 y PFC-MC-005), donde se registraron especies de elevada sensibilidad ecológica como Astroblepus cf. prenadillus y Chaetostoma microps, además de familias de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT), reconocidas como bioindicadores de buena calidad ambiental. Durante la época seca, estas quebradas constituyen además microrefugios utilizados por anfibios, reptiles, aves y mamíferos, concentrando gran parte de la actividad biológica del área.

Como parte del diseño del proyecto se contempla el mantenimiento de franjas de protección de 20 m a cada lado de las quebradas (área de influencia directa hídrica), la canalización técnica únicamente en los sitios requeridos para garantizar la estabilidad de la infraestructura, así como medidas de control de erosión, manejo de sedimentos y prevención de contaminación, con el fin de conservar tanto la funcionalidad hidrológica como la continuidad de los corredores biológicos.

No obstante, una eventual modificación del drenaje natural, el incremento de la sedimentación, la contaminación accidental, la pérdida de vegetación ribereña o la interrupción de la conectividad de las quebradas podrían afectar la calidad del agua, los hábitats acuáticos y el desplazamiento de la fauna silvestre que utiliza estos corredores biológicos, generando impactos sobre componentes de alta sensibilidad ambiental. En consecuencia, considerando la elevada importancia hidrológica y ecológica de estos sistemas y las medidas preventivas incorporadas en el diseño del proyecto, se estima una probabilidad de ocurrencia de 3B BAJO, correspondiente a un evento probable (una vez en un período de 10 a 100 años) con consecuencias serias, debido a que una afectación sobre estos cuerpos de agua implicaría impactos sobre la conectividad ecológica, los refugios hídricos y la biodiversidad asociada.

Extracción de flora y fauna

La extracción no autorizada de flora y fauna constituye un riesgo ambiental asociado principalmente a las actividades de construcción del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, debido a la ejecución de labores de desbroce, habilitación del terreno, apertura y utilización de caminos internos, movimiento de maquinaria y presencia permanente de personal dentro del área de implantación. Estas actividades incrementan la accesibilidad a sectores que actualmente conservan cobertura vegetal nativa y pueden favorecer la extracción oportunista de especies de flora, la captura de fauna silvestre o la recolección de individuos con valor ecológico, ornamental, maderable o de uso tradicional, cuando no se implementen adecuadamente las medidas de control y vigilancia.

De acuerdo con la caracterización del medio biótico, el área del proyecto comprende 401,31 ha, de las cuales 54,21 % corresponde a bosque nativo, mientras que el resto está conformado por áreas sin cobertura vegetal, mosaicos agropecuarios, pastizales y cobertura arbustiva-herbácea. Asimismo, el inventario forestal y la valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos determinaron las superficies sujetas a desbroce autorizado, restauración ecológica y la valoración de los servicios ecosistémicos potencialmente afectados, estableciendo los límites de intervención permitidos para el desarrollo del proyecto.

El análisis de sensibilidad ambiental identifica que los componentes de mayor sensibilidad corresponden a las quebradas que mantienen caudal durante la época seca, las cuales constituyen refugios hídricos permanentes y corredores biológicos esenciales para la conectividad del Bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo. Estos sectores concentran una elevada actividad de fauna silvestre y albergan individuos de flora nativa de mayor importancia ecológica, por lo que una eventual extracción no autorizada podría afectar de manera localizada la integridad de estos receptores ambientales y reducir temporalmente la funcionalidad de los corredores biológicos.

Adicionalmente, el incremento del acceso humano durante la construcción puede favorecer la extracción incidental o intencional de ejemplares de flora nativa, así como la captura, persecución o tenencia ilegal de fauna silvestre, especialmente de especies de movilidad limitada o fácilmente detectables. Estas acciones podrían ocasionar la disminución de individuos, alteraciones en la estructura de la vegetación, afectación de microhábitats y perturbaciones sobre las poblaciones locales de flora y fauna registradas durante la línea base biológica. Desde el punto de vista operativo, estos eventos pueden generar incumplimientos de la normativa ambiental, suspensión temporal de actividades, fortalecimiento de los programas de control y vigilancia, aplicación de medidas correctivas y observaciones por parte de la autoridad ambiental.

No obstante, el proyecto contempla medidas específicas para prevenir este riesgo, entre ellas la delimitación de las áreas autorizadas para intervención, señalización de zonas ambientalmente sensibles, capacitación permanente al personal sobre la prohibición de extracción de flora y fauna, control de accesos, supervisión ambiental durante las actividades de desbroce, rescate y reubicación de flora y fauna cuando corresponda, así como el seguimiento permanente de las áreas restauradas y de los corredores biológicos identificados.

Considerando que la extracción de flora y fauna dependerá principalmente de acciones antrópicas aisladas, que las áreas de mayor sensibilidad se restringen principalmente a las **quebradas con caudal durante la época seca y sus zonas de influencia**, y que el proyecto incorpora medidas de prevención, control y vigilancia para evitar este tipo de eventos, **la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima en** 3C MODERADO, correspondiente a un evento **probable** con

consecuencias serias, debido a que una extracción no autorizada podría afectar especies nativas y componentes ecológicos de alta sensibilidad, aunque sus efectos serían localizados y susceptibles de manejo mediante la aplicación del Plan de Manejo Ambiental.

Desertificación o degradación ecológica por pérdida de cobertura vegetal

La desertificación o degradación ecológica por pérdida de cobertura vegetal constituye un riesgo ambiental asociado principalmente a las actividades de preparación del sitio, desbroce selectivo, movimiento de tierras, habilitación de caminos internos e instalación de la infraestructura permanente del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. Estas actividades implican la remoción controlada de vegetación dentro de las áreas autorizadas de implantación, lo que puede incrementar temporalmente la exposición del suelo a procesos erosivos, modificar la infiltración del agua, reducir la protección superficial del terreno y favorecer procesos de degradación ecológica si las áreas intervenidas no son estabilizadas y restauradas oportunamente.

El proyecto comprende una superficie de 401,31 ha, donde predominan coberturas de bosque nativo (54,21 %), áreas sin cobertura vegetal (32,03 %), vegetación arbustiva y herbácea (6,62 %), pastizales (6,21 %) y mosaico agropecuario (0,93 %). El inventario forestal y la valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos permitieron delimitar las superficies sujetas a desbroce autorizado, las áreas destinadas a restauración ecológica y las pérdidas temporales de servicios ecosistémicos, estableciendo las medidas de compensación y recuperación que deberán ejecutarse durante la vida útil del proyecto.

De acuerdo con el análisis de sensibilidad ambiental, los componentes de mayor sensibilidad corresponden a las quebradas que mantienen caudal durante la época seca, las cuales funcionan como refugios hídricos permanentes y corredores biológicos que sostienen la conectividad ecológica del Bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo. La conservación de la cobertura vegetal en las zonas de influencia de estas quebradas resulta fundamental para mantener la estabilidad del suelo, favorecer la infiltración, disminuir los procesos erosivos y preservar las condiciones de hábitat utilizadas por la fauna silvestre. En consecuencia, una pérdida no controlada de vegetación en estos sectores podría incrementar la vulnerabilidad del ecosistema frente a procesos de degradación del suelo, disminuir la capacidad de regulación hidrológica, reducir la provisión de servicios ecosistémicos y afectar localmente la funcionalidad de los corredores biológicos.

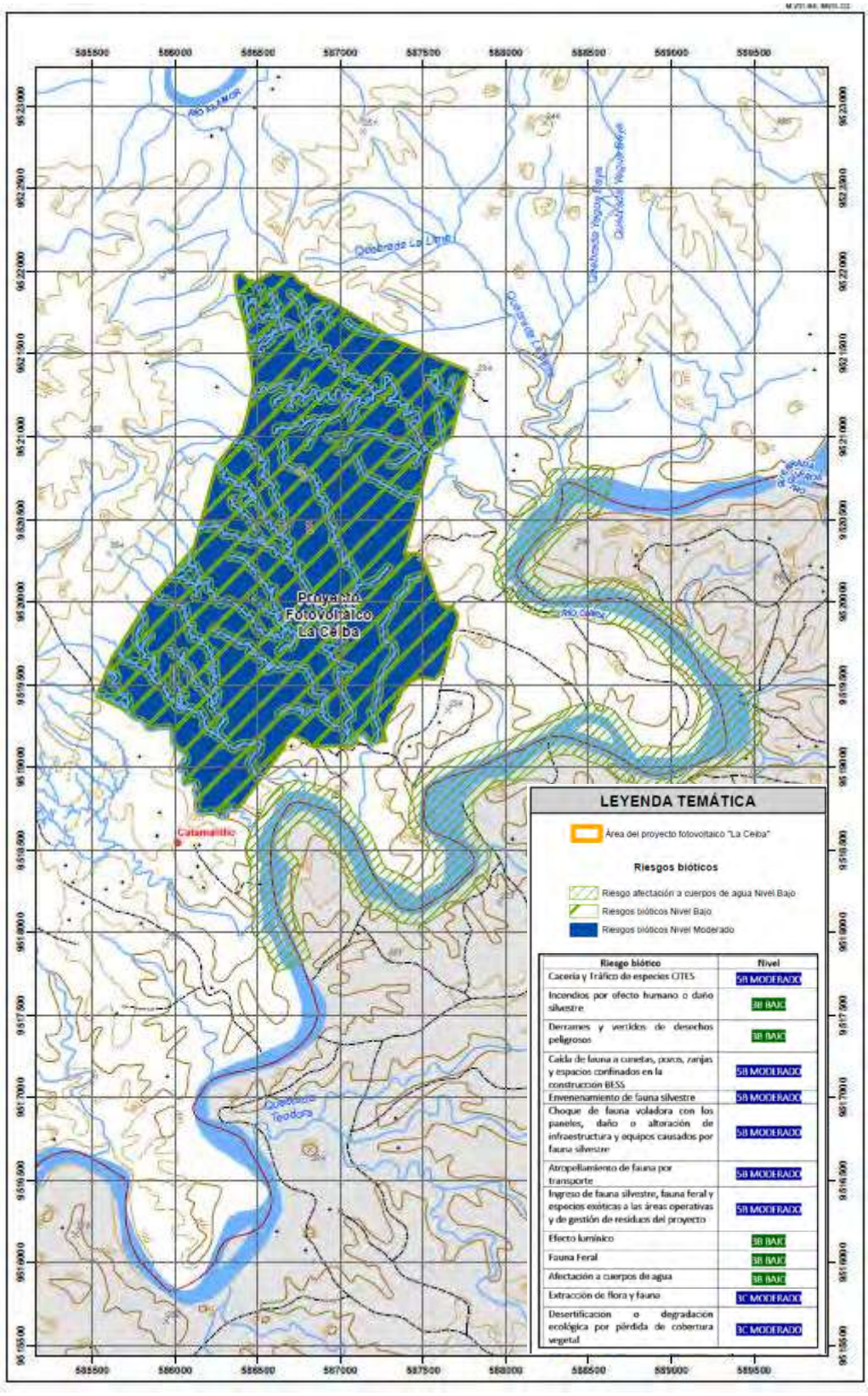
Estas condiciones adquieren mayor relevancia debido a que el proyecto se desarrolla en un ecosistema de bosque seco caracterizado por una marcada estacionalidad climática, precipitaciones concentradas en pocos meses del año y prolongados periodos de déficit hídrico. Bajo estas condiciones, la recuperación natural de la cobertura vegetal puede ser más lenta cuando las áreas intervenidas no reciben un manejo adecuado, favoreciendo procesos progresivos de degradación ecológica que podrían manifestarse mediante pérdida de fertilidad, disminución de materia orgánica, incremento de la erosión y reducción de la capacidad de regeneración de la vegetación nativa.

No obstante, el diseño del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba incorpora medidas preventivas orientadas a conservar la funcionalidad ecológica del área de influencia. Entre ellas destaca el establecimiento de una franja de protección de 20 m a cada lado de las quebradas que conforman el Área de Influencia Directa Hídrica (AID hídrica), donde no se realizarán actividades de desbroce ni instalación de infraestructura permanente. Esta medida permite conservar la cobertura vegetal ribereña, proteger los procesos de infiltración y regulación hídrica, reducir la susceptibilidad a procesos erosivos y mantener la estabilidad de las riberas.

Asimismo, contribuye a preservar la continuidad de los corredores biológicos asociados a las quebradas que mantienen caudal durante la época seca, identificadas en el análisis de sensibilidad como los componentes de mayor sensibilidad ambiental, favoreciendo el desplazamiento de la fauna silvestre y la conservación de los servicios ecosistémicos que sustentan el funcionamiento del Bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo. Complementariamente, el proyecto contempla la delimitación de las áreas autorizadas para intervención, el manejo y conservación del suelo fértil, la restauración progresiva de las áreas temporalmente intervenidas, la revegetación con especies nativas, la compensación forestal y el seguimiento permanente de la recuperación de la cobertura vegetal.

En función de que las actividades de remoción de cobertura vegetal se restringen exclusivamente a las áreas de implantación autorizadas, y de que el proyecto incorpora medidas específicas para prevenir la degradación progresiva del suelo y favorecer la recuperación de la cobertura vegetal, **la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima en** 3C MODERADO, correspondiente a un evento **probable (una vez en un periodo de 10 a 100 años)** con **consecuencias serias**, debido a que una pérdida significativa de cobertura vegetal podría afectar procesos ecológicos y servicios ecosistémicos relevantes; sin embargo, sus efectos pueden prevenirse, mitigarse y revertirse mediante la implementación efectiva de las medidas de restauración, compensación forestal y seguimiento contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.

Figura 12-5. Riesgos endógenos Bióticos



En el MAPA NRO. 56, se ilustra los riesgos endógenos bióticos del área del proyecto.

Matriz. Medidas de Mitigación y Compensación de Riesgos.

RIESGO IDENTIFICADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Afectación a flora por intervención del suelo	Delimitar físicamente y señalizar los remanentes de bosque seco, quebradas con vegetación nativa y ejemplares de *Handroanthus chrysanthus*, *Armatocereus cartwrightianus* y *Simira ecuadorensis*. Evitar acumulación de materiales sobre vegetación y realizar monitoreo de regeneración natural.	Restauración con especies nativas propias del bosque seco (*Handroanthus chrysanthus, Piscidia carthagenensis, Caesalpinia glabrata, Bursera graveolens, Cordia lutea* y *Loxopterygium huasango*), priorizando la conectividad entre remanentes de bosque.	CELEC EP / Contratista	Semanal / Según avance	Individuos protegidos, superficie restaurada, regeneración natural	Registros fotográficos, monitoreo de vegetación, informes de campo
Interacción de mastofauna con áreas operativas	Mantener corredores biológicos asociados a quebradas, realizar rondas de vigilancia, control de velocidad en caminos internos, almacenamiento seguro de sustancias peligrosas y cerramiento de zonas de residuos. Monitoreo estacional (seca-lluviosa).	Implementación de pasos de fauna y fortalecimiento de corredores ecológicos funcionales entre remanentes de bosque.	CELEC EP / Contratista	Diaria	Incidentes con fauna, registros de pasos de fauna, presencia de mamíferos	Bitácoras, monitoreos con cámaras trampa, reportes de incidentes
Colisión de aves con paneles solares	Colocar marcadores visuales en paneles próximos a corredores biológicos y evitar iluminación innecesaria en zonas de tránsito de aves.	Restauración y conservación de árboles y vegetación ribereña utilizada por avifauna.	CELEC EP / Contratista	Mensual	Número de colisiones registradas	Monitoreo de avifauna, registros fotográficos
Atrapamiento de herpetofauna en zanjas	Instalar rampas de escape, inspeccionar excavaciones antes del inicio de actividades, mantener zanjas limpias y reducir el tiempo de permanencia de excavaciones abiertas.	Restauración de microhábitats y revegetación de márgenes intervenidos con especies nativas.	CELEC EP / Contratista	Diaria	Número de individuos rescatados, zanjas inspeccionadas	Actas de inspección, registros de rescate
Alteración de entomofauna por iluminación	Utilizar luminarias dirigidas, de baja intensidad y temperatura cálida; restringir iluminación únicamente a áreas operativas.	Implementación de jardines con especies nativas para polinizadores y restauración de cobertura vegetal.	CELEC EP / Contratista	Semanal	Reducción de insectos atraídos a luminarias	Registros de iluminación, monitoreos entomológicos
Afectación a ictiofauna por turbidez o derrames	Implementar barreras de sedimentos, proteger la franja hídrica, prohibir almacenamiento de materiales en cauces, evitar cruces innecesarios de maquinaria y	Restauración de vegetación ribereña y recuperación de hábitats acuáticos afectados.	CELEC EP / Contratista	Según actividad	Calidad de agua, ausencia de turbidez y derrames	Análisis físico-químicos, informes técnicos

RIESGO IDENTIFICADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
	mantener kits de contingencia para derrames.					
Alteración de macroinvertebrados acuáticos	Control de escorrentía mediante trinchos, geotextiles, zanjas de coronación y disipadores de energía; evitar modificación del cauce natural y compactación de cauces secos.	Recuperación de hábitats bentónicos y revegetación inmediata de márgenes intervenidos.	CELEC EP / Contratista	Mensual	Índices biológicos (BMWP), estabilidad de comunidades acuáticas	Monitoreos biológicos en época seca y lluviosa, informes técnicos
Ingreso de fauna a áreas de desechos	Cerramiento perimetral, manejo adecuado y retiro oportuno de residuos, eliminación de fuentes de alimento y control de accesos.	Implementación de refugios seguros fuera de las áreas operativas y fortalecimiento de corredores biológicos.	CELEC EP / Contratista	Diaria	Reducción de registros de fauna en zonas de residuos	Bitácoras, registros fotográficos
Presencia de fauna feral o exótica	Control de acceso de perros y gatos, prohibición de alimentación de fauna, manejo adecuado de residuos y coordinación con autoridades locales.	Programas de control poblacional y educación ambiental comunitaria.	CELEC EP / Contratista	Mensual	Disminución de registros de fauna feral	Informes de control, registros de campo
Atropellamiento de fauna por transporte	señalización Límites de velocidad, capacitación permanente a conductores y monitoreo de incidentes.	Conservación de corredores ecológicos y adecuación de pasos de fauna donde sea necesario.	CELEC EP / Contratista	Diaria	Número de atropellamientos	Reportes de tránsito, bitácoras
Cacería y tráfico de especies CITES	Control de accesos, vigilancia, señalización, capacitación al personal sobre especies protegidas y prohibición expresa de captura o extracción de flora y fauna.	Coordinación con MAE y apoyo a programas locales de conservación y vigilancia.	CELEC EP / Contratista	Diaria / Semanal	Ausencia de eventos de cacería o extracción ilegal	Bitácoras, reportes de vigilancia, actas de coordinación
Incendios por efecto humano o daño silvestre	Control de fuentes de ignición, mantenimiento preventivo, manejo de vegetación seca, restricción de quemas y protección de remanentes de bosque seco y vegetación ribereña.	Restauración ecológica de áreas afectadas e implementación de cortafuegos naturales.	CELEC EP / Contratista	Permanente	Reducción de focos de incendio	Actas de inspección, registros de incidentes
Derrames y vertidos de desechos peligrosos	Almacenamiento seguro de sustancias peligrosas, áreas impermeabilizadas, kits de emergencia, capacitación periódica y prohibición de almacenamiento dentro de la franja de protección hídrica.	Restauración de suelos y cuerpos de agua afectados y fortalecimiento del programa de monitoreo ambiental.	CELEC EP / Contratista	Según actividad	Ausencia de derrames, respuesta efectiva a contingencias	Registros de manejo de residuos, informes de contingencias

12.2.3. Riesgos Sociales y culturales

Contratación de mano de obra local

La contratación de mano de obra local para el proyecto fotovoltaico “La Ceiba” ubicado en el cantón Zapotillo, provincia de Loja, se establece como un criterio operativo para asegurar eficiencia constructiva y cumplimiento de los lineamientos de sostenibilidad socioeconómica. Durante las fases de movimiento de tierras, cimentación, hincado de estructuras, montaje de módulos fotovoltaicos, tendido de cableado en corriente continua y alterna, y apoyo en la instalación de centros de transformación, la priorización de personal residente en el área de influencia directa permite reducir tiempos de desplazamiento, optimizar costos logísticos y fortalecer la trazabilidad social del proyecto. Esta medida se articula con los requisitos de capacitación previa en seguridad industrial, trabajos en altura, manipulación de componentes eléctricos y procedimientos de izaje, garantizando que las actividades se ejecuten bajo estándares técnicos y normativos aplicables al sector energético, y contribuyendo a la generación de capacidades locales durante el ciclo de construcción. En caso de presentarse la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima de 4A BAJO bastante probable (una vez en un periodo de 1 a 10 años) y consecuencias no importantes.

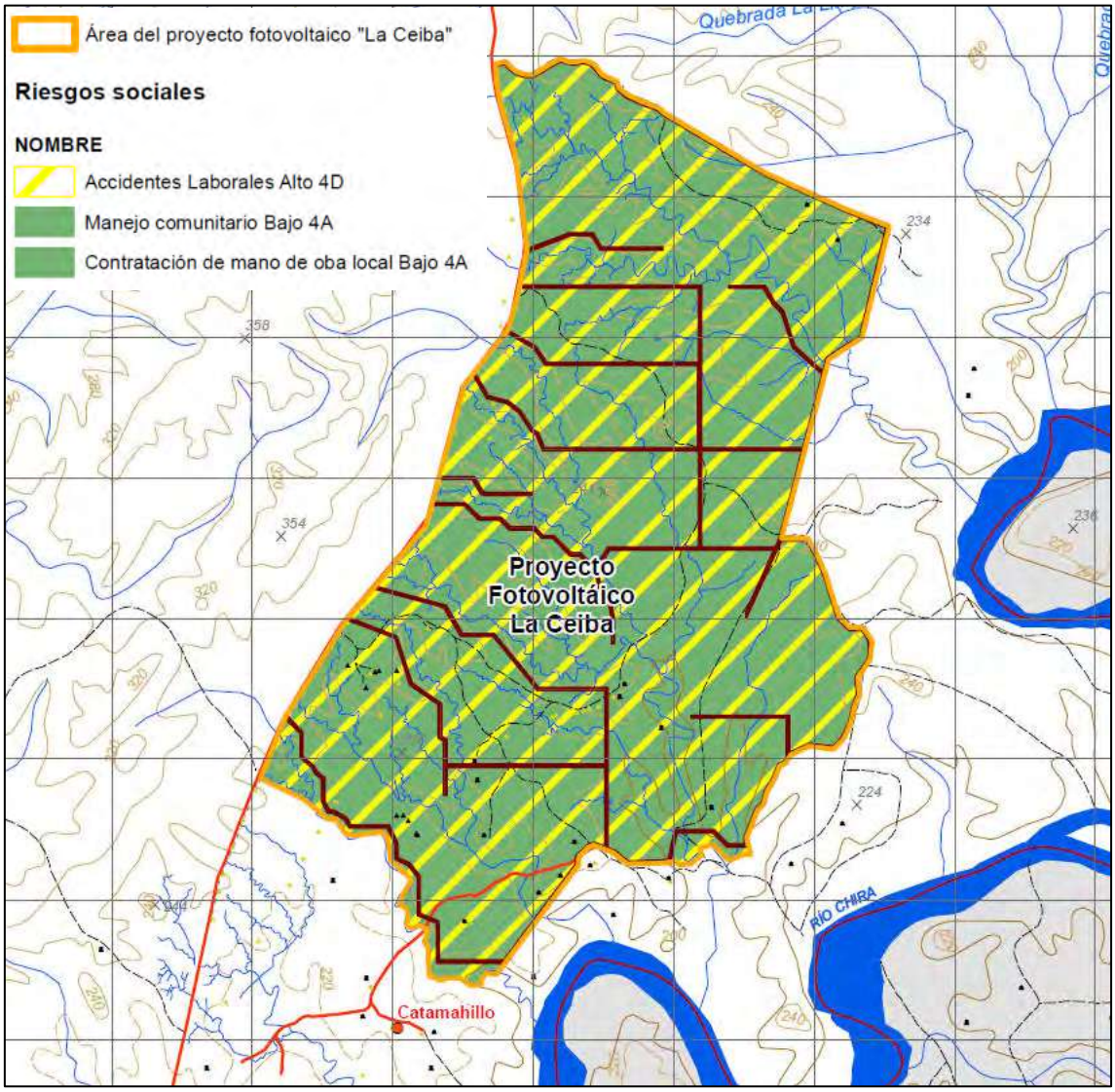
Manejo comunitario

El manejo comunitario en el proyecto fotovoltaico “La Ceiba” ubicado en el cantón Zapotillo se estructura bajo un enfoque de participación informada, diálogo permanente y corresponsabilidad territorial, conforme a los lineamientos de gestión social establecidos para proyectos de generación eléctrica establecidos por CELEC EP. Este componente incluye la implementación de mecanismos de comunicación continua con las juntas parroquiales, asociaciones productivas y actores locales, garantizando la difusión oportuna de cronogramas, actividades de obra y medidas de seguridad. Asimismo, contempla la gestión de quejas y sugerencias, la identificación de impactos socioeconómicos y la ejecución de programas de fortalecimiento comunitario orientados a empleo local, capacitación técnica y prevención de riesgos. Estas acciones permiten en todas las etapas mantener la trazabilidad social del proyecto, reducir conflictos, asegurar la aceptación comunitaria y cumplir con los compromisos socioambientales durante todo el ciclo constructivo. En caso de presentarse la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima de 4A BAJO bastante probable (una vez en un periodo de 1 a 10 años) y consecuencias no importantes.

Accidentes Laborales

La normativa en seguridad y salud en el trabajo establece la prevención y gestión del riesgo en todas las actividades que demanden de riesgo medio a alto. La construcción del proyecto fotovoltaico “La Ceiba” contempla diversidad de trabajos que por su complejidad deben ser gestionados bajo los estándares de seguridad que dispone CELEC EP. Los colaboradores deberán conocer los riesgos a los cuales se exponen y así crear una cultura de prevención personal y colectiva. Las actividades constructivas y de operación de generación eléctrica aumenta la probabilidad de ocurrencia del riesgo a 4D ALTO bastante probable (una vez en un periodo de 1 a 10 años) y consecuencias muy serias.

Figura 12-6. Riesgos endógenos Sociales.



En el MAPA NRO. 57 se representa los riesgos endógenos sociales del proyecto.

12.3. ANÁLISIS DE RIESGOS EXÓGENOS

En el análisis de los riesgos de origen externo al proyecto (ambiente), la tendencia es clasificarlos según el componente socioambiental que los origina, como: físicos, bióticos y sociales.

A continuación, se presentan los riesgos del ambiente al proyecto de acuerdo con su naturaleza de origen.

12.3.1. Riesgos físicos

Los riesgos físicos identificados son sísmico, volcánico, movimientos en masa, climáticos e inundaciones.

Riesgo Volcánico

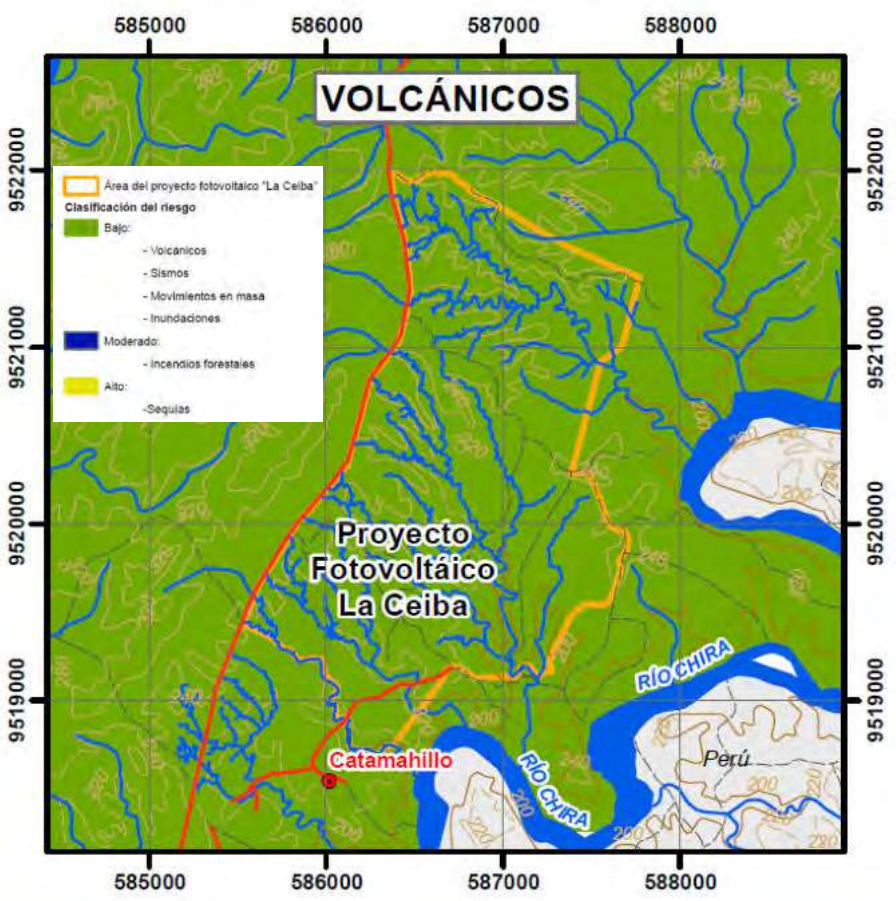
El volcanismo en el Ecuador se identifica por medio de varios cientos de volcanes activos o latentes, que en su mayoría se hallan distribuidos a lo largo de las cumbres de los Andes Septentrionales del país. En la década de los setenta se reconocieron 8 volcanes como activos (Hall, 1977), en vista que los mismos habían experimentado actividad en tiempos históricos.

Actualmente se considera que uno 55 volcanes deben ser considerados como tales o potencialmente activos.

La actividad volcánica está relacionada a los cinturones móviles de los Andes ecuatorianos. La mayoría de los volcanes activos del Ecuador se encuentran en las cordilleras Occidental y Real, entre los 110 y 150 kilómetros de la zona de Benioff, con excepción del eje: Cerro Hermoso – Sumaco – Pan de Azúcar – Reventador, se encuentran entre 170 y 180 kilómetros de esta zona, este eje se emplaza en el sector subandino.

Los volcanes considerados como potencialmente peligrosos están distribuidos a lo largo de la Cordillera Occidental, del Valle Interandino, de la Cordillera Real y en la Región Oriental, desde la frontera con Colombia al norte, hasta más el sur de Riobamba. Su distribución y sus mecanismos eruptivos reflejan el control y geometría de la zona de subducción que subyace hacia la mitad septentrional del Ecuador.

Figura 12-7. Riesgo exógeno físico (Volcánico)



En vista de la lejanía en que se encuentran los principales centros volcánicos activos con la zona de emplazamiento del proyecto, se resume que existe un riesgo muy bajo relacionado por la eventual erupción de uno de estos volcanes. El más cercano al proyecto, es el Chimborazo en la provincia de Chimborazo. En conclusión, probabilidad de ocurrencia del riesgo volcánico se estima de 3B BAJO, probable (una vez en un periodo de 10 a 100 años) y consecuencias limitadas.

Riesgo Sísmico

El peligro sísmico es potencialmente el que más perjuicios puede causar en el país. Dentro de los eventos mayores a lo largo de la historia del Ecuador, los sismos son claramente los fenómenos de origen natural que tuvieron mayores consecuencias negativas.

La siguiente figura, contiene cuatro zonas. La zonificación fue definida a partir de la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño. La aceleración está expresada como fracción de la aceleración de la gravedad; es decir, corresponde a una situación potencial. La zona corresponde a la zona de menor peligro y la zona IV a la de mayor peligro. Se asignó a cada cantón un valor en función de la zona sísmica en la que se encuentra (véase la tabla siguiente); esto es, de 0 para la zona hasta 3 para la zona IV.

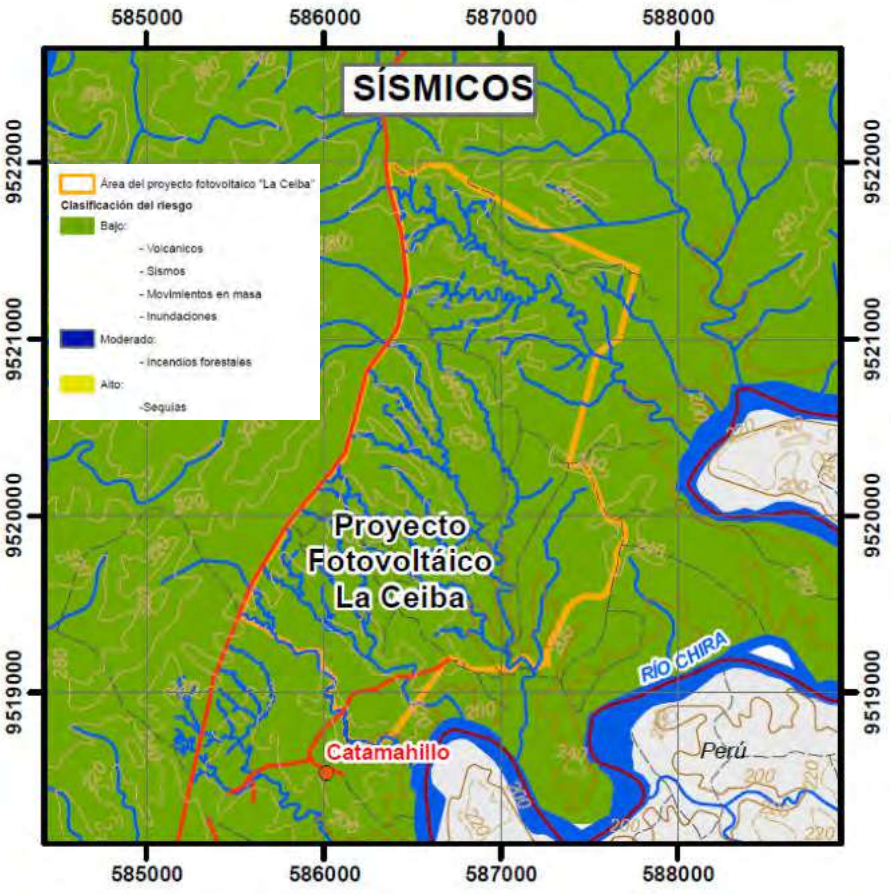
Los cantones con territorios en más de una zona sísmica recibieron el valor de la categoría superior. Por ejemplo, un cantón que solo tiene el 30% de su superficie en la zona IV (y el 70% en la clase III) recibió el valor 3 (el valor correspondiente a la zona IV). Este criterio de clasificación de los cantones al rango superior se aplicó a todas las amenazas consideradas.

A partir de los criterios mencionados, los cantones de la franja litoral y de la Sierra Central y Norte son los más expuestos a sismos.

Evaluación del riesgo sísmico

El comportamiento de las estructuras durante los terremotos no solo depende de la intensidad de movimiento del suelo, sino también de la edad, del material, del diseño, de la calidad de la construcción y de las dimensiones de las estructuras. Basados en las intensidades determinadas por los terremotos potenciales, se ha estimado el daño que sufriría la infraestructura actual.

Figura 12-8. Riesgo exógeno físico (Sísmico)



Por lo expuesto, el proyecto fotovoltaico La Ceiba ubicada en la provincia de Loja, cantón Zapotillo, parroquia Zapotillo y según la referencia del 2001 está catalogada con intensidad VIII, es decir la energía liberada por un sismo es baja. Para el riesgo sísmico probabilístico en un periodo de 475 años, según la aceleración horizontal el proyecto se encuentra entre 0.31-0.40.

Por lo anotado, la probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima sea de 3B BAJO probable (una vez en un periodo de 10 a 100 años) y consecuencias limitadas *(ver mapa Nro. 58 riesgos sísmicos).*

Riesgos Morfoclimáticos

Movimientos en masa

El proyecto fotovoltaico La Ceiba presenta una ubicación que va desde SIN AMENAZA que comprende áreas estables y sin probabilidad de movimientos en masa; BAJA, que presentan pendientes muy suaves no mayores al 12% y superficies geológicamente estables y, MEDIA, con pendientes medias a fuertes no mayores al 40% de inclinación con materiales poco fracturados. Por lo anotado, probabilidad de ocurrencia del riesgo se estima de 3B BAJO probable (una vez en un periodo de 10 a 100 años) y consecuencias limitadas *(ver mapa Nro. 58 riesgos movimientos en masa).*

Incendios Forestales

El proyecto fotovoltaico La Ceiba presenta una ubicación con una ocurrencia MEDIA de incendios forestales que responden a la ciclicidad normal de convergencia de variables naturales asociadas[3] y, a MUY ALTA en la que posee todas las condiciones estáticas suficientes para la ocurrencia de incendios forestales y procesos de ignición latentes[4]. Por ello, el riesgo ante esta amenaza natural se estima probabilidad de ocurrencia del riesgo sea de 3C MODERADO probable (una vez en un periodo de 10 a 100 años) y consecuencias serias *(ver mapa Nro. 58 riesgos incendios forestales).*

Inundaciones

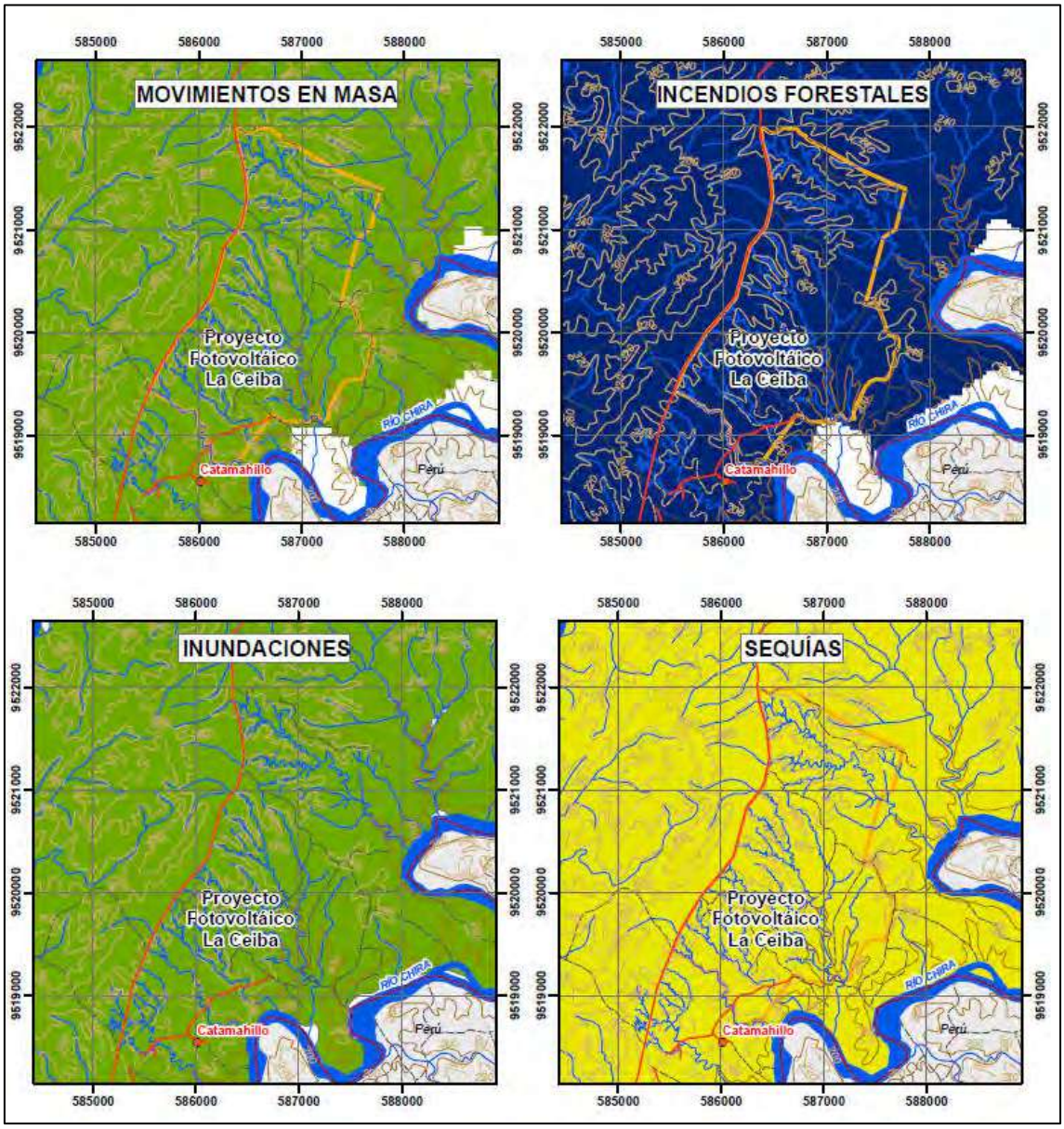
El proyecto fotovoltaico La Ceiba presenta una ubicación con una ocurrencia SIN SUCEPTIBILIDAD a inundaciones por desbordamiento de ríos o fuertes precipitaciones. Por lo expuesto, la probabilidad de ocurrencia del riesgo de inundaciones se estima de 3B BAJO, probable (una vez en un periodo de 10 a 100 años) y consecuencias limitadas *(ver mapa Nro. riesgos inundaciones).*

Sequías

El proyecto fotovoltaico La Ceiba dentro del mapa de zonas susceptibles a sequías se ubica dentro de los más de 22 000 km^2 que sufren una amenaza alta de sequía por su duración en el tiempo y su frecuencia año a año. Por lo expuesto, la probabilidad de ocurrencia del riesgo por sequía se estima de 4D ALTO bastante probable (una vez en un periodo de 1 a 10 años) y consecuencias muy serias *(ver mapa Nro. 58 riesgos sequías).*

[3] Metodología susceptibilidad incendios forestales, escala 1:50000. Geoportal, MAG.
[4] Metodología susceptibilidad incendios forestales, escala 1:50000. Geoportal, MAG.

Figura 12-9. Riesgo exógeno físico (Movimientos en masa, incendios forestales, inundaciones y sequías).



Análisis de riesgo climático

El análisis de riesgo climático se basa en metodología participativa diseñada para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático. Siguiendo la guía metodológica del Plan Nacional de Adaptación (PNA), se ha clasificado el análisis de riesgo climático de Nivel I para el proyecto fotovoltaico La Ceiba. El riesgo climático parte de identificar la amenaza climática[5] bajo los criterios de escenarios histórico, referencial y pesimista, siendo la exposición la que indica a que niveles se encuentra el elemento expuesto de la amenaza previamente considerada. Sobre el análisis de la vulnerabilidad interactúan la sensibilidad (características naturales y/o físicas del sistema) y la capacidad adaptativa (habilidad para ajustarse al cambio climático)[6]. El trabajo de campo con socios y socias logró recopilar información perceptiva sobre las amenazas climáticas,

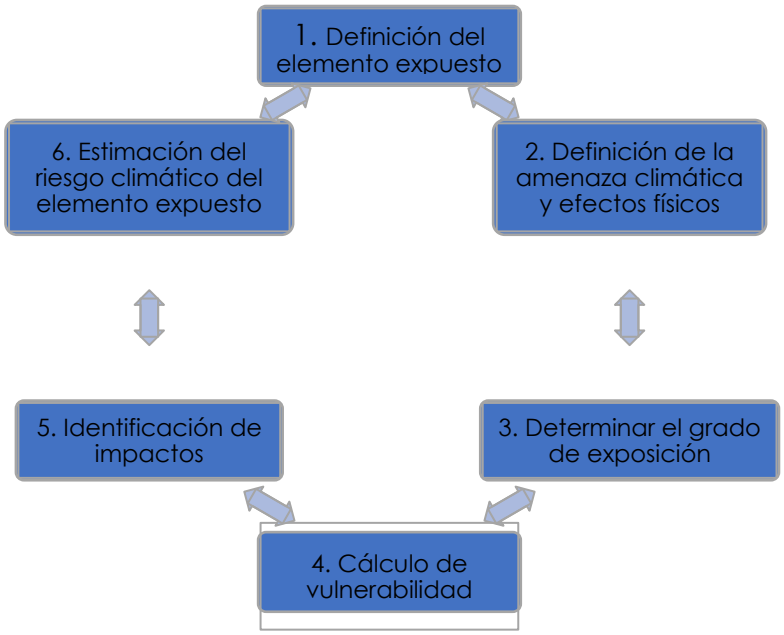
[5] Sistema de Información, Proyecciones, Riesgo Climático y Adaptación al Cambio Climático (SPRACC).

[6] Metodología IPCC, 2014.

que fue contrastada en el Sistema de Información, Proyecciones, Riesgo Climático y Adaptación al Cambio Climático (SPRACC).

Dentro de este contexto del nivel I, se utilizó la "Caja de herramientas para la integración de criterios de cambio climático en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT) [7]", para analizar la estimación del riesgo climático sobre el elemento expuesto, misma que pueda ser afectado (total o parcial) por el cambio climático (PNA)[8]. En este nivel se aplican seis pasos, los cuales describen a continuación:

Figura 12-10. Proceso metodológico para el análisis de riesgo climático en el nivel I



Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2023-2027.

Cálculo de riesgo climático

El cálculo del riesgo climático combina la amenaza climática, la exposición y la vulnerabilidad frente al elemento expuesto, determinando el nivel de riesgo. Este análisis ayuda a priorizar áreas que requieren medidas de adaptación y mitigación ante los efectos del cambio climático, con base a la siguiente fórmula:

Cálculo de riesgo climático:

$$Riesgo\ climático = Amenaza * Exposición * Vulnerabilidad$$

La **vulnerabilidad climática** es la predisposición de ser afectado, abarcando la sensibilidad al daño, la capacidad de respuesta y la resiliencia frente al cambio climático, para el cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$Vulnerabilidad: \frac{Sensibilidad}{Capacidad\ Adaptativa}$$

[7] Disponible en el siguiente enlace: Caja de herramientas _PDOT_CAMBIO CLIMATICO - Documentos - SUIA (ambiente.gob.ec).

[8] Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2023-2027.

Metodología de análisis

En el marco del proyecto fotovoltaico La Ceiba., se priorizan como elementos expuestos de la central eléctrica, 38 conjuntos fotovoltaicos de 10.530 paneles, 102 rastreadores, 405 cadenas de 26 paneles (5,27 MWdc), 17 cajas combinadoras por inversor, 24 entradas, 1.500V, 330 AMP en CC, 38 inversores centrales, 4.2MWac, 630Vac, 17 entradas, 38 transformadores Padmounted en 6 circuitos colectores y subestación de elevación 34.5kV/230kV. Una vez identificado el elemento expuesto, se define la amenaza climática que es considerada como la ocurrencia de eventos climáticos extremos, tales como lluvias intensas, temperaturas altas, heladas y sequías en escenarios histórico y pesimista[9]. A continuación, se analiza la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa, factores clave para comprender la vulnerabilidad del sistema ante estos fenómenos.

Análisis de escenarios de riesgo climático por temperaturas altas

Para el siguiente análisis, se tomarán en consideración los escenarios, histórico (años 1981-2015) y pesimista (años 2016-2040) y, el nivel de amenaza climática para las temperaturas altas, dando lugar a variaciones según la temporalidad de los datos.

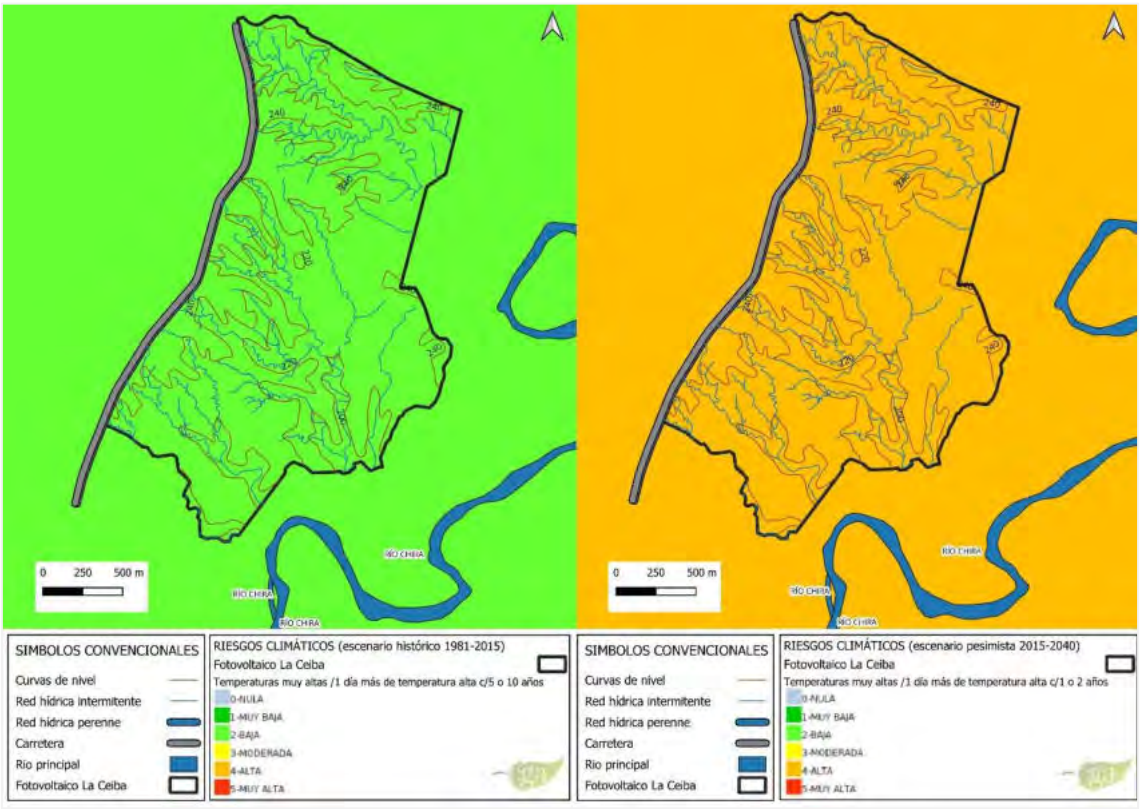
Tabla 12-3. Análisis de escenarios de riesgo climático por temperaturas altas

Escenario	**Histórico**	1981-2015	**Escenario**	**Pesimista**	2016-2040
Elemento Expuesto	Central Eléctrica	Fotovoltaica La Ceiba	**Elemento Expuesto**	Central Eléctrica	Fotovoltaica La Ceiba
Geometría del elemento expuesto	Polígono		**Geometría del elemento expuesto**	Polígono	
Amenaza Climática	Temperaturas altas Baja	2	**Amenaza Climática**	Temperaturas altas Alta	4
Efecto físico directo	Estrés Térmico	Pérdida de eficiencia de los paneles	**Efecto físico directo**	Estrés Térmico	Pérdida de eficiencia de los paneles
Exposición	Alta	4	**Exposición**	Muy alta	5
Sensibilidad	Alta	4	**Sensibilidad**	Alta	4
Capacidad Adaptativa	Moderada	3	**Capacidad Adaptativa**	Moderada	3
Vulnerabilidad	Muy baja	1	**Vulnerabilidad**	Muy baja	1
Riesgo Climático	Baja	2	**Riesgo Climático**	Moderada	3

Fuente: IEDG, Geoportales.
Elaborado por: CGA Cía. Ltda. 2025.

[9] Disponible en el siguiente enlace: Caja de herramientas _PDOT_CAMBIO CLIMATICO - Documentos - SUIA (ambiente.gob.ec).

Figura 12-11. Amenaza climática para temperaturas altas



Fuente: IEDG, Geoportales.
Elaborado por: CGA Cía. Ltda. 2025.

Según el gráfico, lo que se muestra es la amenaza climática por temperaturas altas en los escenarios histórico (1981-2015) y pesimista (2016-2040) para el elemento expuesto (polígono) proyecto fotovoltaico La Ceiba *(ver mapa riesgos temperaturas altas pesimista).*

Para el escenario histórico, el nivel de amenaza por temperaturas altas presenta un valor de 2 BAJA donde la tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 o 10 años, existirá 3 días más con temperaturas altas hacia el año 2030, y 6 días más con temperaturas altas hacia el 2040[10].

Para el escenario pesimista, el nivel de amenaza por temperaturas altas presenta un valor de 4 ALTA donde la tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años, existirá 15 días más con temperaturas altas hacia el año 2030, y 30 días más con temperaturas altas hacia el 2040[11];

- **Análisis de la amenaza climática por temperaturas altas sobre el elemento expuesto Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, bajo un escenario pesimista.**

  De acuerdo con lo analizado, el proyecto fotovoltaico La Ceiba enfrentará lo siguiente:

- Nivel 5 MUY ALTA de ***exposición*** para la amenaza climática por ***temperaturas altas***, que se presume modificaría el elemento expuesto con efectos físicos directos como, pérdida de eficiencia en los paneles, afectación de componentes eléctricos, dilatación de materiales y desgaste de sistemas de ventilación y refrigeración.
- Nivel 4 ALTA de ***sensibilidad*** principalmente en atributos naturales y/o físicos del sistema, entre ellas:

[10] Guía para la interpretación y uso de los escenarios de cambio climático

[11] Guía para la interpretación y uso de los escenarios de cambio climático

- La topografía del terreno, con pendientes de inclinación entre suave (>5 – 12 %) a media (>12 – 25%).
- La permeabilidad del suelo, para recarga de acuíferos siendo prácticamente impermeable y generalmente baja.
- La cobertura vegetal, marcada por la presencia de bosques nativos, pastizales y áreas sin vegetación.

- Nivel 3 MODERADA de ***capacidad adaptativa*** que comprende factores que se relacionan en gran medida con los recursos humanos disponibles, incluyendo aspectos socioeconómicos, estructurales, institucionales y tecnológicos, siendo el apoyo del estado con políticas públicas un recurso a destacar para su durabilidad.

- Nivel 1 MUY BAJA en la ***vulnerabilidad*** del proyecto fotovoltaico La Ceiba que se predispone a ser afectado negativamente. Este apartado incluye la sensibilidad al daño, la capacidad de respuesta y la resiliencia climática.

Riesgo Climático

El riesgo climático resulta de la interacción entre el elemento expuesto con la amenaza climática, el nivel de exposición y su vulnerabilidad climática en la zona de estudio. A continuación, se presenta su resultado:

- Nivel 3 MODERADA.- La zona analizada evidencia una tendencia creciente de temperaturas altas que afectan directamente la estructura física del entorno. Se observa una mayor inestabilidad en los suelos, especialmente en aquellos de tipo arcilloso o con compactación superficial, donde se forman grietas debido a la expansión térmica. Además, el estrés térmico sostenido ha derivado en la pérdida progresiva de la cobertura vegetal nativa, afectando la capacidad de recuperación del ecosistema y aumentando su vulnerabilidad frente a alteraciones climáticas.

  Ante este escenario, se recomienda fortalecer las prácticas de conservación del suelo, implementar estrategias de restauración ecológica con especies tolerantes al calor, y ajustar los planes de ordenamiento territorial considerando proyecciones climáticas locales.

Análisis de escenarios de riesgo climático por lluvias intensas

Para el siguiente análisis, se tomarán en consideración los escenarios, histórico (años 1981-2015) y pesimista (años 2016-2040) y, el nivel de amenaza climática para las lluvias intensas dando lugar a variaciones según la temporalidad de los datos.

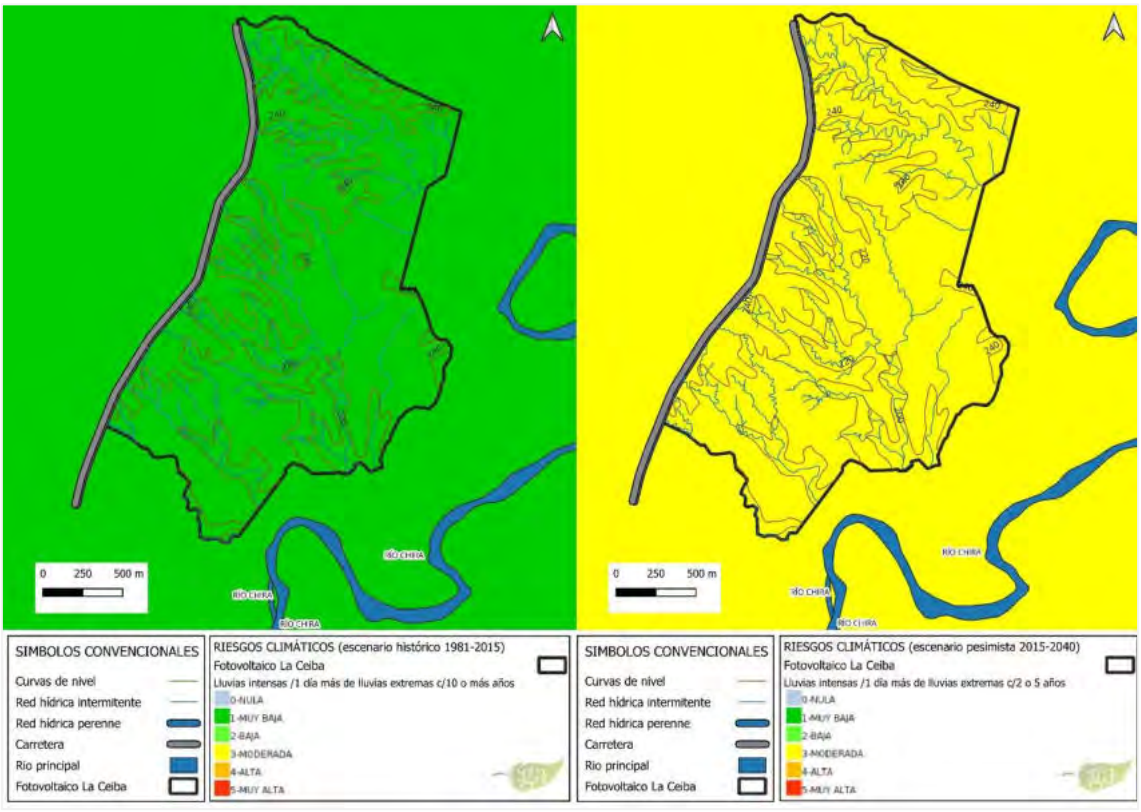
Tabla 12-4. Análisis de escenarios de riesgo climático por lluvias intensas.

Escenario	**Histórico**	1981-2015	**Escenario**	**Pesimista**	2016-2040
Elemento Expuesto	Central Eléctrica	Fotovoltaica La Ceiba	**Elemento Expuesto**	Central Eléctrica	Fotovoltaica La Ceiba
Geometría del elemento expuesto	Polígono		**Geometría del elemento expuesto**	Polígono	
Amenaza Climática	Lluvias intensas Muy baja	**1**	**Amenaza Climática**	Lluvias intensas Moderada	**3**

Escenario	Histórico	1981-2015	Escenario	Pesimista	2016-2040
Efecto físico directo	Estrés Hídrico	Saturación de agua en el suelo	**Efecto físico directo**	Estrés Hídrico	Saturación de agua en el suelo
Exposición	Alta	**4**	**Exposición**	Alta	**4**
Sensibilidad	Alta	**4**	**Sensibilidad**	Alta	**4**
Capacidad Adaptativa	Moderada	**3**	**Capacidad Adaptativa**	Moderada	**3**
Vulnerabilidad	Muy baja	**1**	**Vulnerabilidad**	Muy baja	**1**
Riesgo Climático	Baja	**2**	**Riesgo Climático**	Baja	**2**

Fuente: IEDG, Geoportales.
Elaborado por: CGA Cía. Ltda. 2025.

Figura 12-12. Escenarios de cambio Climático para lluvias intensas



Fuente: IEDG, Geoportales.
Elaborado por: CGA Cía. Ltda. 2025.

Según el gráfico, lo que se muestra es la amenaza climática por lluvias intensas en los escenarios histórico (1981-2015) y pesimista (2016-2040) para el elemento expuesto (polígono) proyecto fotovoltaico La Ceiba *(ver mapa riesgos lluvias intensa pesimista).*

Para el escenario histórico, el nivel de amenaza (lluvia intensa) presenta un valor de 1 MUY BAJA donde la tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 o más años, existirá 1 ½ día más con lluvias extremas hacia el año 2030, y 3 días más con lluvias extremas hacia el 2040[12].

Para el escenario pesimista, el nivel de amenaza (lluvia intensa) presenta un valor 3 MODERADA donde la tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 o 5 años, existirá 6 días más con lluvias extremas hacia el año 2030, y 15 días más con lluvias extremas hacia el 2040[13];

- **Análisis de la amenaza climática por lluvias intensas sobre el elemento expuesto Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, bajo un escenario pesimista.**

  De acuerdo con lo analizado, el proyecto fotovoltaico La Ceiba enfrentará lo siguiente:

- Nivel 4 ALTA de ***exposición*** para la amenaza climática por ***lluvias intensas***, que se presume modificaría el elemento expuesto con efectos físicos directos como, posibles inundaciones y erosión del terreno, en suelos poco permeables con poca capacidad de absorción se puede presentar deslizamientos o socavones, daños en componentes eléctricos e interrupción temporal de producción.
- Nivel 4 ALTA de ***sensibilidad*** principalmente en atributos naturales y/o físicos del sistema, entre ellas:

- La topografía del terreno, con pendientes de inclinación entre suave (>5 – 12 %) a media (>12 – 25%).
- La permeabilidad del suelo, para recarga de acuíferos siendo prácticamente impermeable y generalmente baja.
- La cobertura vegetal, marcada por la presencia de bosques nativos, pastizales y áreas sin vegetación.

- Nivel 3 MODERADA de ***capacidad adaptativa*** que comprende factores que se relacionan en gran medida con los recursos humanos disponibles, incluyendo aspectos socioeconómicos, estructurales, institucionales y tecnológicos, siendo el apoyo del estado con políticas públicas un recurso a destacar para su durabilidad.

- Nivel 1 MUY BAJA en la ***vulnerabilidad*** del proyecto fotovoltaico La Ceiba que se predispone a ser afectado negativamente. Este apartado incluye la sensibilidad al daño, la capacidad de respuesta y la resiliencia climática.

- **Riesgo Climático**

El riesgo climático resulta de la interacción entre el elemento expuesto con la amenaza climática, el nivel de exposición y su vulnerabilidad climática en la zona de estudio. A continuación, se presenta su resultado:

- Nivel 2 BAJA.- La zona analizada se caracteriza por una tendencia al aumento frente a eventos de precipitación intensa, clasificada en nivel bajo, pero con efectos que tienden a agravarse en función de las condiciones topográficas y edáficas. Los suelos presentan baja capacidad de infiltración, lo que promueve procesos de erosión superficial y la aparición de deslizamientos en pendientes naturales. Además, el estrés hídrico

[12] Guía para la interpretación y uso de los escenarios de cambio climático

[13] Guía para la interpretación y uso de los escenarios de cambio climático

prolongado compromete la regeneración de la cobertura vegetal nativa, disminuyendo la capacidad del ecosistema para amortiguar perturbaciones climáticas.

- Se sugiere una intervención preventiva que incluya mapeos de áreas críticas, prácticas de conservación de suelos y restauración de vegetación autóctona, enmarcadas en estrategias adaptativas de escala local.

- Análisis de escenarios de riesgo climático por sequía

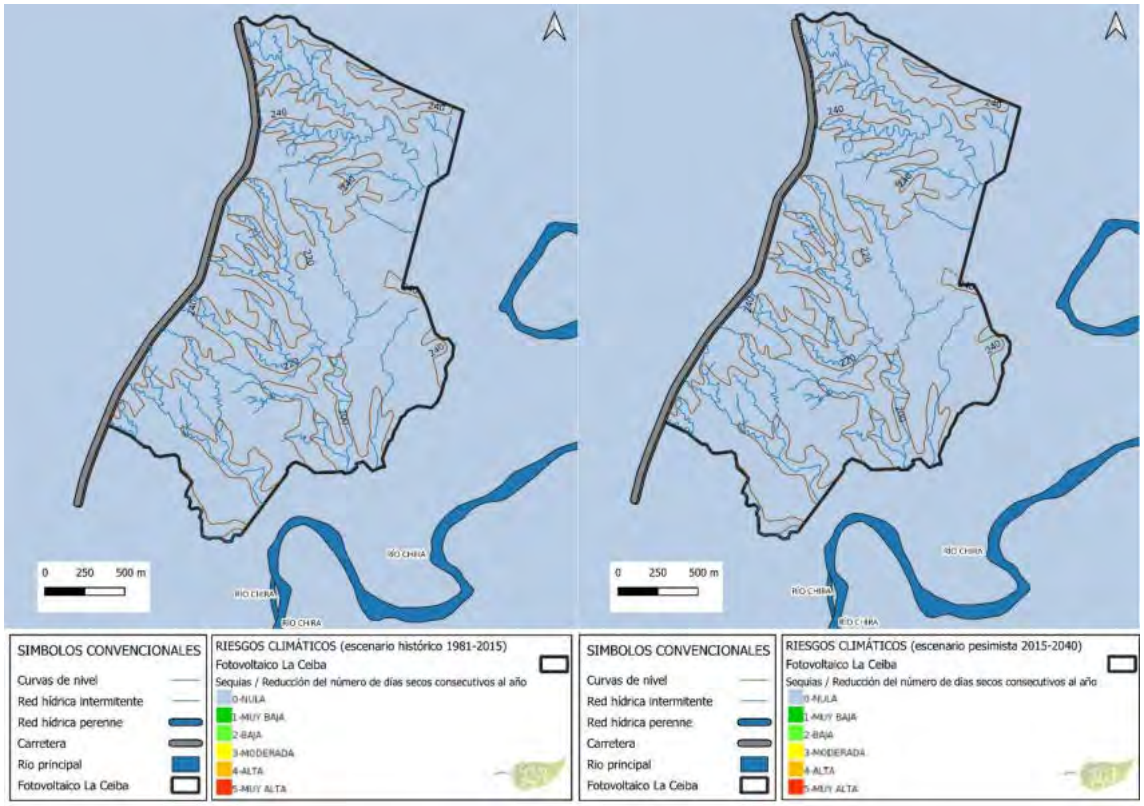
Para el siguiente análisis, se tomarán en consideración los escenarios, histórico (años 1981-2015) y pesimista (años 2016-2040) y, el nivel de amenaza climática para la sequía dando lugar a variaciones según la temporalidad de los datos.

Tabla 12-5. Análisis de escenarios de riesgo climático por sequía

Escenario	Histórico	1981-2015	Escenario	Pesimista	2016-2040
Elemento Expuesto	Central Eléctrica	Fotovoltaica La Ceiba	Elemento Expuesto	Central Eléctrica	Fotovoltaica La Ceiba
Geometría del elemento expuesto	Polígono		Geometría del elemento expuesto	Polígono	
Amenaza Climática	Sequías Nula	0	Amenaza Climática	Sequías Nula	0
Efecto físico directo	Estrés Térmico	Degradación de suelos	Efecto físico directo	Estrés Térmico	Degradación de suelos
Exposición	Alta	4	Exposición	Alta	4
Sensibilidad	Alta	4	Sensibilidad	Alta	4
Capacidad Adaptativa	Moderada	3	Capacidad Adaptativa	Moderada	3
Vulnerabilidad	Muy baja	1	Vulnerabilidad	Muy baja	1
Riesgo Climático	Baja	2	Riesgo Climático	Baja	2

Fuente: IEDG, Geoportales.
Elaborado por: CGA Cía. Ltda. 2025.

Figura 12-13. Escenarios de cambio Climático para sequía



Fuente: IEDG, Geoportales.
Elaborado por: CGA Cía. Ltda. 2025.

Según el gráfico, lo que se muestra es la amenaza climática por sequía en los escenarios histórico (1981-2015) y pesimista (2016-2040) para el elemento expuesto (polígono) proyecto fotovoltaico La Ceiba *(ver mapa riesgos sequía pesimista).*

Para el escenario histórico el nivel de amenaza (sequía) presenta un valor de 0 NULA donde la tendencia es hacia la reducción del número de días secos consecutivos al año, y existirá más días con lluvias y las sequías serían más cortas[14].

Para el escenario pesimista el nivel de amenaza (sequía) presenta un valor de 0 NULA donde la tendencia es hacia la reducción del número de días secos consecutivos al año, y existirá más días con lluvias y las sequías serían más cortas [15].

- **Análisis de la amenaza climática por sequía sobre el elemento expuesto Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, bajo un escenario pesimista.**

  De acuerdo con lo analizado, el proyecto fotovoltaico La Ceiba enfrentará lo siguiente:

- Nivel 4 ALTA de ***exposición*** para la amenaza climática por ***sequía***, que se presume modificaría el elemento expuesto con efectos físicos directos como, posible degradación del suelo y estabilidad de la estructura, acumulación de polvo generando sombra parcial con mayor necesidad de mantenimiento manual o automatizado y mayor riesgo de incendios forestales.

[14] Guía para la interpretación y uso de los escenarios de cambio climático

[15] Guía para la interpretación y uso de los escenarios de cambio climático

- Nivel 4 ALTA de ***sensibilidad*** principalmente en atributos naturales y/o físicos del sistema, entre ellas:

- La topografía del terreno, con pendientes de inclinación entre suave (>5 – 12 %) a media (>12 – 25%).
- La permeabilidad del suelo, para recarga de acuíferos siendo prácticamente impermeable y generalmente baja.
- La cobertura vegetal, marcada por la presencia de bosques nativos, pastizales y áreas sin vegetación.

- Nivel 3 MODERADA de ***capacidad adaptativa*** que comprende factores que se relacionan en gran medida con los recursos humanos disponibles, incluyendo aspectos socioeconómicos, estructurales, institucionales y tecnológicos, siendo el apoyo del estado con políticas públicas un recurso a destacar para su durabilidad.

- Nivel 1 MUY BAJA en la ***vulnerabilidad*** del proyecto fotovoltaico La Ceiba que se predispone a ser afectado negativamente. Este apartado incluye la sensibilidad al daño, la capacidad de respuesta y la resiliencia climática.

- Riesgo Climático

El riesgo climático resulta de la interacción entre el elemento expuesto con la amenaza climática, el nivel de exposición y su vulnerabilidad climática en la zona de estudio. A continuación, se presenta su resultado:

- Nivel 2 BAJA. - El área evaluada presenta eventos de sequía, aunque con signos de tendencia al aumento. El déficit hídrico sostenido incide directamente en la estabilidad del suelo, generando la aparición de grietas profundas, asentamientos diferenciales y pérdida de compactación en zonas de cimentación con bases superficiales o pilotes. Asimismo, se registra una reducción significativa en la cobertura vegetal nativa, resultado del estrés hídrico persistente, lo que compromete la capacidad de amortiguación ecológica ante perturbaciones climáticas.

  Este escenario exige medidas orientadas a la conservación estructural y ecológica del territorio, incluyendo la planificación de uso del suelo con criterios climáticos, la restauración de vegetación resistente a la aridez, y el monitoreo de variables críticas que permitan anticipar escenarios extremos.

12.3.2. Riesgos Exógenos Sociales

Para los riesgos sociales desde al ambiente al proyecto consideraremos la metodología IPER Social[16] que adapta la lógica de la evaluación de riesgos ocupacionales al ámbito comunitario, permitiendo analizar cómo las actividades del proyecto pueden generar tensiones, impactos o conflictos sociales. Su fortaleza es que combina análisis técnico con participación comunitaria, lo que la hace especialmente válida en Ecuador.

La primera etapa es la identificación de actores y mapeo social que conlleva a tener a la mano la siguiente información: Comunidades del área de influencia directa e indirecta, Líderes formales e informales, Juntas parroquiales y cabildos, Grupos vulnerables o prioritarios, Productores, comerciantes y actores económicos, Instituciones públicas locales. La segunda es la identificación de peligros sociales que se derivan del proyecto fotovoltaico “La Ceiba” como son:

- Conflictos por uso o acceso a tierras

[16] Guía para la Gestión Social en Proyectos de Desarrollo, PNUD.

- Expectativas económicas no gestionadas
- Riesgos por tránsito de maquinaria y personal externo
- Afectación a actividades productivas (ganadería, agricultura, comercio)
- Percepción negativa del proyecto
- Riesgos por empleo local y procesos de selección
- Riesgos culturales, simbólicos o comunitarios
- Riesgos por comunicación insuficiente o tardía

La tercera etapa es la evaluación del riesgo, que consiste en evaluar el peligro con dos variables que son la probabilidad y la severidad. Para la probabilidad se considera la frecuencia esperada del evento social (1 MUY BAJA, 2 BAJA, 3 MEDIA, 4 ALTA, 5 MUY ALTA). Para la severidad se toma en consideración la magnitud del impacto en la comunidad (1 LEVE, 2 MODERADO, 3 SERIA, 4 ALTA Y 5 CRÍTICO). Los niveles de riesgo según el resultado NR=(PxS) nos indica 1-5 BAJO, 6-10 MEDIO, 12-15 ALTO, 16-25 MUY ALTO / CRÍTICO.

- Conflictos por tenencia de la tierra

El principal peligro identificado son los conflictos por derechos de propiedad, posesión, uso tradicional o acceso a tierras dentro o alrededor del polígono del proyecto. Los principales factores que pueden incrementar el riesgo son: superposición de derechos (propiedad vs. posesión), ausencia de linderos físicos o catastros actualizados, historial de uso ganadero sin cercas, lo que genera percepción de "uso comunitario", expectativas económicas por compensaciones, arriendos o empleo local, ingreso de maquinaria y personal externo, que puede interpretarse como ocupación sin consulta, procesos de socialización aún en desarrollo, según reportes oficiales.

En la evaluación del riesgo, la probabilidad es 3 MEDIA – 4 ALTA y se justifica en que la zona rural existe posesión tradicional, límites no siempre formalizados y expectativas económicas. La severidad es 4 ALTA ya que un conflicto de tierra puede detener obras, generar oposición comunitaria o procesos legales. Por lo expuesto, el nivel de riesgo es 12 ALTO y requiere intervención preventiva inmediata y seguimiento continuo.

- Pérdida de cohesión social

El principal peligro identificado por la pérdida de cohesión social se deriva de tensiones internas en la comunidad por: diferencias en el acceso a beneficios del proyecto (empleo, contratos, compensaciones), percepción de favoritismos o exclusiones, cambios en dinámicas productivas y de uso del territorio. Los principales factores que pueden incrementar el riesgo son: empleo local limitado frente a altas expectativas de la población, percepción de inequidad en la selección de personal o proveedores, falta de información clara y oportuna sobre criterios de contratación y compensación, diferencias entre grupos internos (barrios, familias, asociaciones, posesionarios vs. propietarios), ingreso de mano de obra externa, percibida como competencia e historial previo de desconfianza hacia proyectos externos, si lo hubiera.

En la evaluación del riesgo, la probabilidad es 3 MEDIA – 4 ALTA y se justifica por la alta sensibilidad comunitaria frente a empleo, beneficios y uso del territorio. La severidad es 3 SERIA– 4 ALTA ya que puede existir la fragmentación interna generando oposición, bloqueos o pérdida de legitimidad del proyecto. Por lo expuesto, el nivel de riesgo es 12 ALTO y requiere gestión social activa, preventiva y sostenida.

- Percepciones negativas del proyecto

El principal peligro identificado es la generación de percepciones negativas hacia el proyecto, basadas en información incompleta, rumores, experiencias previas o falta de comunicación

efectiva. Los principales factores que pueden incrementar el riesgo son: socialización insuficiente o tardía sobre alcances, beneficios y limitaciones del proyecto, rumores o desinformación difundidos por actores locales o externos, expectativas no gestionadas sobre empleo, compensaciones o beneficios directos, historial de proyectos previos que hayan generado desconfianza en la zona, falta de presencia institucional continua durante la fase de construcción, percepción de inequidad en la distribución de oportunidades, temores ambientales (afectación al paisaje, fauna, agua, tierras de pastoreo).

En la evaluación del riesgo, la probabilidad es 4 ALTA y se justifica en las percepciones negativas suelen surgir en fases tempranas si no hay comunicación clara y continua. La severidad es 3 SERIA– 4 ALTA ya que puede derivar en oposición comunitaria, pérdida de legitimidad o retrasos operativos. Por lo expuesto, el nivel de riesgo es 12 ALTO y requiere gestión social activa y sostenida.

- Huelgas, paralizaciones, demandas

El principal peligro identificado es la Interrupción de actividades del proyecto debido a acciones colectivas de protesta o reclamos formales por parte de trabajadores, comunidades o actores locales. Los principales factores que pueden incrementar el riesgo son: expectativas no gestionadas sobre empleo local, salarios o beneficios, percepción de inequidad en la selección de personal o proveedores, falta de claridad contractual con trabajadores o contratistas, ausencia de canales formales de diálogo entre empresa, contratistas y comunidad, conflictos previos no resueltos (tierra, compensaciones, comunicación), influencia de actores externos (organizaciones, líderes, grupos de presión), condiciones laborales deficientes o percibidas como injustas y retrasos en pagos o incumplimientos contractuales por parte de subcontratistas.

En la evaluación del riesgo, la probabilidad es 3 MEDIA – 4 ALTA ya que los proyectos de gran escala en zonas rurales suelen enfrentar tensiones laborales y comunitarias si no hay gestión social activa. La severidad es 4 ALTA ya que puede existir una paralización puede detener obras, generar pérdidas económicas y afectar la relación comunitaria. Por lo expuesto, el nivel de riesgo es 12 ALTO y requiere medidas preventivas robustas y monitoreo constante.

- Paralización de actividades por pobladores

Consiste en la toma de las instalaciones por parte de comunidades cercanas al sentirse en peligro o que alguno de sus recursos se encuentra amenazados por la presencia del proyecto fotovoltaico “La Ceiba”. Acorde a la intervención del componente social en el presente estudio, se ha concluido que no existe conflictos socio ambientales, al contrario, se apoya el empleo y el desarrollo de la parroquia y el cantón.

Sin embargo, la dinámica social se mueve en base a intereses individuales y colectivos que pueden mantenerse estables durante un determinado tiempo o pueden tensionarse durante otro; por lo que es necesario tener en cuenta la resolución de conflictos de manera oportuna. En la evaluación del riesgo, la probabilidad es 4 ALTA ya que los proyectos de gran escala en zonas rurales suelen enfrentar tensiones laborales y comunitarias si no hay gestión social activa. La severidad es 4 ALTA ya que puede existir una paralización puede detener obras, generar pérdidas económicas y afectar la relación comunitaria. Por lo expuesto, el nivel de riesgo es 16 MUY ALTO y requiere medidas preventivas robustas y monitoreo constante.

- Atentados a la propiedad privada

En el área de influencia directa del proyecto fotovoltaico “La Ceiba”, no se identificaron problemas de desorden social como vandalismo o robos, pero es necesario de acuerdo con el actual contexto social nacional ser más cuidadosos con los eventos. En la evaluación del riesgo, la probabilidad es 3 MEDIA debido a tensiones por territorio o compensaciones, la severidad es

4 ALTA por posibles daños a infraestructura sensible. Por lo expuesto, el nivel de riesgo es 12 ALTO y requiere medidas preventivas robustas y monitoreo constante.

- Sabotaje y terrorismo

Los actos de sabotaje o terrorismo a las instalaciones son impredecibles por la naturaleza furtiva y discontinua de los delincuentes. Sin embargo, durante el levantamiento de información se identificó al sector como libre de estos problemas, pero es necesario de acuerdo con el actual contexto social nacional ser más cuidadosos con los eventos. En la evaluación del riesgo, la probabilidad es 3 MEDIA debido a presencia de grupos organizados, la severidad es 4 ALTA por posibles daños a infraestructura sensible. Por lo expuesto, el nivel de riesgo es 12 ALTO y requiere medidas preventivas robustas y monitoreo constante.

- RESUMEN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la información presentada sobre la calificación de los riesgos del ambiente sobre el proyecto.

Tabla 12-6. Riesgos del ambiente al proyecto (exógenos)

Factor de Riesgo	Tipo de Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación Del Riesgo	Medidas de Prevención y Mitigación
Físico	Volcánicos	Probable	Heridos o muertos Pérdida de infraestructura y bienes inmuebles	Bajo (3B)	> Desarrollar, implementar y mantener un plan de autoprotección y contingencias
	Sismos	Probable	Pérdida de infraestructura y facilidades Conmoción social Heridos o muertos	Bajo (3B)	> Identificación de peligros y evaluación de factores de riesgo laboral > Desarrollar, implementar y mantener un plan de autoprotección y contingencias
	Movimientos en masa	Probable	Destrucción de infraestructura y facilidades Conmoción social	Bajo (3B)	> Mantener programas de rehabilitación de áreas intervenidas > Desarrollar, implementar y mantener un plan de autoprotección y contingencias
	Incendios Forestales	Probable	Destrucción de infraestructura y facilidades Pérdida de vidas humanas	Moderado (3C)	> Desarrollar, implementar y mantener un plan de autoprotección y contingencias
	Inundaciones	Probable	Destrucción de infraestructura y facilidades Pérdida de vidas humanas	Bajo (3B)	> Canalización de aguas lluvias. > Desarrollar, implementar y mantener un plan de

Factor de Riesgo	Tipo de Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación Del Riesgo	Medidas de Prevención y Mitigación
					autoprotección y contingencias
Climático	Sequías	Bastante Probable	Destrucción de infraestructura y facilidades Pérdida de vidas humanas	Alto (4D)	> Desarrollar, implementar y mantener un plan de autoprotección y contingencias
	Temperaturas altas	Escenario pesimista	Afectación directa de la estructura física del entorno	Moderada	> Fortalecer las prácticas de conservación del suelo > Ajustar los planes de ordenamiento territorial considerando proyecciones climáticas locales
	Lluvias intensas	Escenario pesimista	Afectación en función de las condiciones topográficas y edáficas	Baja	> Mapeos de áreas críticas > Prácticas de conservación de suelos y restauración de vegetación autóctona
	Sequías	Escenario pesimista	Posible degradación del suelo y estabilidad de la estructura	Baja	> Conservación estructural y ecológica del territorio > Planificación de uso del suelo con criterios climáticos, la restauración de vegetación resistente a la aridez
RIESGOS SOCIALES					
Conflictos por tenencia de la tierra	Superposición de derechos	Alta	> Conflicto de tierra puede detener obras	Alto (12)	> Intervención preventiva inmediata y seguimiento continuo.
Pérdida de cohesión social	Percepción de favoritismos o exclusiones,	Alta	> Fragmentación interna generando oposición	Alto (12)	> Intervención preventiva inmediata y seguimiento continuo.
Percepciones negativas del proyecto	Beneficios y limitaciones del proyecto,	Alta	> Oposición comunitaria	Alto (12)	> Intervención preventiva inmediata y seguimiento continuo.
Huelgas, paralizaciones, demandas	Expectativas no gestionadas sobre empleo local,	Alta	> Paralización puede detener obras	Alto (12)	> Medidas preventivas robustas y monitoreo constante.
Paralización de actividades por pobladores	Conflictos socio ambientales	Poco Probable	> Actividades detenidas	Muy Alto (16)	> Mantener buenas relaciones comunitarias > Cumplir acuerdos con los comuneros

Factor de Riesgo	Tipo de Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación Del Riesgo	Medidas de Prevención y Mitigación
Atentados a la propiedad privada	Conflictos socio ambientales	Poco Probable	> Pérdida de equipos y materiales >	Alto (12)	> Solucionar conflictos socio ambientales oportunamente > Desarrollar, implementar y mantener un plan de autoprotección y contingencias
Riesgos por sabotaje y terrorismo	Conflictos socio ambientales	Poco Probable	> Pérdidas económicas >	Alto (12)	> Desarrollar, implementar y mantener un plan de autoprotección y contingencias

Tabla 12-7. Resumen de Riesgos del proyecto al ambiente (endógenos)

RIESGOS FÍSICOS					
Riesgo	**Evento Causante**	**Probabilidad**	**Consecuencias**	**Calificación del Riesgo**	**Medidas de Prevención y Mitigación**
Explosión / Incendio	Mala disposición de materiales inflamables	Probable	Heridos con quemaduras	Moderado (3C)	> Contar con un sistema contra incendios que cubra las facilidades de soporte y áreas principales de la central
	Fallas por falta de mantenimiento predictivo y correctivo de equipos y maquinarias		Pérdida de equipos y maquinarias y horas hombre de trabajo		> Planes de mantenimiento periódico.
	Exceso de confianza en tareas rutinarias		Muerte o Lesiones		> Identificación de peligros y evaluación de factores de riesgo laboral
Fugas y derrame de sustancias peligrosas	Manipulación inadecuada de aceites dieléctricos, minerales derivados del petróleo / liqueos en equipos por fisuras	Probable	Afectación temporal de la calidad de las aguas superficiales y/o suelos	Bajo (3B)	> Mantenimiento oportuno predictivo y correctivo.

Nivel de presión sonora (NPS) ruido ambiente	Funcionamiento de la central eléctrica	Probable	Afectación a la salud	Bajo (3B)	> Identificación de peligros y evaluación de factores de riesgo laboral > Muestreo periódico de fuentes fijas y móviles de ruido > Muestreo periódico de emisión de contaminantes al aire ambiente
RIESGOS BIÓTICOS					
Riesgo	**Evento Causante**	**Probabilidad**	**Consecuencias**	**Calificación del Riesgo**	**Medidas de Prevención y Mitigación**
Cacería y Tráfico de especies CITES	Prácticas locales y a la accesibilidad del ecosistema	Muy probable	Presiones internas del ecosistema	MODERADO 5B	> Control de actividades humanas
Incendios por efecto humano o daño silvestre	Características ecológicas de la flora y fauna	Probable	Acumulación de material fino y mediano altamente inflamable durante la estación seca	Bajo (3B)	> Trochas corta fuegos, monitoreo periódico
Derrames y vertidos de desechos peligrosos	Mala disposición en vertidos y efluentes	Probable	Alteración de procesos ecológicos esenciales dentro del área de influencia del proyecto.	Bajo (3B)	> Gestión ambiental adecuada y auditada
Caída de fauna a cunetas, pozos, zanjas y espacios confinados en la construcción BESS	Presencia de excavaciones abiertas y espacios confinados propios de la etapa constructiva del BESS	Muy probable	Lesiones, estrés o muerte de individuos, sin comprometer poblaciones completas	MODERADO 5B	> Acciones de rescate y cumplimiento ambiental
Envenenamiento de fauna silvestre	ingestión accidental, contaminación por contacto o exposición indirecta a residuos o derrames	Muy probable	Efectos tóxicos en individuos (desorientación, fallas orgánicas, mortalidad)	MODERADO 5B	> Implementar almacenamiento seguro y contención de sustancias químicas, junto con protocolos estrictos de manejo y limpieza de derrames, evitando que combustibles, lubricantes, solventes o residuos peligrosos queden expuestos en áreas intervenidas. Complementar con capacitación al personal, señalización y rondas de inspección periódicas para detectar y corregir cualquier fuente potencial de contaminación accesible a la fauna.
Choque de fauna voladora con los paneles, daño o alteración de	Área como corredor de vuelo, zona de forrajeo o ruta hacia cuerpos	Muy probable	Lesiones, aturdimiento o mortalidad de individuos	MODERADO 5B	> Implementar marcadores visuales y elementos disuasorios en paneles y estructuras para aumentar

infraestructura y equipos causados por fauna silvestre	de agua permanentes				su visibilidad a aves y murciélagos, complementado con monitoreo periódico de actividad de fauna voladora, control de iluminación nocturna y ajustes operativos en periodos de alta movilidad, reduciendo la probabilidad de colisiones
Atropellamiento de fauna por transporte	Corredor ecológico o ruta hacia cuerpos de agua permanentes.	Muy probable	Lesiones, aturdimiento o mortalidad de individuos	MODERADO 5B	> Establecer límites de velocidad y señalización de cruce de fauna en caminos internos y accesos del proyecto, complementado con rondas de vigilancia y capacitación al personal de transporte para asegurar conducción preventiva. Implementar horarios controlados de circulación en zonas sensibles y mantener limpieza y visibilidad adecuada en las vías para reducir la probabilidad de atropellamientos.
Ingreso de fauna en el área de desechos o áreas importantes, fauna feral o especies exóticas	Espacios que pueden atraer animales en búsqueda de alimento, refugio o materiales	Muy probable	Contaminación, ingestión de residuos, atrapamiento, lesiones o exposición a sustancias peligrosas		> Implementar cerramientos físicos, tapas y contención adecuada en las áreas de desechos y zonas operativas, evitando que la fauna acceda a residuos o materiales peligrosos. Complementar con gestión ordenada de residuos, eliminación diaria de restos orgánicos, señalización y rondas de inspección para detectar ingresos de fauna y corregir puntos vulnerables.
Efecto lumínico	Implantación del proyecto	Probable	Alteraciones en sus patrones de actividad, desplazamiento y forrajeo debido a la exposición a fuentes artificiales de luz.	Bajo (3B)	> Plan de manejo ambiental, programa de monitoreo en fauna y flora
Fauna feral	Implantación del proyecto	Probable	Generar competencia por recursos, especialmente en épocas de estiaje.	Bajo (3B)	> Plan de manejo ambiental, programa de monitoreo en fauna y flora
Afectación a cuerpo de agua	Implantación del proyecto	Probable	Cambios hidrológicos y afectación a la central eléctrica	Bajo (3B)	> Identificación de riesgos y claridad en medidas en atención a emergencias > Muestreo periódico de fuentes de agua que puedan verse afectadas

Extracción de flora y fauna	Desbroce de flora y migración de especies faunísticas	Probable	Pérdida de especies	Moderado 3C	> Compensación del valor ecológico total perdido
Desertificación o degradación ecológica por pérdida de cobertura vegetal.	Implantación del proyecto	Probable	Erosión del suelo Pérdida de especies	Moderado 3C	> Restauración de áreas degradadas. > Reforestación con especies de valor ecológico
RIESGOS SOCIALES					
Contratación de mano de obra local	Descontento por reformas laborales	Bastante probable	Paralización de actividades	Bajo 4A	> Solucionar conflictos socio ambientales oportunamente
Manejo comunitario	Tratamiento de quejas y y sugerencias	Poco probable	Baja trazabilidad del proyecto	Bajo 4A	> Asegurar la aceptación comunitaria y cumplir compromisos
Accidentes Laborales	Gestión débil en seguridad y salud en el trabajo	Bastante Probable	Muerte o lesiones	Alto (4D)	> Cultura de seguridad y salud en el trabajo

Recomendaciones para los diferentes componentes bióticos:

Flora

- Implementar delimitación física y señalización de áreas con vegetación sensible para evitar pisoteo, compactación y remoción accidental.
- Realizar monitoreo periódico de regeneración natural en zonas intervenidas.
- Evitar acumulación de materiales o desechos sobre vegetación nativa.

Mastofauna

- Establecer rondas de vigilancia para detectar presencia de fauna en áreas operativas.
- Mantener velocidades controladas en caminos internos para reducir atropellamientos.
- Asegurar almacenamiento seguro de sustancias químicas para evitar envenenamiento accidental.
- Implementar cerramientos y control de accesos en zonas de desechos para evitar ingreso de fauna.

Ornitofauna (aves)

- Instalar marcadores visuales en estructuras y paneles para reducir colisiones.
- Controlar iluminación nocturna para evitar atracción de aves migratorias o insectívoras.
- Realizar monitoreo de actividad de aves en periodos críticos (amanecer, atardecer).

Herpetofauna (anfibios y reptiles)

- Mantener canales y drenajes libres de obstáculos para evitar atrapamientos.
- Implementar pasos seguros o rampas de escape en zonas donde existan fosos o estructuras profundas.
- Evitar acumulación de residuos que atraigan presas y aumenten la presencia de reptiles.

Entomofauna (insectos)

- Minimizar fuentes de luz nocturna que atraigan insectos y alteren su comportamiento.

- Evitar uso de plaguicidas no autorizados, priorizando control físico y manejo integrado.
- Mantener orden y limpieza en áreas de desechos para evitar proliferación de especies oportunistas

Ictiofauna (peces)

- Proteger cuerpos de agua en especial los que presentan caudal en época seca, mediante señalización y barreras para evitar ingreso de sedimentos o sustancias químicas.
- Implementar protocolos de contención de derrames cerca de zonas hídricas.
- Evitar actividades que generen turbidez excesiva o alteración de flujos naturales.

Macroinvertebrados acuáticos

- Mantener integridad de las riberas y vegetación riparia, evitando compactación o remoción.
- Controlar estrictamente la gestión de residuos líquidos para prevenir contaminación.
- Evitar descargas accidentales de agua con sedimentos o aceites hacia cuerpos de agua.

Medidas de mitigación y compensación de los componentes bióticos:

Flora

Medidas de mitigación

- Delimitación física y señalización de áreas con vegetación sensible.
- Control de tránsito y almacenamiento para evitar compactación y remoción accidental.
- Monitoreo de regeneración natural en zonas intervenidas.

Medidas de compensación

- Reforestación con especies nativas en áreas degradadas.
- Restauración de microhábitats afectados por la instalación de infraestructura.

Mastofauna

Medidas de mitigación

- Rondas de vigilancia para detectar presencia de fauna en áreas operativas.
- Límites de velocidad y señalización en caminos internos.
- Almacenamiento seguro de sustancias químicas para evitar envenenamiento.
- Cerramientos en áreas de desechos para evitar ingreso de fauna.

Medidas de compensación

- Instalación de pasos de fauna o corredores ecológicos funcionales.
- Programas de apoyo a la conservación de especies sensibles presentes en el área.

Ornitofauna (aves)

Medidas de mitigación

- Marcadores visuales en paneles y estructuras para reducir colisiones.
- Control de iluminación nocturna para evitar atracción de aves.
- Monitoreo de actividad de aves en periodos críticos.

Medidas de compensación

- Restauración de áreas de percha y refugio en zonas naturales.
- Implementación de bebederos o puntos seguros de descanso lejos de la infraestructura.

Herpetofauna (anfibios y reptiles)

Medidas de mitigación

- Limpieza y mantenimiento de drenajes para evitar atrapamientos.
- Instalación de rampas de escape en fosos o estructuras profundas.
- Control de residuos que atraigan presas y aumenten presencia de reptiles.

Medidas de compensación

- Restauración de zonas húmedas o microhábitats utilizados por anfibios.
- Implementación de refugios artificiales en áreas seguras.

Entomofauna (insectos)

- Medidas de mitigación

- Minimización de fuentes de luz nocturna.
- Evitar uso de plaguicidas no autorizados.
- Orden y limpieza en áreas de desechos para evitar proliferación de especies oportunistas.

- Medidas de compensación

- Instalación de jardines nativos para favorecer polinizadores.
- Programas de conservación de insectos benéficos en el área.

Ictiofauna (peces)

Medidas de mitigación

- Protección de cuerpos de agua permanentes mediante señalización y barreras.
- Protocolos estrictos de contención de derrames.
- Evitar actividades que generen turbidez excesiva.

Medidas de compensación

- Restauración de riberas y vegetación riparia.
- Implementación de medidas para mejorar calidad de agua en zonas afectadas.

Macroinvertebrados acuáticos

Medidas de mitigación

- Protección de riberas y vegetación riparia.
- Control de residuos líquidos para evitar contaminación.
- Evitar descargas accidentales de sedimentos o aceites.

Medidas de compensación

- Restauración de hábitats bentónicos afectados.
- Implementación de programas de monitoreo y recuperación de comunidades acuáticas.

Conclusiones del análisis de riesgos.

Las siguientes conclusiones surgen del análisis de riesgos cualitativo realizado:

> Los riesgos evaluados del ambiente hacia el proyecto, con factor de riesgo físico presentan a 4 con riesgo bajo, 1 con riesgo moderado y 1 con riesgo alto.

> Los riesgos evaluados del ambiente hacia el proyecto, con factor de riesgo climático presentan a 1 con riesgo moderado, 1 con riesgo bajo y 1 con riesgo bajo.

> Los riesgos evaluados del proyecto hacia el ambiente, con factor de riesgo físico presentan a 2 con riesgo bajo y 1 con riesgo moderado.

> Los riesgos evaluados del proyecto hacia el ambiente, con factor de riesgo biótico presentan a 1 con riesgo bajo y 1 con riesgo moderado.

> Los riesgos evaluados del proyecto hacia el ambiente, con factor de riesgo social presentan a 4 con riesgo bajo y 1 con riesgo alto.

> El riesgo climático al cual está expuesto el proyecto fotovoltaico La Ceiba en un escenario pesimista a futuro (año 2040), es MODERADO para temperaturas altas.

> El riesgo climático al cual está expuesto el proyecto fotovoltaico La Ceiba en un escenario pesimista a futuro (año 2040), es BAJA para lluvias intensas.

> El riesgo climático al cual está expuesto el proyecto fotovoltaico La Ceiba en un escenario pesimista a futuro (año 2040), es BAJA para sequias.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía. Ltda.

JULIO , 2026

Contenido

13. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES..... 909
13.1. INTRODUCCIÓN..... 909
13.2. METODOLOGÍA 909
13.2.1. Identificación de impactos.....910
13.2.2. Valoración de los impactos.....913
- Magnitud del Impacto. 913
13.2.3. Importancia de los factores ambientales. 916
13.2.4. Significancia de los impactos. 919
13.3. RESULTADOS..... 920
13.3.1. Actividades del proyecto. 920
13.3.2. Factores y componentes ambientales; y su importancia. 935
13.3.3. Identificación valoración y significancia de los impactos Fase de construcción 949
13.3.4. Identificación valoración y significancia de los impactos Fase de operación y mantenimiento 976
13.3.5. Identificación valoración y significancia de los impactos. Fase de cierre y abandono 1002
13.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 1029
13.4.1. Conclusiones..... 1029
13.4.2. Recomendaciones..... 1030

Tabla 13-1. Valores de magnitud de los impactos 914
Tabla 13-2. Valoración de la importancia 918
Tabla 13-3. Significancia de los impactos..... 920
Tabla 13-4. Actividades generales del proyecto 921
Tabla 13-5.- Factores y Componentes Ambientales 935
Tabla 13-6. Matriz de identificación de impactos ambientales 950
Tabla 13-7. Matriz de valoración de los impactos..... 951
Tabla 13-8. Significancia de los Impactos Ambientales..... 952
Tabla 13-9. Impactos ambientales identificados en la etapa de construcción 959
Tabla 13-10. Matriz de identificación de impactos – fase de operación y mantenimiento 977
Tabla 13-11. Matriz de evaluación de los impactos fase de operación 978
Tabla 13-12. Matriz de significancia de los impactos - fase de operación y mantenimiento 979
Tabla 13-13. Impactos ambientales identificados en la etapa de operación y mantenimiento 984
Tabla 13-14. Matriz de identificación de impactos – fase de cierre y abandono..... 1003
Tabla 13-15. Matriz de valoración de impactos – fase de cierre y abandono..... 1004

Tabla 13-16. Significancia de los impactos – fase de cierre y abandono 1005
Tabla 13-17. Impactos identificados negativos y positivos (fase de cierre y abandono) 1010

Figura 13-1. Rangos de afectación por actividades a realizar en la etapa de construcción. 953
Figura 13-2. Componentes ambientales que se verán afectados o beneficiados por las actividades del proyecto 954
Figura 13-3. Número de impactos ambientales según su significancia. 957
Figura 13-4. Rangos de afectación por actividades a realizar en la etapa de operación y mantenimiento 980
Figura 13-5. Componentes ambientales que se verán afectados o beneficiados por las actividades del proyecto. 981
Figura 13-6. Número de impactos ambientales según su significancia – fase de operación y mantenimiento..... 982
Figura 13-7. Rangos de afectación por actividades a realizar en la etapa de cierre y abandono. 1006
Figura 13-8. Componentes ambientales que se verán afectados o beneficiados por las actividades del proyecto en la fase de cierre y abandono 1007
Figura 13-9. Número de impactos ambientales según su significancia en la fase de cierre y abandono. 1008

13. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES.

13.1. INTRODUCCIÓN.

Según Conesa (1997), el impacto ambiental se define como "la alteración, favorable o desfavorable, que una acción o actividad produce sobre el medio ambiente o alguno de sus componentes". En este contexto, la evaluación de impactos ambientales constituye una herramienta fundamental para identificar, predecir y valorar los cambios que pueden generarse como consecuencia del desarrollo de un proyecto, permitiendo establecer medidas orientadas a prevenir, mitigar, corregir, restaurar o compensar los efectos ambientales que pudieran presentarse durante su ejecución.

En el presente Estudio de Impacto Ambiental, la identificación y valoración de impactos se desarrolló con base en la información generada durante el desarrollo de la línea base ambiental, el análisis de sensibilidad de los diferentes componentes, la identificación de aspectos y riesgos ambientales asociados a cada actividad del proyecto y la interacción de estos con los factores ambientales potencialmente afectados. Este enfoque permite establecer una evaluación integral, técnicamente sustentada y coherente con las características del área de implantación y con las particularidades de las fases de construcción, operación y mantenimiento, y cierre y abandono del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba.

En este sentido, la evaluación considera la relación existente entre las actividades del proyecto, los aspectos ambientales que estas generan, los riesgos asociados y los factores ambientales susceptibles de afectación, constituyendo la base para determinar la naturaleza, magnitud e importancia de los impactos ambientales y definir las medidas de manejo correspondientes dentro del Plan de Manejo Ambiental.

El alcance de la presente identificación y valoración, tanto cualitativa como cuantitativa, comprende las siguientes fases del proyecto:

1. Fase de construcción.
2. Fase de operación y mantenimiento.
3. Fase de cierre y abandono.

13.2. METODOLOGÍA

La evaluación de impactos ambientales constituye una de las etapas fundamentales del Estudio de Impacto Ambiental, ya que permite identificar, predecir, analizar y valorar las alteraciones que las diferentes actividades del proyecto pueden generar sobre los componentes físico, biótico y socioeconómico del área de influencia. Su aplicación proporciona los elementos técnicos necesarios para establecer medidas orientadas a prevenir, mitigar, restaurar, compensar o controlar los efectos ambientales, garantizando que el desarrollo del proyecto sea compatible con la conservación de los recursos naturales y el uso sostenible del territorio.

De acuerdo con Conesa (1997), un impacto ambiental corresponde a la alteración, favorable o desfavorable, que una acción o actividad produce sobre el medio ambiente o alguno de sus componentes. Bajo este principio, la evaluación de impactos se fundamenta en el análisis de las

relaciones de causa–efecto entre las actividades del proyecto y los factores ambientales receptores, considerando las condiciones actuales del medio, determinadas durante la línea base ambiental, la sensibilidad de los componentes evaluados y los riesgos ambientales asociados.

Para la identificación y posterior valoración de impactos ambientales se utilizó una matriz compleja de interacciones o de causa – efecto, elaborada en base a la matriz propuesta por Leopold y otros en 1971; y modificada por el Ing. Byron Arregui como parte de una investigación científica en la Escuela Politécnica Nacional, y que además se encuentra incluida en la tesis de grado de los ingenieros William León y Byron Arregui, presentada y aceptada en enero del 2000. Esta es una matriz de doble entrada en la cual se consideran todas las actividades (columnas) identificadas en las tres etapas del ciclo de vida del proyecto (construcción, operación y retiro) y los factores ambientales (filas) que pueden ser afectados por ellas.

La aplicación de esta metodología se sustentó en la información generada durante la caracterización de la línea base ambiental, el análisis de sensibilidad, la identificación de aspectos ambientales y la evaluación de riesgos endógenos y exógenos, permitiendo establecer una relación metodológica consistente entre la descripción del proyecto, los factores ambientales receptores y la valoración de los impactos potenciales. De esta manera, la evaluación mantiene la trazabilidad entre los distintos capítulos del presente Estudio de Impacto Ambiental y constituye la base para la formulación de las medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.

13.2.1. Identificación de impactos

La identificación de impactos ambientales constituye la etapa mediante la cual se establecen las relaciones de causa–efecto entre las acciones del proyecto y los factores ambientales susceptibles de ser modificados. Conforme a la metodología propuesta por Leopold et al. (1971), un impacto ambiental no corresponde a la actividad en sí misma, sino a la alteración que dicha actividad produce sobre un receptor ambiental determinado. En consecuencia, la identificación de impactos requiere analizar de manera integrada las acciones del proyecto, los aspectos ambientales que estas generan y las características de los factores ambientales potencialmente afectados.

Bajo este enfoque, la construcción de la matriz de identificación de impactos se desarrolló siguiendo una secuencia metodológica que garantiza la trazabilidad entre la descripción del proyecto, la línea base ambiental, el análisis de sensibilidad y la evaluación de impactos. El procedimiento inició con la definición de las fases del proyecto, conforme a la información presentada en el Capítulo de Descripción del Proyecto. Posteriormente, para cada fase se identificaron las actividades y sub actividades que conforman el proceso constructivo, operativo y de cierre, las cuales constituyen las acciones potencialmente generadoras de interacciones ambientales.

- Identificación de actividades y sub actividades

La identificación de las actividades y sub actividades constituyó la primera etapa del proceso de evaluación de impactos ambientales. Para ello, se tomó como referencia la información desarrollada en el Capítulo de Descripción del Proyecto, donde se caracterizan de manera

detallada las obras, instalaciones, procesos constructivos, operativos y de cierre previstos para el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba.

A partir de esta información, las acciones del proyecto fueron organizadas de acuerdo con las diferentes fases de su ciclo de vida: construcción, operación y mantenimiento, y cierre y abandono. Posteriormente, cada fase fue desagregada en las actividades principales y sus respectivas sub actividades, con el propósito de identificar de forma específica las acciones con potencial de generar interacciones con el medio ambiente.

La desagregación de las actividades permitió definir con mayor precisión el origen de los aspectos ambientales, facilitando la identificación de las fuentes potenciales de alteración sobre los componentes físico, biótico y socioeconómico. Asimismo, este nivel de detalle garantizó la trazabilidad entre la descripción técnica del proyecto y la posterior identificación de aspectos ambientales, riesgos e impactos, evitando omisiones durante la evaluación ambiental.

Las actividades y sub actividades identificadas constituyen las acciones generadoras consideradas en la matriz de interacción causa–efecto, siendo la base para la identificación de los aspectos ambientales, los riesgos asociados y los factores ambientales potencialmente afectados.

- Identificación de aspectos ambientales

Una vez definidas las actividades y sub actividades del proyecto, se procedió a determinar los aspectos ambientales asociados a cada una de ellas. De acuerdo con la Norma ISO 14001:2015, un aspecto ambiental corresponde al elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

Bajo este criterio, el análisis se orientó a identificar aquellas acciones con potencial de generar cambios sobre los componentes físico, biótico y socioeconómico, considerando tanto las condiciones normales de operación como las situaciones anormales y los escenarios accidentales previamente identificados en el análisis de riesgos.

Los aspectos ambientales fueron definidos en función de las entradas y salidas de cada actividad, considerando, entre otros, la remoción de cobertura vegetal, el movimiento de tierras, la ocupación del suelo, el consumo de agua y energía, la utilización de combustibles, la generación de emisiones atmosféricas, ruido, vibraciones, residuos, efluentes y otras interacciones capaces de producir alteraciones sobre el medio receptor.

La identificación de los aspectos ambientales constituyó la base para el análisis de las interacciones entre las acciones del proyecto y los factores ambientales, permitiendo establecer la relación causa–efecto que sustenta la identificación y posterior valoración de los impactos ambientales.

Una vez definidas las actividades, se identificaron los aspectos ambientales asociados a cada una de ellas, entendidos como los elementos derivados de una actividad capaces de interactuar con el ambiente, tales como la remoción de cobertura vegetal, el movimiento de tierras, la generación de emisiones atmosféricas, ruido, vibraciones, residuos, efluentes, consumo de recursos naturales u otras acciones con potencial de producir cambios en el medio receptor.

- Identificación de riesgos ambientales

Como parte del proceso de evaluación de impactos, se tomaron en cuenta los riesgos ambientales asociados a las actividades y sub actividades del proyecto, entendidos como aquellos eventos o situaciones con potencial de ocasionar alteraciones sobre los componentes físico, biótico y socioeconómico. Para ello, se consideraron tanto los riesgos endógenos, derivados de la ejecución de las actividades propias del proyecto, como los riesgos exógenos, originados por fenómenos naturales o factores externos que podrían incrementar la magnitud o probabilidad de los impactos ambientales.

La identificación de riesgos se fundamentó en el análisis de los aspectos ambientales previamente definidos y en las características del área de implantación, permitiendo reconocer escenarios relacionados con derrames de hidrocarburos y sustancias peligrosas, afectación a cuerpos de agua, procesos erosivos, incendios, pérdida de cobertura vegetal, fragmentación del hábitat, alteración de la conectividad ecológica, atropellamiento de fauna, colisión de avifauna con la infraestructura del proyecto, efecto lumínico, presencia de fauna feral y otros eventos con capacidad de generar afectaciones sobre el entorno.

La información obtenida permitió establecer una relación directa entre las actividades del proyecto, los aspectos ambientales y los factores ambientales potencialmente afectados, constituyendo un insumo para la identificación y valoración de los impactos ambientales y para la definición de las medidas de manejo contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.

- Factores ambientales

La identificación de los factores ambientales se realizó a partir de la información generada durante la caracterización de la línea base ambiental y del análisis de sensibilidad, considerando los componentes físico, biótico y socioeconómico presentes en las áreas de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. Se seleccionaron aquellos elementos del medio con potencial de experimentar alteraciones como consecuencia de las actividades previstas durante las fases de construcción, operación y mantenimiento, y cierre y abandono.

Los factores ambientales fueron organizados de acuerdo con el medio y componente al que pertenecen, manteniendo correspondencia con la estructura de la línea base ambiental. Su definición consideró criterios relacionados con el estado de conservación, funcionalidad ecológica, vulnerabilidad, capacidad de recuperación, conectividad, representatividad y relevancia ambiental o social de cada receptor.

Asimismo, la selección de los factores incorporó los resultados obtenidos para los diferentes componentes bióticos (flora, mastofauna, ornitofauna, herpetofauna, entomofauna, ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos), así como los elementos físicos y socioeconómicos caracterizados durante la línea base. De esta manera, se garantizó que los factores ambientales representaran adecuadamente los receptores sobre los cuales podrían manifestarse los efectos derivados de las interacciones entre las actividades del proyecto, los aspectos ambientales y los riesgos identificados.

Los factores ambientales definidos constituyeron las unidades receptoras empleadas en la matriz de interacción causa–efecto, sirviendo de base para la asignación de su importancia ambiental y la posterior valoración de la magnitud y significancia de los impactos.

13.2.2. Valoración de los impactos

Para determinar la gravedad de los impactos y darles una valoración cualitativa y cuantitativa, se utilizaron como criterios la dimensión o tamaño del impacto y la relevancia del impacto para el ambiente y la sociedad, resumido en dos variables: Magnitud e Importancia.[1]

- Magnitud del Impacto.

La fase de valoración de impactos comprende una serie de pasos que evalúan colectivamente la forma en que el Proyecto interactuará con los elementos de los medios físico, biológico, cultural o humano para producir impactos en los recursos/receptores. La predicción del impacto toma en cuenta todos los controles integrados (controles físicos o procedimentales que ya están siendo planificados como parte del diseño del proyecto). Esto evita una situación en la que a un impacto se le asigna una magnitud con base en la versión hipotética del proyecto que no considera ningún control integrado.

Una vez identificados los impactos, el siguiente paso en la fase de valoración es definir las características de cada impacto de acuerdo con diversos atributos que le otorgan una magnitud. En esta evaluación, siempre se presenta un vínculo claro entre el impacto ocasionado por una acción determinada y el recurso/receptor sobre el que se hace dicha acción. Así, la significancia de un impacto se encontrará siempre ligada a las características que presenta el medio donde incide.

La magnitud del impacto califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido sobre un determinado recurso o elemento del ambiente, pudiendo ser esta positiva o negativa (+/-). Se propuso y utilizó el cálculo de una magnitud relativa, a partir de los siguientes procedimientos:

La magnitud de los impactos posee varios atributos, incluyendo naturaleza (positivos o negativos); duración (temporal, permanente); reversibilidad (a largo plazo, a corto plazo); probabilidad (probable, poco probable, cierto); intensidad (baja, media, alta); y extensión (puntual, local, regional).

Los valores de magnitud de los impactos se presentan en un rango de 1 a 10 para lo cual, se calificaron las características de los impactos de acuerdo a la siguiente tabla:

1 De la Maza, C.L. 2007. Evaluación de Impactos Ambientales. En: Biodiversidad: Manejo y Conservación de Recursos Forestales. Pp.579-609. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

Tabla 13-1. Valores de magnitud de los impactos

Naturaleza	Duración	Reversibilidad	Probabilidad	Intensidad	Extensión
Benéfico +1	Temporal 1	A corto plazo 1	Probable 0.1	Baja 1	Puntual 1
Detrimente -1	Permanente 2	A largo plazo 2	Poco probable 0.5	Media 2	Local 2
			Cierto 1	Alta 3	Regional 3

Fuente: De la Maza, C.L. 2007. Evaluación de Impactos Ambientales. En: Biodiversidad: Manejo y Conservación de Recursos Forestales.
Elaboración: Equipo consultor, 2026.

Donde:

Naturaleza: Define el sentido del cambio que experimenta el factor ambiental receptor como resultado de la interacción entre una actividad del proyecto, los aspectos ambientales que esta genera y las características del medio identificadas en la línea base ambiental. La naturaleza puede ser positiva (+) cuando la acción produce un efecto favorable sobre el componente evaluado, negativa (–) cuando genera una alteración o deterioro de sus condiciones ambientales, o neutral, cuando no se identifican cambios significativos. Su asignación se realiza considerando el estado inicial del factor ambiental, su sensibilidad y los riesgos asociados a la actividad evaluada. En la valoración cuantitativa, los impactos negativos reciben un valor de –1 y los impactos positivos un valor de +1.

Intensidad: Corresponde al grado de alteración que una actividad del proyecto produce sobre el factor ambiental receptor, considerando las características del medio identificadas durante la línea base ambiental, su sensibilidad y los riesgos ambientales asociados. La intensidad expresa la magnitud del cambio que experimenta el componente afectado como consecuencia de la interacción entre la actividad, el aspecto ambiental y el factor receptor.

- Alta: Cuando la actividad genera una alteración significativa sobre el factor ambiental, comprometiendo de manera importante su estructura, funcionamiento, calidad o estado de conservación, especialmente en componentes de alta sensibilidad ambiental.
- Media: Cuando la alteración modifica parcialmente las condiciones del factor ambiental, sin comprometer de forma sustancial su funcionalidad, siendo posible su recuperación mediante procesos naturales o la aplicación de medidas de manejo ambiental.
- Baja: Cuando la alteración es limitada, localizada y de escasa magnitud, sin producir cambios significativos en las condiciones del factor ambiental ni en su funcionamiento, siendo fácilmente reversible.

Duración: Corresponde al período durante el cual el impacto permanece sobre el factor ambiental receptor, desde el momento en que se produce la alteración hasta que el componente recupera sus condiciones iniciales o alcanza un nuevo estado de equilibrio. Su determinación considera la naturaleza del impacto, las características del medio receptor y su capacidad de recuperación. Puede ser:

- Permanente: Cuando la alteración permanece durante toda la vida útil del proyecto o continúa una vez finalizada la actividad que la originó, requiriendo largos períodos para su recuperación o presentando cambios que pueden considerarse irreversibles.
- Temporal: Cuando la alteración se mantiene únicamente durante un período limitado, asociado a la ejecución de la actividad que la genera o por un tiempo determinado posterior a ella, permitiendo que el factor ambiental recupere sus condiciones originales mediante procesos naturales o con la aplicación de medidas de manejo ambiental.

Extensión: Corresponde al alcance espacial del impacto sobre el factor ambiental receptor, determinado en función de la superficie o área geográfica donde se manifiestan sus efectos, considerando la ubicación de la actividad generadora, las características del medio receptor y la delimitación de las Áreas de Influencia Directa (AID) e Indirecta (AII) del proyecto. Este criterio permite establecer la distribución espacial de la alteración y su potencial de propagación sobre los componentes ambientales evaluados.

La escala de valoración adoptada fue la siguiente:

- Regional: Cuando el impacto trasciende los límites del Área de Influencia Directa y se extiende hacia el Área de Influencia Indirecta o a zonas externas al área de implantación del proyecto, pudiendo afectar procesos o recursos ambientales de una mayor cobertura territorial.
- Local: Cuando el impacto se manifiesta dentro de los límites del Área de Influencia Directa del proyecto, afectando uno o varios factores ambientales presentes en dicha área, sin extenderse significativamente fuera de ella.
- Puntual: Cuando el impacto se restringe exclusivamente al sitio donde se desarrolla la actividad, limitándose a la huella de intervención o al área inmediata de ejecución, sin generar efectos apreciables fuera de ese espacio.

Reversibilidad: En función de su capacidad de recuperación

- A corto plazo: Cuando un impacto puede ser asimilado por el propio entorno en el tiempo.
- A largo plazo: Cuando el efecto no es asimilado por el entorno o si es asimilado toma un tiempo considerable.

Reversibilidad: Corresponde a la capacidad del factor ambiental receptor para recuperar sus condiciones originales, o alcanzar un estado funcional equivalente, una vez que cesa la acción que originó el impacto. Su valoración considera las características del componente afectado, su sensibilidad ambiental, la resiliencia del sistema y la eficacia de los procesos naturales o de las medidas de manejo ambiental previstas para su recuperación.

La escala de valoración adoptada fue la siguiente:

- A corto plazo: Cuando el factor ambiental puede recuperar sus condiciones iniciales en un período relativamente corto, mediante procesos naturales o con la implementación

de medidas de manejo ambiental, sin que se produzcan alteraciones permanentes en su estructura o funcionamiento.

- A largo plazo: Cuando la recuperación del factor ambiental requiere períodos prolongados de tiempo, depende de procesos ecológicos complejos o de acciones de restauración específicas, o cuando la alteración genera cambios persistentes que limitan la recuperación total de sus condiciones originales.

Probabilidad: Corresponde a la posibilidad de que un impacto ambiental se materialice como consecuencia de la ejecución de una actividad del proyecto. Su valoración expresa el grado de certidumbre sobre la ocurrencia del impacto, considerando las características de la actividad, los aspectos ambientales asociados, las condiciones del medio receptor, la sensibilidad ambiental y los escenarios de riesgos endógenos y exógenos identificados para el proyecto.

La escala de valoración adoptada fue la siguiente:

- Poco probable: Existen condiciones técnicas, operativas o ambientales que hacen poco probable la ocurrencia del impacto, por lo que su materialización es eventual o de baja frecuencia.
- Probable: La ocurrencia del impacto es razonablemente esperada durante la ejecución de la actividad, de acuerdo con las condiciones operativas del proyecto y las características del medio receptor.
- Cierto: La ocurrencia del impacto es previsible y prácticamente inevitable como consecuencia directa de la actividad evaluada, independientemente de la implementación de medidas de manejo, aunque estas puedan reducir su magnitud o duración.

Los valores de magnitud (M) se determinaron de acuerdo a la siguiente expresión:

M = NATURALEZA * PROBABILIDAD * (DURACIÓN + REVERSIBILIDAD +INTENSIDAD + EXTENSIÓN)

De acuerdo con estos criterios y a la metodología de evaluación, los impactos positivos más altos tendrán un valor de 10 cuando se trate un impacto permanente, alto, local, reversible a largo plazo y cierto o –10 cuando se trate de un impacto de similares características, pero de carácter perjudicial o negativo.

13.2.3. Importancia de los factores ambientales.

La determinación de la importancia de los factores ambientales constituye una etapa fundamental dentro del proceso de evaluación de impactos ambientales, ya que permite establecer el valor o relevancia intrínseca que posee cada factor ambiental antes de la ocurrencia de un impacto. Este criterio representa la capacidad del medio receptor para mantener su estructura, composición y funcionamiento ecológico, físico o socioeconómico, y constituye uno de los parámetros utilizados posteriormente para determinar la significancia de los impactos ambientales derivados de las actividades del proyecto.

La asignación de la importancia de los factores ambientales se desarrolló mediante un proceso sistemático de integración de la información obtenida durante la caracterización de la línea base ambiental y el análisis de sensibilidad ambiental, con el propósito de garantizar la coherencia metodológica entre todos los componentes del Estudio de Impacto Ambiental y asegurar la trazabilidad entre la descripción del proyecto, las condiciones actuales del medio y la evaluación de impactos.

La determinación de la importancia de cada factor se sustentó en la información obtenida durante la caracterización de los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos; y los resultados del análisis de sensibilidad ambiental, considerando criterios relacionados con el estado de conservación de los ecosistemas, representatividad ecológica, funcionalidad ambiental, vulnerabilidad del recurso, resiliencia, capacidad de recuperación, conectividad ecológica, presencia de especies endémicas, amenazadas o incluidas en categorías nacionales e internacionales de conservación, existencia de corredores biológicos, importancia hidrológica de cuerpos de agua permanentes y estacionales, así como la relevancia física, biológica y socioeconómica de los elementos presentes dentro de las áreas de influencia del proyecto.

La valoración de la importancia se realizó mediante juicio técnico multidisciplinario, sustentado en la evidencia obtenida durante los estudios de línea base, el análisis de sensibilidad ambiental y la evaluación de riesgos. En este proceso participaron especialistas de las diferentes disciplinas, quienes analizaron de manera integrada el papel funcional de cada factor dentro del sistema ambiental, su vulnerabilidad frente a las acciones del proyecto y su capacidad de recuperación ante posibles perturbaciones.

- Componentes físicos

La asignación de la importancia de los factores correspondientes al componente físico se fundamentó en el análisis integrado de la línea base ambiental y de los resultados del estudio de sensibilidad física, considerando la función que cada recurso cumple dentro del sistema ambiental y su susceptibilidad frente a las actividades previstas para el proyecto. Para ello, se evaluaron aspectos relacionados con la estabilidad geomorfológica, la calidad y capacidad de uso del suelo, los procesos erosivos, la dinámica hidrológica, la calidad y disponibilidad del recurso hídrico, la calidad del aire, el ambiente acústico y las condiciones climáticas que pueden influir en la magnitud y comportamiento de los impactos ambientales. Asimismo, se consideró la vulnerabilidad de estos recursos frente a procesos de degradación, su capacidad de recuperación natural y la relevancia que presentan para el mantenimiento del equilibrio físico del área de influencia. Estos criterios fueron establecidos a partir de la caracterización del componente físico y del análisis de sensibilidad desarrollado para el proyecto.

- Componentes bióticos

La importancia asignada a los factores del componente biótico se sustentó en la información obtenida durante la caracterización ecológica del área de estudio y en el análisis de sensibilidad biótica, considerando el valor de conservación y la función ecológica de los ecosistemas y especies registradas. Se incorporaron criterios relacionados con la representatividad de la cobertura vegetal, el estado de conservación de los hábitats, la conectividad ecológica, la presencia de

corredores biológicos, la diversidad biológica, el grado de endemismo, las categorías nacionales e internacionales de conservación, la sensibilidad ecológica de las especies, la importancia de los cuerpos de agua para la fauna acuática y el papel funcional que desempeñan los diferentes grupos biológicos dentro del ecosistema. De igual manera, se evaluó la capacidad de recuperación de los ecosistemas y la vulnerabilidad de la biodiversidad frente a las actividades del proyecto y a los escenarios de riesgo identificados.

- Componentes socioeconómicos

La asignación de la importancia para los factores del componente socioeconómico se realizó considerando la relevancia que los recursos y servicios sociales poseen para la población asentada dentro del área de influencia del proyecto, así como su nivel de vulnerabilidad frente a posibles alteraciones derivadas de la ejecución de las actividades previstas. La valoración incorporó aspectos relacionados con las condiciones de salud y seguridad de la población, el empleo, las actividades productivas, el uso y aprovechamiento del territorio, la infraestructura comunitaria, el paisaje, el patrimonio cultural y arqueológico, la movilidad, las dinámicas sociales y la percepción de las comunidades respecto al proyecto. Asimismo, se consideraron los resultados del análisis de sensibilidad social, permitiendo priorizar aquellos factores cuya alteración podría generar mayores repercusiones sobre el bienestar de la población o sobre el funcionamiento de las actividades económicas locales.

- Valoración

Como resultado de este análisis, a cada factor ambiental se le asignó un valor de importancia dentro de una escala ordinal de 1 a 10, la cual refleja el nivel de sensibilidad y relevancia ambiental del recurso receptor. Esta valoración constituye un criterio de entrada para la evaluación de impactos ambientales, permitiendo priorizar aquellos componentes cuya afectación requiere una mayor atención durante la formulación de las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y monitoreo contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.

La clasificación utilizada para la asignación de la importancia de los factores ambientales se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 13-2. Valoración de la importancia

Valor de Importancia	Criterio de Sensibilidad / Estado del Factor	Descripción Cualitativa y Funcional
1 – 2	Muy Baja	Factor con un nivel de degradación muy alto, antrópicamente alterado y sin funciones ecológicas o sociales relevantes. Su pérdida o modificación no genera repercusiones en el entorno.
3 – 4	Baja	Factor intervenido o con alta resiliencia. Posee escasa representatividad ecológica o baja vulnerabilidad social. Su alteración genera efectos marginales y fácilmente reversibles.
5 – 6	Media	Factor con estado de conservación moderado o con funciones de soporte secundarias (ej. vegetación secundaria, áreas de pastizales o parámetros físicos dentro de norma con tolerancia moderada).
7 – 8	Alta	Factor de elevada relevancia ecológica, física o social (ej. calidad de aire/agua sin contaminación, presencia de vegetación nativa en regeneración o poblaciones en áreas adyacentes). Su afectación puede modificar la dinámica local del componente.
9 – 10	Muy Alta / Crítica	Factor fundamental para la integridad y equilibrio del ecosistema o del sistema socioeconómico (ej. cuerpos hídricos permanentes en épocas secas, especies amenazadas o CITES, predios en afectación directa). Su alteración puede desencadenar impactos secundarios en cadena y cambios sustanciales irreversibles.

Elaboración: Equipo consultor, 2026.

Finalmente, los valores de importancia obtenidos fueron incorporados como uno de los criterios de ponderación dentro de la metodología de evaluación de impactos ambientales, permitiendo mantener una relación metodológica consistente entre la línea base ambiental, el análisis de sensibilidad, la identificación de aspectos y riesgos ambientales, la valoración de impactos y la definición de las medidas del Plan de Manejo Ambiental, asegurando la trazabilidad técnica de todo el proceso de evaluación.

13.2.4. Significancia de los impactos.

A cada factor ambiental escogido para el análisis se le dio un peso ponderado frente al conjunto de factores; este valor de importancia se estableció del criterio y experiencia del equipo de profesionales a cargo de la elaboración del estudio, tomando en cuenta el estado de degradación de los ecosistemas en la actualidad sin el proyecto. Al igual que la magnitud de los impactos se presenta en un rango de uno a diez.

De esta forma, el valor total de la afectación se dio en un rango de 1 a 100 ó de –1 a –100 que resulta de multiplicar el valor de importancia del factor por el valor de magnitud del impacto, permitiendo de esta forma una Jerarquización de los impactos en valores porcentuales; entonces; el valor máximo de afectación al medio estará dado por la multiplicación de 100 por el número

de interacciones encontradas en cada análisis. Una vez trasladados estos valores a valores porcentuales, son presentados en rangos de significancia de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 13-3. Significancia de los impactos

RANGO	SIMBOLO	SIGNIFICANCIA
81-100	+MS	(+) Muy significativo
61-80	+S	(+) Significativo
41-60	+MEDS	(+) Medianamente Significativo
21-40	+PS	(+) Poco Significativo
0-20	+NS	(+) No Significativo
(-) 0-20	-NS	(-) No Significativo
(-) 21-40	-PS	(-) Poco Significativo
(-) 41-60	-MSi	(-) Medianamente Significativo
(-) 61-80	-S	(-) Significativo
(-) 81-100	-MS	(-) Muy Significativo

Elaboración: Ing. Byron Arregui Gallegos; 2000.

Los términos no significativos, menor, moderado o alto, son relativos, y se usan para caracterizar la magnitud del impacto. Impactos no significativos son aquellos que pueden ser percibidos, pero al menor límite de detección. A pesar de que no se espera que estos cambios resulten en un impacto positivo o negativo discernible, sería inapropiado concluir que no hay impacto. Un impacto menor es aquel que es leve pero detectable. Impactos moderados o medianamente significativos son aquellos más perceptibles, típicamente son proclives a cuantificación o medición y pueden aproximarse a límites máximos permisibles o estándares de calidad ambiental. Los impactos altos o mayor (significativo y muy significativo) son aquellos que, en su contexto y debido a su intensidad (severidad), tienen el potencial de alcanzar los umbrales de calidad ambiental determinados. Este tipo de impactos demanda atención prioritaria y análisis detallado para establecer los medios de mitigación. Estas medidas de mitigación deberán reducir la severidad del impacto hasta cumplir con los umbrales establecidos y alcanzar niveles de impacto menor o moderado.

13.3. RESULTADOS

13.3.1. Actividades del proyecto.

Las actividades consideradas para la identificación y evaluación de impactos ambientales, los aspectos ambientales y los riesgos asociados se muestran a continuación:

Tabla 13-4. Actividades generales del proyecto

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
Fase de Construcción	Instalación de infraestructuras y áreas temporales.	1	Adecuación del terreno.	Se procederá con la adecuación del terreno para la instalación de las faenas como primera actividad, que consistirá en el desbroce de la vegetación existente en el sitio de interés, aplanado y mejoramiento del suelo.	• Remoción de la cobertura vegetal. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido ambiental. • Generación de vibraciones por la operación de maquinaria. • Generación de residuos sólidos no peligrosos, peligrosos y especiales. • Consumo de combustibles y lubricantes. • Manejo y almacenamiento de combustibles, aceites y otras sustancias peligrosas. • Contratación de mano de obra local. • Demanda de bienes y servicios locales.	• Incendio forestal. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Desplazamiento de fauna silvestre. • Pérdida de recursos alimenticios para la fauna silvestre. • Pérdida de conectividad ecológica. • Alteración de drenajes naturales (permanentes y estacionales). • Afectación de cuerpos de aguas permanentes y estacionales. • Introducción o dispersión de especies exóticas invasoras. Intervención u ocupación de áreas de servidumbre
		2	Instalación de baterías sanitarias portátiles	Dentro del área de influencia se instalará baterías sanitarias portátiles para uso sanitario del personal.	• Generación de aguas residuales domésticas. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Consumo de agua para uso sanitario. • Derrames o fugas de aguas residuales. • Emisiones de olores.	• Vertido accidental de aguas residuales. • Afectación de cuerpos de agua permanentes. • Ingreso de fauna silvestre a las áreas de almacenamiento temporal de residuos. • Presencia e interacción de fauna feral. • Afectación a cuerpos de agua.
		3	Instalación de bodegas de almacenamiento general.	Se instalará dos bodegas de almacenamiento general. Se utilizaran contenedores previamente adecuados. Estas bodegas podrán ser móviles, y se irán desplazando conforme las necesidades en las áreas de construcción.	• Ocupación temporal del terreno. • Consumo de materiales e insumos. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión.	• Incendio. • Derrame de combustibles. • Vertido accidental de sustancias peligrosas. • Ingreso de fauna silvestre a las áreas de almacenamiento temporal de residuos.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
					• Generación de ruido. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Consumo de combustibles y lubricantes. • Contratación de mano de obra local. • Demanda de bienes y servicios locales.	• Pérdida de conectividad ecológica. • Afectación a cuerpos de agua. Desplazamiento de fauna
		4	Estacionamiento General.	Se adecuará un espacio para ser utilizado para estacionamiento general de los vehículos que lleguen al área constructiva.	• Ocupación temporal del terreno. • Emisión de gases de combustión. • Emisión de material particulado (polvo). • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Consumo de combustibles y lubricantes. • Generación de residuos sólidos no peligrosos.	• Derrame de combustibles y lubricantes. • Vertido accidental de sustancias peligrosas. • Ingreso de fauna silvestre. • Presencia e interacción de fauna feral. • Pérdida de conectividad ecológica. Atropellamiento
		5	Instalación de una garita.	Corresponde a la instalación de un pequeña torre, desde donde se controlará el ingreso y egreso de vehículos y personas.	• Ocupación temporal del terreno. • Consumo de materiales de construcción. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Generación de ruido. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Efecto lumínico sobre la fauna. Desplazamiento de fauna
		6	Instalación de Grupo Electrógeno.	Comprende la instalación de un equipo que tiene como función convertir la llamada capacidad calorífica en energía mecánica y luego en energía eléctrica. Consiste en un motor y un alternador que están acoplados e insertan en una base con otros elementos. Este elemento contendrá: una batería, tanque de combustible, panel de control, cuadro y silenciador.	• Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Consumo y almacenamiento de combustibles. • Consumo de lubricantes. • Generación de residuos peligrosos. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Vertido accidental de sustancias peligrosas. • Envenenamiento de fauna silvestre.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
		7	Instalación de oficinas temporales y enfermería.	Corresponde a la instalación de oficinas temporales construidas con elementos desmontables, las mismas que serán retiradas cuando terminen las faenas de construcción.	• Ocupación temporal del terreno. • Consumo de materiales de construcción. • Consumo de agua. • Consumo de energía eléctrica. • Generación de aguas residuales domésticas. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Generación de ruido. • Contratación de mano de obra local.	• Vertido accidental de aguas residuales. • Manejo inadecuado de residuos sólidos. • Ingreso de fauna silvestre a las áreas de almacenamiento temporal de residuos. • Presencia e interacción de fauna feral. • Efecto lumínico sobre la fauna. • Afectación a cuerpos de agua (perennes y estacionales).
		8	Adecuación de área de acopio de materiales (Escombreras).	En caso de generarse material excedente producto de las actividades de excavación y movimiento de tierras, este será acopiado y dispuesto temporalmente en zonas estables, alejadas de cuerpos hídricos y quebradas, conforme a criterios técnicos y territoriales para la ubicación de escombreras. El material que no sea reutilizado en actividades de reconformación y relleno será transportado y depositado de manera controlada en seis (6) sitios previamente identificados y destinados como escombreras dentro del proyecto.	• Ocupación temporal del terreno. • Movimiento de tierras. • Emisión de material particulado (polvo). • Generación de ruido. • Generación de residuos de excavación (escombros). • Contratación de mano de obra local. • Incremento del tránsito de maquinaria y vehículos.	• Derrame de combustibles y lubricantes. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Afectación de cuerpos de agua permanentes. • Introducción o dispersión de especies exóticas invasoras. • Afectación a cuerpos de agua (perennes y estacionales). • Pérdida de conectividad ecológica.
	Preparación del sitio para instalación del parque fotovoltaico.	9	Desbroce y limpieza del terreno.	Previo al ingreso de maquinaria, puesta en marcha de obras y adecuaciones, se realizará una tala controlada de los individuos arbóreos que se encuentren en las zonas donde se construirá la infraestructura del proyecto, con base en aquellas áreas autorizadas por la Autoridad, de acuerdo con lo encontrado tanto en la caracterización del área de influencia para el medio biótico, como en la demanda de recursos naturales. Adicionalmente, se hará una remoción de aquella vegetación existente correspondiente al desmonte, limpieza y descapote, con el fin de que las zonas de obra presenten las condiciones requeridas para el inicio de la construcción. Es	• Remoción de la cobertura vegetal. • Movimiento y nivelación del suelo. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Generación de residuos vegetales. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Consumo de combustibles y lubricantes.	• Incendio forestal. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Cacería de fauna silvestre. • Tráfico ilegal de especies incluidas en los apéndices CITES. • Extracción ilegal de flora nativa. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Desertificación. • Afectación de cuerpos de agua permanentes y estacionales. • Afectación de corredores biológicos.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
				importante resaltar, que el desmonte, limpieza y descapote solo se realizará donde se requieren excavaciones e intervenciones puntuales o mejorar las condiciones del terreno; en los sitios donde no se requiere intervención, se conservará la capa vegetal debido a que ésta protege contra la erosión y evita el levantamiento de material particulado.	• Contratación de mano de obra local.	• Afectación de áreas de alta sensibilidad ecológica. • Afectación de especies de flora con categoría de conservación. • Afectación de especies de fauna con categoría de conservación. Desplazamiento de fauna. • Pérdida de conectividad ecológica.
		10	Cercado perimetral (~10 km).	Se realizará un proceso de cercado o cerramiento, así como la instalación de un sistema de seguridad. El cerramiento perimetral será permanente; el vallado de seguridad será en malla con alambre de acero galvanizado.	• Ocupación temporal del terreno. • Consumo de materiales de construcción. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Generación de ruido. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio forestal. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Cacería de fauna silvestre. • Tráfico ilegal de especies incluidas en los apéndices CITES. • Pérdida de conectividad ecológica. Intervención u ocupación de áreas de servidumbre.
		11	Movimiento de tierras y nivelación del terreno.	La nivelación del terreno es necesaria para asegurar que las estructuras de los módulos solares y los seguidores estén instaladas sobre una pendiente máxima admisible. Teniendo en cuenta estos requisitos y la topografía del terreno, se evidencia que no se necesita un movimiento de tierras ni nivelación importante, razón por la cual, se realizará únicamente una homogenización de la pendiente utilizando tierra proveniente de esta actividad y de las posibles excavaciones.	• Movimiento y nivelación del suelo. • Consumo de recursos naturales. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Generación de residuos de excavación (escombros). • Contratación de mano de obra local.	• Incendio forestal. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Introducción o dispersión de especies exóticas invasoras. • Desertificación. Desplazamiento de fauna. • Pérdida de conectividad ecológica. Intervención u ocupación de áreas de servidumbre. Afectación a cuerpos de agua permanentes o estacionales Alteración de drenajes naturales
	Transporte.	12	Transporte de equipos, materiales de construcción y personal.	Se desplazará a la zona los equipos que permitan la construcción de las instalaciones temporales. Posteriormente, se desplazará a la zona, los equipos	• Emisión de gases de combustión. • Emisión de material particulado (polvo).	• Incendio por accidentes de tránsito. • Derrame de combustibles y lubricantes.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
				necesarios para la construcción de la totalidad de infraestructura del parque.	• Generación de ruido. • Consumo de combustibles. • Incremento del tránsito vehicular. • Contratación de mano de obra local.	• Atropellamiento de fauna silvestre. • Cacería de fauna silvestre. • Tráfico ilegal de especies incluidas en los apéndices CITES. Desplazamiento de fauna
	Obras civiles.	13	Delimitación de vías.	Los chaflanes servirán para delimitar las zonas donde se pretende realizar la intervención y que, los movimientos y desplazamientos que se realicen se encuentren por dentro de aquel esquema licenciado por la Autoridad.	• Ocupación temporal del terreno. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido.	• Incendio forestal. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Afectación a cuerpos de agua. Desplazamiento de fauna
		14	Nivelación del terreno y construcción de plataformas.	Se realizará la nivelación del terreno mediante excavación, corte y relleno con maquinaria pesada para conformar superficies estables; posteriormente, se ejecutarán rellenos compactados para la construcción de obras como las plataformas de inversores y subestación, incorporando cunetas de drenaje pluvial en zonas con pendiente para el control de escorrentías.	• Movimiento de tierras. • Ocupación del terreno. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Generación de residuos de excavación (escombros). • Alteración del drenaje superficial. • Remoción de la cobertura vegetal. • Alteración del hábitat terrestre. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio forestal. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Caída de fauna en cunetas. • Introducción o dispersión de especies exóticas invasoras. • Desertificación. • Afectación a cuerpos de agua. Desplazamiento de fauna. Intervención u ocupación de áreas de servidumbre. Alteración de drenajes naturales
		15	Construcción y mejora de vías internas y externas.	Se construirán vías internas con pavimento flexible (asfalto), compuesto por subrasante compactada, subbase y base granular, y carpeta asfáltica, con espesores definidos según estudios geotécnicos, cargas de diseño y vida útil. La infraestructura incluirá drenaje adecuado (pendientes, cunetas y alcantarillas) para evitar erosión y encharcamientos, así como señalización vertical y horizontal.	• Consumo de recursos naturales. • Movimiento de tierras. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Generación de residuos de construcción	• Incendio forestal. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Caída de fauna en cunetas. • Introducción o dispersión de especies exóticas invasoras. • Afectación a cuerpos de agua perennes y estacionales Desplazamiento de fauna. • Pérdida de conectividad

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
					(escombros). • Ocupación permanente del terreno. • Contratación de mano de obra local.	ecológica. Intervención u ocupación de áreas de servidumbre. Alteración de drenajes naturales
		16	Construcción de obras de drenaje.	Como parte de las obras civiles del proyecto, se contempla la implementación de *cunetas de drenaje pluvial en las áreas con pendiente*, con el fin de controlar la escorrentía superficial, prevenir procesos de erosión y garantizar la adecuada evacuación de aguas lluvias.	• Movimiento de tierras. • Consumo de materiales e insumos. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Generación de residuos de construcción (escombros). • Modificación del drenaje superficial. • Contratación de mano de obra local.	• Derrame de combustibles y lubricantes. • Caída de fauna en cunetas. • Caída de fauna en zanjas. • Afectación de cuerpos de aguas perennes y estacionales. Desplazamiento de fauna. Alteración de drenajes naturales
	Instalación de módulos fotovoltaicos.	17	Instalación de estructuras de soporte y seguidores.	Se realizará la instalación de estructuras de soporte mediante hincado de fundaciones o, según las condiciones del suelo, mediante micro-pilotes. El hincado será ejecutado con maquinaria especializada, con un rendimiento estimado de hasta 450 unidades diarias, previa demarcación de los puntos mediante topografía convencional. Sobre estas estructuras se dispondrán aproximadamente 400.000 módulos fotovoltaicos montados en seguidores con orientación norte-sur y un rango de inclinación de ±55°, con una altura típica de entre 2,5 y 3 m.	• Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Emisión de gases de combustión. • Consumo de combustibles y lubricantes. • Consumo de materiales e insumos. • Generación de residuos sólidos. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Atropellamiento de fauna silvestre. Desplazamiento de fauna
		18	Montaje de los módulos fotovoltaicos e instalación de inversores.	Se instalarán aproximadamente 400.088 módulos monocristalinos (~500 Wp), los cuales serán interconectados en strings en corriente continua (1500 V) y conducidos hacia cabinas de conversión con 38 inversores centrales (4,2 MW_ac) y transformadores elevadores (0,63/34,5 kV), para su posterior evacuación.	• Ocupación permanente del terreno. • Consumo de materiales e insumos. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Derrame de sustancias peligrosas. • Colisión de aves con paneles fotovoltaicos. • Colisión de murciélagos con paneles fotovoltaicos.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
		19	Construcción de Red interna de media tensión (34,5 kV).	Se implementará un sistema de interconexión eléctrica mediante cableado en media tensión, dispuesto de forma subterránea o aérea según las condiciones del terreno y criterios de diseño, el cual conectará las distintas estaciones del proyecto. Este sistema estará conformado por aproximadamente seis alimentadores principales, utilizando conductores con aislamiento tipo XLPE (polietileno reticulado), adecuados para operación en redes de media tensión. La longitud total estimada de este sistema de cableado interno será del orden de 10 a 15 km, permitiendo la recolección y transporte eficiente de la energía generada hacia los puntos de transformación y evacuación.	• Ocupación temporal del terreno. • Consumo de materiales e insumos. • Consumo de recursos naturales. • Emisión de gases de combustión. • Emisión de material particulado (polvo). • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Generación de residuos sólidos. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Caída de fauna en zanjas. • Electrocución de fauna en infraestructura eléctrica. Intervención u ocupación de áreas de servidumbre.
	Construcción de subestación La Ceiba y del edificio de control.	20	Construcción de la infraestructura de la sub estación.	Corresponde a la construcción de la infraestructura donde se albergarán los equipos de la subestación (interruptores, seccionadores, transformadores de medición, transformador de potencia, celdas de media tensión, entre otros), así como los elementos de regulación y comando. Esta actividad incluye la construcción de cimentaciones, la implementación de una malla a tierra y la construcción de un cárcamo, el cual tiene por finalidad proteger el medio circundante de los transformadores, para que, en caso de un derrame de aceite dieléctrico, el aceite se pueda contener de manera segura al interior de este. Como parte de la infraestructura del edificio de control, se contará con oficinas, baños, almacenamiento, cuarto de residuos sólidos (por cada tipo) y zonas de parqueo.	• Ocupación del terreno. • Consumo de energía, materiales e insumos. • Consumo de recursos naturales. • Emisión de gases de combustión. • Emisión de material particulado (polvo). • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Generación de residuos no peligrosos, peligrosos y especiales. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Explosión. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Derrame de aceites dieléctricos. • Vertido accidental de sustancias peligrosas. • Envenenamiento de fauna silvestre. • Ingreso de fauna silvestre a las áreas de almacenamiento temporal de residuos. • Presencia e interacción de fauna feral. Desplazamiento de fauna. Intervención u ocupación de áreas de servidumbre.
	Subestación elevadora 34,5/230 kV en ~7.890 m².	21	Tendido y colocación de conductores, vestido de estructuras.	Una vez instaladas las estructuras internas y externas, se procederá al montaje de los elementos necesarios para el soporte y conducción de los cables, tales como crucetas, cadenas de aisladores y tensores. De manera complementaria, se implementarán los componentes principales del sistema eléctrico,	• Consumo de materiales e insumos. • Consumo de energía. • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Generación de vibraciones.	• Incendio. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Atropellamiento de fauna silvestre.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
				incluyendo bahías de línea, transformadores y sistemas de barras principal y de transferencia, que permitirán la adecuada conexión, maniobra y operación de la subestación.	• Generación de residuos no peligrosos y peligrosos. • Contratación de mano de obra local.	
	Pruebas y puesta en marcha.	22	Realización de pruebas para puesta en marcha	Se realizarán ensayos de los equipos y la conexión inicial del sistema, incluyendo pruebas de continuidad y resistencia eléctrica, así como ensayos de funcionamiento de transformadores y de la subestación. De manera complementaria, se ejecutarán verificaciones propias de un parque fotovoltaico, tales como el control de la correcta instalación de estructuras, revisión del sistema en corriente continua, evaluación del rendimiento de los módulos, inspección del cableado y verificación de los locales técnicos. Finalmente, se llevará a cabo la sincronización del sistema con el CENACE para la entrada en operación del proyecto.	• Consumo de energía eléctrica. • Generación de ruido.	• Incendio. • Explosión. • Derrame de aceites dieléctricos. • Vertido accidental de sustancias peligrosas.
	Estadía de personal.	23	Estadía de personal.	Se llevará a cabo la contratación de personal calificado y no calificado para la realización de las actividades propias de la fase de construcción.	• Consumo de agua. • Consumo de energía. • Generación de aguas residuales domésticas. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Generación de empleo temporal.	• Vertido accidental de aguas residuales. • Manejo inadecuado de residuos sólidos. • Ingreso de fauna silvestre a las áreas de almacenamiento temporal de residuos. • Presencia e interacción de fauna feral. • Cacería de fauna silvestre. • Tráfico ilegal de especies incluidas en los apéndices CITES. • Afectación a cuerpos de agua. Desplazamiento de fauna
	Mantenimiento de maquinaria y equipos de la construcción.	24		Corresponde al mantenimiento preventivo, mediante el cambio de lubricantes, filtros y remplazo de componentes que por el uso mecánico puedan irse desgastando.	• Consumo de lubricantes e insumos. • Generación de residuos peligrosos. • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido.	• Incendio. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Derrame de aceites dieléctricos. • Vertido accidental de sustancias peligrosas.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
						• Envenenamiento de fauna silvestre.
	Cierre de la fase constructiva.	25	Desmantelamiento de la infraestructura temporal	Corresponde a las actividades de desmantelamiento de las zonas industriales temporales e infraestructura de soporte. Para el abandono de este tipo de instalaciones de obra, se debe llevar a cabo la demolición total de la infraestructura. Posteriormente, estos materiales o residuos se trasladarán a un lugar de almacenamiento o de disposición final. Los residuos de excavación que se generen serán dispuestos en el depósito destinado para tal fin. En caso de identificarse un área degradad luego de esta fase, se realizaran actividades de rehabilitación que culminaran con la revegetación con especies nativas propias del sitio.	• Desmantelamiento de infraestructura. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Generación de residuos no peligrosos, peligrosos y especiales. • Consumo de combustibles. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Vertido accidental de sustancias peligrosas. • Manejo inadecuado de residuos sólidos y peligrosos. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Introducción o dispersión de especies exóticas invasoras.
	Fijación de áreas para conservación.	26		Como parte del desarrollo del proyecto, se fijarán áreas de conservación en las cuales no existirá intervención alguna respecto de instalaciones, facilidades o actividades del proyecto fotovoltaico; estás áreas que corresponden a zonas con presencia de estratos vegetales en buen estado (vegetación arbustiva y herbácea), se mantendrán dentro del área de implantación.	• Delimitación y protección de áreas de conservación. • Conservación de la cobertura vegetal nativa. • Conservación de corredores biológicos. • Conservación de hábitats para la fauna silvestre.	• Incendio forestal. • Cacería de fauna silvestre. • Tráfico ilegal de especies incluidas en los apéndices CITES. • Extracción ilegal de flora nativa. • Introducción o dispersión de especies exóticas invasoras.
Fase operación y mantenimiento.	Operación del parque solar	27	Puesta en marcha.	Corresponde a la conversión de la radiación solar en energía eléctrica, que tiene lugar en los módulos fotovoltaicos a instalar, siendo estos últimos los elementos base en la operación y funcionamiento del parque solar. Dentro de las actividades de operación se encuentra el control diario, revisión de indicados y funcionamiento de la infraestructura del parque solar.	• Ocupación permanente del terreno. • Generación de energía eléctrica. • Consumo de energía para servicios auxiliares. • Consumo de insumos y materiales. • Generación de residuos sólidos no peligrosos y peligrosos. • Contratación de mano de obra local. • Demanda de bienes y servicios locales.	• Incendio. • Explosión. • Colisión de aves con paneles fotovoltaicos. • Colisión de murciélagos con paneles fotovoltaicos. • Efecto lumínico sobre la fauna. • Ingreso de fauna silvestre a las áreas de almacenamiento temporal de residuos. • Presencia e interacción de fauna feral. Desplazamiento de fauna

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
	Operación de la subestación	28		La Central operará en forma autónoma, más allá del control que pueda tener el operador de turno. Las tareas de la etapa operativa son las siguientes: Funcionamiento de los módulos, seguidores, inversores y sus transformadores asociados; tracking solar diario del seguidor a partir la actuación del accionamiento lineal; mantenimiento de los módulos, seguidores, inversores y sus transformadores asociados; circulación por los caminos internos; y generación de residuos.	• Generación de energía eléctrica. • Consumo de energía para equipos auxiliares. • Consumo de insumos y materiales. • Emisión de gases de combustión por vehículos de mantenimiento. • Emisión de material particulado (polvo) por circulación de vehículos. • Generación de residuos sólidos no peligrosos y peligrosos. • Circulación de vehículos por caminos internos. • Contratación de mano de obra.	• Incendio. • Explosión. • Derrame de aceites dieléctricos. • Vertido accidental de sustancias peligrosas. • Electrocución de fauna en infraestructura eléctrica. • Envenenamiento de fauna silvestre. • Ingreso de fauna silvestre a las áreas de almacenamiento temporal de residuos. Desplazamiento de fauna
	Mantenimiento de los elementos del parque voltaico.	29	Mantenimiento preventivo de los paneles solares.	Consiste en una limpieza con agua desmineralizada sin detergentes u otros agentes químicos. Revisión visual diaria de la instalación, es decir, paneles, entros de inversión y transformación, etc. Reparaciones en general de las infraestructuras mecánica y eléctrica, según las necesidades de la planta. (Reemplazo de paneles defectuosos y cableados). Solución de averías. Revisiones termográficas de los módulos fotovoltaicos. Control de los valores de producción de las series de paneles. En la limpieza de módulos fotovoltaicos se utilizará agua que luego de ser usada en la limpieza, el agua escurrirá hacia el suelo para luego evaporarse.	• Consumo de agua . • Consumo de materiales e insumos. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Generación de aguas residuales por limpieza de equipos. • Circulación de vehículos de mantenimiento. • Contratación de bienes y servicios.	• Derrame de combustibles y lubricantes. • Vertido accidental de aguas residuales. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Afectación a cuerpos de agua permanentes o estacionales.
		30	Mantenimiento correctivo de paneles solares.	Reparación de averías de inversores, incluso sustitución parcial o total; reparación de averías de CTs; reparación de averías de transformadores de potencia. Incluso sustitución; reparación en cuadros de protecciones de corriente continua y corriente alterna, tales como sustitución de fusibles, etc.; retiro y reemplazo de paneles dañados; cabe	• Consumo de materiales, repuestos e insumos. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Generación de residuos peligrosos y especiales (paneles, cables, componentes eléctricos). • Consumo de	• Derrame de sustancias peligrosas. • Atropellamiento de fauna silvestre.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
				destacar que existirán insumos menores y eventuales. Estos corresponden a materiales y/o repuestos que serán requeridos por personal de mantenimiento y serán traídos al momento de realizar los procedimientos de mantención.	combustibles y lubricantes. • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido por equipos y herramientas. • Circulación de vehículos de mantenimiento. • Contratación de bienes y servicios.	
		31	Mantenimiento preventivo de la sub estación.	El objetivo de esta actividad es el chequeo de todas las instalaciones que forman parte de la subestación, y que permiten el correcto funcionamiento de la energía. En estas inspecciones no se utilizará equipo mayor y eventualmente se emplearán herramientas de mano y equipos de medición a distancia, como el termovisor.	• Consumo de materiales e insumos. • Consumo de energía eléctrica. • Generación de residuos no peligrosos. • Generación de residuos peligrosos y especiales. • Contratación de mano de obra.	• Incendio. • Derrame de aceites dieléctricos. • Vertido accidental de sustancias peligrosas. • Electrocución de fauna en infraestructura eléctrica. • Envenenamiento de fauna silvestre.
		32	Mantenimiento correctivo de la sub estación.	El mantenimiento correctivo contempla las reparaciones que se ejecutarán en las instalaciones de la subestación tras la identificación de eventuales fallas. Dado lo anterior, este mantenimiento no es programado y se considera eventual. La cantidad de mano de obra y de materiales asociados a estos trabajos dependen de la magnitud de la falla o de la anomalía detectada. Una vez terminadas las reparaciones se recolectarán todos los desechos y residuos generados para ser trasladados y depositados en sitios autorizados para este efecto, según el tipo de residuo.	• Consumo de materiales, equipos e insumos. • Generación de residuos no peligrosos. • Generación de residuos peligrosos y especiales. • Consumo de combustibles y lubricantes. • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido por equipos de mantenimiento. • Contratación de bienes y servicios.	• Incendio. • Explosión. • Derrame de aceites dieléctricos. • Vertido accidental de sustancias peligrosas. • Electrocución de fauna en infraestructura eléctrica. • Envenenamiento de fauna silvestre.
	Estadía del personal en la fase operativa.	33		En la etapa de operación y mantenimiento se prevé la presencia de personal, el mismo que se encargará de realizar actividades administrativas, auxiliares y de mantenimiento.	• Consumo de agua. • Consumo de energía eléctrica. • Generación de aguas residuales domésticas. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Contratación de mano de obra local.	• Vertido accidental de aguas residuales. • Manejo inadecuado de residuos sólidos. • Ingreso de fauna silvestre a las áreas de almacenamiento temporal de residuos. • Presencia e interacción de fauna feral. • Cacería de fauna silvestre.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
					• Demanda de bienes y servicios locales.	• Tráfico ilegal de especies incluidas en los apéndices CITES. • Afectación a cuerpos de agua.
Fase de cierre y abandono.	Habilitación de Instalación de Faenas para cierre.	34		Consiste en la instalación de infraestructura provisional necesaria para el normal desenvolvimiento de las actividades de cierre y abandono de las instalaciones construidas como parte del parque fotovoltaico.	• Ocupación temporal del terreno. • Consumo de materiales e insumos. • Consumo de agua. • Consumo de energía eléctrica. • Generación de aguas residuales domésticas. • Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Generación de ruido. • Emisión de gases de combustión. • Contratación de mano de obra local. • Demanda de bienes y servicios locales.	• Incendio. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Vertido accidental de aguas residuales. • Manejo inadecuado de residuos sólidos. • Ingreso de fauna silvestre a las áreas de almacenamiento temporal de residuos. • Presencia e interacción de fauna feral. • Afectación a cuerpos de agua.
	Desmantelamiento Planta Fotovoltaica.	35	Retiro de paneles.	En primer lugar, se realizará la desconexión de los paneles. Posteriormente, y sin otro medio que el manual, se desmontarán los paneles y se dispondrán según las técnicas y normativas vigentes en el momento del cierre.	• Generación de residuos sólidos no peligrosos, peligrosos y especiales • Consumo de materiales e insumos. • Consumo de combustibles y lubricantes. • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Incremento del tránsito de maquinaria, equipos y vehículos. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Manejo inadecuado de residuos peligrosos y especiales. • Atropellamiento de fauna silvestre.
		36	Desmontaje de las estructuras soporte.	Se realiza el desarme y retiro de las estructuras que sirvieron de soporte para los paneles solares. Las estructuras ya desarmadas se apilan en un lugar destinado para ello desde el cual serán cargadas a un camión para su transporte definitivo a una empresa autorizada para su correcto tratamiento y reutilización.	• Generación de residuos metálicos y residuos de construcción. • Consumo de combustibles y lubricantes. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de	• Incendio. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Introducción o dispersión de especies exóticas invasoras.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
					combustión. • Generación de ruido. • Contratación de mano de obra local.	
		37	Desmontaje de inversores y Centros de Transformación.	Se procederá a la desconexión, desmontaje y retirada de los Centros de Inversión y Transformación y sus conexiones internas. Los equipos y demás componentes utilizados para su conexión serán entregados a un gestor autorizado para su tratamiento y reutilización.	• Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. • Generación de residuos peligrosos. • Generación de ruido. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Derrame de sustancias peligrosas.
		38	Desmantelamiento de la SE.	Se procederá a retirar todos los equipos y la infraestructura que la componen. Esto considera lo siguiente: Retiro de equipos de alta tensión, desarme y retiro de estructuras metálicas; retiro del cableado, retiro y disposición del aceite del transformador; retiro del transformador, se considera que todos los elementos anteriormente mencionados, con excepción del aceite del transformador, pueden ser reutilizados y/o reciclados.	• Generación de residuos de construcción y demolición. • Generación de residuos metálicos. • Generación de residuos peligrosos y especiales. • Manejo y almacenamiento de aceites dieléctricos y otras sustancias peligrosas. • Consumo de combustibles y lubricantes. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Explosión. • Derrame de aceites dieléctricos. • Vertido accidental de sustancias peligrosas. • Envenenamiento de fauna silvestre.
		39	Desmantelamiento de la Red interna de media tensión.	Se procederá a retirar todos los equipos y la infraestructura que la componen. Esto considera lo siguiente: Retiro de los conductores; Retiro del cable de guardia; Retiro de aisladores y ferretería; Desarme y retiro de las estructuras metálicas; Una vez realizadas estas tareas se restituirán las condiciones originales del terreno realizando la demolición de las fundaciones.	• Generación de residuos no peligrosos y especiales. • Generación de ruido. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Manejo inadecuado de residuos especiales. • Atropellamiento de fauna silvestre. Electrocución.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
		40	Retiro de cimentaciones.	Una vez realizadas estas tareas se restituirán las condiciones originales del terreno. Esto implica el retiro del relleno que genera la plataforma de la subestación, la demolición de las fundaciones de hormigón a 90 cm bajo el suelo y la demolición y retiro de las cimentaciones.	• Generación de residuos de construcción y demolición (escombros). • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Consumo de combustibles y lubricantes. • Contratación de mano de obra local.	• Incendio. • Derrame de combustibles y lubricantes. • Atropellamiento de fauna silvestre. • Introducción o dispersión de especies exóticas invasoras. Alteración de drenajes naturales
	Restauración de la morfología de las áreas intervenidas.	41	Restauración del área intervenida.	Luego de la restauración de las áreas intervenidas, el suelo quedará en una condición equivalente a su estado anterior al emplazamiento de las estructuras que dieron origen al Parque Solar. En particular, el suelo podrá ser utilizado para actividades agrícolas, particularmente en aquellos sectores donde hoy es viable esta actividad. La restauración consiste en un perfilado mecánico y descompactación con motoniveladora o retroexcavadora, utilizando los desechos de las excavaciones generados en las actividades de restauración. Esta actividad se realiza buscando obtener una superficie homogénea, que siga las líneas naturales de la pendiente del entorno, de manera similar a las condiciones existentes previamente a la construcción del proyecto. Se realiza un monitoreo de esta actividad utilizando antecedentes de estudios básicos generados previo al inicio de la construcción de aquellos lugares donde se instalen las obras permanentes, de modo de lograr la restauración del suelo en términos de cota y pendiente.	• Movimiento y conformación del terreno. • Consumo de combustibles y lubricantes. • Emisión de material particulado (polvo). • Emisión de gases de combustión. • Generación de ruido. • Generación de vibraciones. • Reutilización de materiales de excavación. • Contratación de mano de obra local.	• Derrame de combustibles y lubricantes. • Introducción o dispersión de especies exóticas invasoras. • Incendio forestal. Alteración de drenajes naturales
	Estadía del personal en la fase de cierre.	42		En la etapa de cierre, permanecerá personal administrativo y operativo encargado de las faenas correspondientes, hasta la rehabilitación de los terrenos ocupados.	• Consumo de agua. • Consumo de energía eléctrica. • Generación de aguas residuales domésticas.	• Vertido accidental de aguas residuales. • Ingreso de fauna silvestre a las áreas de almacenamiento temporal de residuos.

Fase	Actividades	Nro.	Sub actividades	Descripción	Aspectos ambientales	Riesgos ambientales asociados
					• Generación de residuos sólidos no peligrosos. • Contratación de mano de obra local. • Demanda de bienes y servicios locales.	• Presencia e interacción de fauna feral. • Cacería de fauna silvestre. • Tráfico ilegal de especies incluidas en los apéndices CITES. • Afectación a cuerpos de agua. Desplazamiento de fauna

Elaborado por equipo técnico, 2026

13.3.2. Factores y componentes ambientales; y su importancia.

Considerando el presente proyecto, y las actividades que se desarrollarán durante las diferentes fases de este, se ha determinado un número específico de componentes ambientales, los cuales han sido seleccionados en base al criterio técnico del equipo evaluador, mismos que se detallan en la siguiente Tabla.

Tabla 13-5.- Factores y Componentes Ambientales

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
Físico	Suelos	Calidad del suelo	Media	La calidad del suelo se clasifica en la categoría de importancia media debido a que el terreno presenta un grado de degradación previa alto motivado por la intervención antropogénica existente (mosaicos agrícolas, silvopastoreo y zonas sin cobertura vegetal) y, al mismo tiempo, posee una capacidad de tolerancia alta ante las obras del proyecto fotovoltaico. Esta elevada tolerancia se fundamenta en la baja perturbación física requerida para la instalación de las estructuras, la reducida conductividad hidráulica del terreno y la efectividad de las medidas contempladas para el control de la erosión y la prevención de derrames.	4
		Cobertura del suelo	Alta	Se asigna un valor de importancia alta considerando la presencia de Bosque Nativo y vegetación protectora en el polígono. Aunque la afectación directa sobre esta cobertura pueda ser menor en extensión, el descapote y desbroce vegetal desprotegen directamente el horizonte orgánico del suelo. La pérdida de esta cubierta vegetal desencadena efectos graves sobre el terreno, tales como el desencadenamiento de procesos erosivos acelerados	8

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
				por escorrentía, la alteración de la tasa de infiltración, la pérdida de humedad y materia orgánica, y la desestructuración del perfil edáfico. Por ello, el suelo desprovisto de vegetación nativa se vuelve altamente vulnerable, pudiendo modificar sustancialmente la dinámica física y funcional del componente local.	
		Erosión	Alta	Nivel de importancia alto debido a la susceptibilidad del suelo al desencadenamiento de procesos erosivos severos tras la pérdida de cobertura vegetal. Aunque la intervención en el Bosque Nativo o vegetación protectora abarque una superficie menor, la eliminación del dosel y del sistema radicular expone la superficie del terreno al impacto de la lluvia y al arrastre por escorrentía superficial. Esto acelera la pérdida de suelo fértil, la formación de cárcavas o surcos y la sedimentación de cuerpos de agua, modificando sensiblemente la integridad física del componente edáfico.	8
		Estructura del suelo	Media	La estructura del suelo puede sufrir una degradación importante al perder sus agregados naturales y verse alterada por la compactación que genera el uso de maquinaria pesada, lo que restringe la infiltración y ventilación del perfil. Si bien es un impacto parcialmente reversible mediante medidas de rehabilitación, la pérdida de la arquitectura del suelo modifica significativamente la estabilidad del componente.	6
		Capacidad de uso	Media	Evalúa el potencial productivo natural y las limitaciones físicas del terreno (relieve, profundidad efectiva, textura y pendiente). El área del proyecto presenta un potencial agrícola/forestal limitado y poca cobertura productiva primaria, lo que le otorga una sensibilidad intrínseca relativamente media. Sin embargo, su importancia es moderada debido a la vulnerabilidad a la pérdida de la capa arable por descapote, compactación por maquinaria y pérdida de fertilidad durante la fase de construcción de la infraestructura fotovoltaica.	6
	Procesos geomorfodinámicos	Inestabilidad	Alta	Presencia de materiales deleznables (lutitas alteradas de la Formación Zapotillo y depósitos coluviales), combinados con pendientes pronunciadas (12% a >25%)	7

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
				y procesos activos de erosión en surcos y cárcavas. La susceptibilidad a deslizamientos y remoción en masa se amplifica críticamente ante eventos de precipitación intensa o descapote sin control.	
		Forma del terreno	Alta	Se justifica su alto valor debido a que el relieve colinado y de vertientes, con pendientes del 12% a 25%, acelera la escorrentía. Su intervención exige movimientos de tierra (corte y relleno) para los seguidores solares, lo que puede inducir procesos erosivos e inestabilidad si se altera la topografía natural.	7
		Escorrentía superficial	Muy alta	Se asigna un Valor de Importancia Muy Alto a este factor debido a que constituye la variable hidráulica de mayor respuesta y dinamismo ante las intervenciones del proyecto y la variabilidad climática del sector. La cuenca presenta un patrón de drenaje dendrítico con quebradas de régimen intermitente que responden de manera inmediata a las precipitaciones intensas. Al intervenir la cobertura vegetal y modificar el microrelieve para la colocación de las mesas fotovoltaicas, se altera el coeficiente de escorrentía, incrementando la velocidad y el volumen de agua de infiltración reducida. Este incremento en la fuerza erosiva del agua no solo pone en riesgo la estabilidad del terreno y de las cimentaciones del parque, sino que intensifica el arrastre de sólidos en suspensión hacia los cauces naturales, afectando directamente la calidad del agua superficial y la hidrodinámica del Río Chira aguas abajo.	9
	Agua	Calidad del agua	Muy alta	Se justifica este valor debido a que, si bien el estado de conservación de la línea base es aceptable y cumple los parámetros normativos, existe fragilidad estacional en las quebradas intermitentes. Los cauces presentan bajo a nulo caudal en época seca y riesgo de alteración por incremento de sólidos suspendidos (turbidez) debido al arrastre de sedimentos durante la fase de movimiento de tierras y construcción	10
		Flujo del agua	Muy alta	Se asigna un Valor de Importancia muy alto al factor debido a la alta sensibilidad del patrón hidrológico natural ante cualquier modificación topográfica o de la cobertura del suelo dentro de la microcuenca del	10

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
				proyecto. Las quebradas del área de estudio presentan un comportamiento fuertemente estacional e intermitente, con caudales que responden de manera rápida y directa a las precipitaciones intensas. La implantación de la infraestructura del parque fotovoltaico altera la rugosidad del terreno y la capacidad natural de retención e infiltración del agua. Esto produce un cambio directo en la dinámica del flujo, pudiendo concentrar el escurrimiento, aumentar los picos de avenida o modificar la dirección natural de los drenajes menores hacia los cauces receptores.	
		Régimen hidrológico	Muy alta	El comportamiento hídrico del área está regido por un patrón de drenaje dendrítico con quebradas de régimen intermitente y estacional. La intervención de la cobertura vegetal y la alteración del microrelieve (movimientos de tierra, cortes, rellenos y compactación) modifican las tasas de infiltración y aceleran los picos de escorrentía, pudiendo alterar los caudales máximos instantáneos y los tiempos de respuesta de los cauces locales ante eventos pluviométricos intensos.	10
		Cuerpos de agua permanentes	Muy alta	En el área de implantación existen cauces permanentes que constituyen el eje hidrográfico, ecológico y socioeconómico fundamental de la cuenca Catamayo-Chira. Aunque el área directa del proyecto alberga principalmente quebradas intermitentes, la conectividad hídrica directa convierte a los cuerpos permanentes en receptores finales de la escorrentía, el arrastre de sedimentos y posibles contaminantes. Su conservación es vital para garantizar el aprovisionamiento de agua, la estabilidad de los ecosistemas acuáticos y el cumplimiento de la normativa ambiental.	10
		Cuerpos de agua estacionales	Muy alta	Las quebradas estacionales del área del proyecto conforman el sistema activo de drenaje natural durante la época lluviosa. Pese a presentar bajo o nulo caudal la mayor parte del año, estos cauces tienen una reducida capacidad de dilución y una alta vulnerabilidad ante el arrastre de sedimentos, socavamiento y obstrucciones durante la fase de movimiento de tierras y construcción.	9

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
	Atmosférico	Calidad del aire	Media	El aire presenta condiciones atmosféricas favorables, con concentraciones de PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_x y SO_2 dentro de los límites permisibles establecidos en el TULSMA. Asimismo, el área de estudio presenta una baja sensibilidad ambiental, asociada a un entorno rural que favorece la dispersión natural de contaminantes. Las posibles alteraciones se limitan principalmente a la fase de construcción, por la emisión de material particulado derivado del movimiento de tierras y de gases de combustión generados por maquinaria y vehículos.	6
		Microclima	Media	La sensibilidad del microclima radica en la vulnerabilidad del balance térmico e hídrico de la capa límite del suelo frente al cambio de cobertura vegetal por superficies oscuras y vidriadas (módulos fotovoltaicos). La implantación del parque altera de forma continua el albedo, la temperatura superficial inmediata y la humedad del suelo a escala de polígono. Aunque el impacto es permanente durante la vida útil del proyecto, se considera de importancia moderada dado que el alcance de la alteración térmica se limita estrictamente a la poligonal de intervención y no genera variaciones microclimáticas fuera del predio.	5
		Macroclima	Baja	Se le asigna un valor bajo debido a la discrepancia de escalas entre el proyecto y la masa atmosférica regional. La Línea Base macroclimática está determinada por patrones climáticos zonales (temperatura, régimen pluviométrico y circulación de vientos a gran escala) que poseen una Sensibilidad Ambiental Muy Baja o nula frente a la infraestructura física del parque solar. La capacidad del proyecto para alterar las variables macroclimáticas es inexistente. Su única relación con este factor es de carácter positivo a nivel global, al contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante la sustitución de energía fósil por limpia.	3
		Ruido	Media	La sensibilidad de la zona ante incrementos sonoros es reducida debido a la escasa presencia de asentamientos humanos o receptores sensibles contiguos al polígono del proyecto. La generación de presión sonora de mayor	5

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
				magnitud ocurre exclusivamente durante la etapa de intervención y construcción por el tránsito de maquinaria, adecuación de terreno e hincado de piloteado, constituyendo un impacto de carácter temporal, focalizado y reversible. Durante la fase operativa, las únicas fuentes continuas corresponden a los centros de transformación, inversores y subestación eléctrica, cuyos niveles de emisión decaen drásticamente con la distancia y no exceden los límites máximos permitidos por la normativa TULSMA en el límite del predio o en las viviendas más cercanas.	
		Campos electromagnéticos	Baja	Las emisiones de campos electromagnéticos de baja frecuencia se generan de manera continua únicamente durante la fase de operación del parque, focalizándose en el cableado de media/alta tensión, los centros de transformación, los inversores y la subestación de evacuación. La sensibilidad del entorno es baja debido a la baja densidad poblacional y a que la intensidad del campo magnético y eléctrico disminuye drásticamente a pocos metros de la fuente. Dado que los niveles proyectados no sobrepasan los límites máximos recomendados por el ICNIRP ni la normativa nacional aplicable, la probabilidad de afectación sobre seres humanos, ganado o fauna silvestre es mínima y altamente localizada.	4
Biótico	Flora	Pastizales	Media	Las áreas de silvopasturas y cultivos presentan una importancia media debido a su aporte a la producción agropecuaria y a la economía local. Aunque corresponden a coberturas intervenidas con menor valor de conservación que los remanentes de bosque nativo, mantienen árboles dispersos y vegetación asociada que proporcionan refugio, alimento y sitios de desplazamiento para la fauna, contribuyen a la conectividad funcional del paisaje y favorecen procesos ecológicos como la infiltración de agua, la protección del suelo y el almacenamiento de carbono cuando se manejan bajo sistemas silvopastoriles.	6
		Mosaico agropecuario	Media	Corresponde principalmente a especies agroforestales que presentan una importancia media debido a que	6

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
				contribuyen a la diversificación del paisaje, la conservación del suelo, la regulación hídrica y la captura de carbono. Además, proporcionan alimento, refugio y sitios de reproducción para la fauna silvestre, favorecen procesos ecológicos como la polinización y la dispersión de semillas, y actúan como elementos de conectividad entre los remanentes de vegetación nativa, incrementando la funcionalidad ecológica de áreas productivas.	
		Vegetación arbustiva y herbácea	Alta	La vegetación arbustiva nativa presenta una importancia alta debido a que constituye un componente estructural y funcional del bosque seco tropical, contribuyendo a la estabilidad del suelo, la regulación hídrica, la captura de carbono y la provisión de hábitat para la fauna silvestre. Su valoración considera la presencia de especies nativas adaptadas a las condiciones de estacionalidad propias del bosque seco, algunas con elevada sensibilidad ecológica, cuya permanencia depende del mantenimiento de la cobertura vegetal y de la integridad del hábitat. Asimismo, estas especies cumplen funciones ecológicas esenciales relacionadas con la regeneración natural, la polinización, la dispersión de semillas y la provisión de alimento y refugio para la fauna, además de favorecer la conectividad ecológica entre los remanentes de vegetación nativa y los corredores asociados a las quebradas.	10
		Bosque nativo	Muy alta	En el bosque nativo se identificaron especies de flora con categoría de conservación por lo que presentan una importancia muy alta debido a su relevancia para la conservación de la biodiversidad y al papel que desempeñan en la estructura y funcionamiento del bosque seco tropical. Su valoración considera la presencia de especies como *Handroanthus chrysanthus*, clasificada como Vulnerable (VU) por la UICN, En Peligro (EN) en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador e incluida en el Apéndice II de CITES, y *Armatocereus cartwrightianus*, especie endémica de la región tumbesina incluida en el Apéndice II de CITES. Estas especies presentan alta sensibilidad ecológica y	10

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
				dependencia de las condiciones naturales del bosque seco, por lo que la conservación de su hábitat resulta fundamental para mantener los procesos ecológicos, la diversidad biológica y la conectividad ecológica entre los remanentes de vegetación nativa.	
	Fauna	Aves	Muy alta	La avifauna presenta una importancia muy alta debido a que constituye un componente clave para el mantenimiento de la funcionalidad ecológica del bosque seco tropical y un indicador de la calidad e integridad del hábitat. Su valoración considera la presencia de especies con categorías de conservación, endemismos de la región tumbesina y especies con alta sensibilidad ecológica y requerimientos específicos de hábitat, cuya permanencia depende de la conservación de los remanentes de vegetación nativa. Las aves desempeñan funciones ecológicas esenciales como la polinización, la dispersión de semillas, el control biológico de insectos y otros organismos, además de contribuir al flujo de energía y al equilibrio de las redes tróficas. Asimismo, la conservación de los corredores ecológicos asociados a las quebradas y remanentes de bosque resulta fundamental para mantener la conectividad ecológica, facilitar sus desplazamientos y garantizar el flujo genético entre poblaciones.	10
		Mamíferos	Muy alta	Los mamíferos presentan una importancia muy alta debido a que constituyen un componente fundamental para el mantenimiento de la funcionalidad y resiliencia del bosque seco tropical. Su valoración considera la presencia de especies con rangos de distribución restringidos, alta sensibilidad ecológica y categorías de conservación, como *Lycalopex sechurae* y *Lonchophylla hesperia*, cuya permanencia depende de la conservación de los remanentes de vegetación nativa y de la conectividad del paisaje. Estos organismos cumplen funciones ecológicas esenciales como la polinización, la dispersión de semillas, la regulación de poblaciones y el mantenimiento de las redes tróficas, además de actuar como bioindicadores del estado de conservación del ecosistema. Asimismo, la protección de los corredores	10

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
				ecológicos, las zonas ribereñas y los fragmentos de bosque resulta indispensable para garantizar el desplazamiento, el flujo genético y la viabilidad de las poblaciones de mamíferos a largo plazo.	
		Herpetofauna	Muy alta	La herpetofauna presenta una importancia muy alta debido a su contribución al mantenimiento de la funcionalidad ecológica del bosque seco tropical y a su estrecha dependencia de microhábitats específicos. Su valoración considera la presencia de especies con categorías de conservación e incluidas en CITES, así como especies con alta sensibilidad ecológica asociadas a cuerpos de agua temporales, hojarasca y áreas con mayor cobertura vegetal, cuya permanencia depende de la conservación de estos ambientes. La comunidad herpetofaunística desempeña funciones ecológicas esenciales como el control de poblaciones de insectos y otros invertebrados, el mantenimiento del equilibrio de las redes tróficas y el aporte a los procesos ecológicos propios del ecosistema. Asimismo, la conservación de los remanentes de vegetación nativa, las zonas ribereñas y los corredores ecológicos resulta fundamental para mantener la conectividad del paisaje, favorecer el desplazamiento de las especies y asegurar la viabilidad de sus poblaciones a largo plazo.	10
		Entomofauna	Alta	La entomofauna presenta una importancia alta debido a su contribución al mantenimiento de los procesos ecológicos y al equilibrio funcional del bosque seco tropical. Su valoración considera la presencia de comunidades de escarabajos copronecrófagos y mariposas diurnas, grupos altamente sensibles a las modificaciones del hábitat y reconocidos como indicadores de la calidad ambiental. Los escarabajos desempeñan funciones esenciales en el reciclaje de nutrientes, la aireación del suelo, la incorporación de materia orgánica, el control de parásitos gastrointestinales de mamíferos y la dispersión secundaria de semillas, mientras que las mariposas participan en la polinización y reflejan la diversidad y el estado de conservación de la vegetación debido a su	8

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
				estrecha relación con las plantas hospederas. Asimismo, la conservación de los remanentes de bosque secundario, la vegetación nativa y los corredores ecológicos resulta fundamental para mantener la conectividad del paisaje, favorecer el intercambio genético entre poblaciones y asegurar la permanencia de estas comunidades frente a los procesos de fragmentación y transformación del hábitat.	
		Fauna acuática	Muy alta	La fauna acuática presenta una importancia alta debido a que constituye un componente fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas y el mantenimiento de la biodiversidad acuática. Su valoración considera la presencia de comunidades de macroinvertebrados y peces con diferentes requerimientos ecológicos, incluyendo familias sensibles de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT), así como especies de ictiofauna con alta sensibilidad ecológica y categorías de conservación, como *Chaetostoma microps* y *Astroblepus cf. prenadillus*, cuya presencia evidencia la buena calidad del agua y la integridad de los hábitats acuáticos. Estos organismos cumplen funciones esenciales en el reciclaje de nutrientes, la descomposición de materia orgánica, la transferencia de energía y el mantenimiento de las redes tróficas, además de actuar como indicadores biológicos del estado ecológico de los cuerpos de agua. Asimismo, la conservación del régimen hidrológico, la vegetación ribereña y la conectividad entre el río Chira y las quebradas resulta indispensable para mantener la diversidad, estabilidad y capacidad de recuperación de las comunidades acuáticas	10
Social	Socioeconómico y cultural	Zonas de producción agropecuaria	Media	Las actividades agropecuarias (principalmente pastoreo extensivo y cultivos estacionales de subsistencia) constituyen el principal uso productivo del área y pueden verse afectadas parcialmente por la ocupación del proyecto. No obstante, los estudios edafológicos de la línea base demuestran que los suelos del emplazamiento presentan una aptitud agrícola de baja a moderada, con limitaciones asociadas a la pendiente, la capacidad de	6

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
				retención de humedad y una alteración antrópica previa por actividades tradicionales. La sensibilidad de este factor se califica como media dado que la pérdida de la capacidad productiva se limita estrictamente a la poligonal de ocupación directa de las mesas fotovoltaicas e infraestructura conexa, sin comprometer la estructura socioeconómica ni la producción agropecuaria regional.	
		Empleo	Alta	La Línea Base del área de influencia directa muestra una dinámica laboral dominada por la agricultura y ganadería de subsistencia, caracterizada por ingresos fluctuantes y escasas oportunidades de empleo formalizado. Frente a este contexto, la demanda de mano de obra por parte del proyecto representa una fuente importante de trabajo directo para contrataciones no calificadas (montaje de estructuras fotovoltaicas, adecuación de terreno, cerramientos) y calificadas locales. Asimismo, se estimula el empleo indirecto mediante el consumo de bienes y servicios locales como hospedaje, alimentación y logística. Dado que la dinamización del empleo responde a una de las expectativas socioeconómicas prioritarias de la comunidad, este factor se categoriza con una ponderación elevada de impacto benéfico.	8
		Comercio y producción	Media	La Línea Base en el área de influencia directa se caracteriza por un comercio local de pequeña escala y una producción agropecuaria orientada al autoconsumo o mercados locales. La llegada del proyecto genera un efecto multiplicador en la economía local: por un lado, se produce una contracción o sustitución puntual y controlada del uso del suelo agropecuario en la poligonal de intervención; por otro, se activa fuertemente el sector comercial mediante la demanda de hospedaje, alimentación, transporte, provisión de insumos menores y contratación de servicios locales. Dada la receptividad de los comerciantes y productores locales para integrarse a la cadena de valor del proyecto, este factor registra un impacto benéfico y moderadamente alto en la dinamización socioeconómica de la zona.	6
		Salud y seguridad	Muy alta	Se asigna un Valor de Importancia muy alto al factor Salud y Seguridad considerando la estrecha relación	10

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
				entre las condiciones socio-ambientales de la Línea Base y la elevada Sensibilidad de las comunidades receptoras y del personal de obra frente a riesgos operativos. La Línea Base socioeconómica en el área de influencia directa muestra comunidades rurales con capacidades limitadas en centros de salud locales para atender emergencias complejas. Durante la etapa de construcción, la movilización de maquinaria pesada, el transporte de materiales, la generación de material particulado (polvo), las emisiones sonoras y los trabajos de hincado e instalación eléctrica generan factores de riesgo tanto viales como laborales.	
		Armonía y confort	Media	En la zona de influencia se describe un estilo de vida rural caracterizado por un ambiente pacífico, libre de congestionamientos y con niveles reducidos de contaminación acústica o visual. La sensibilidad de la comunidad frente a la perturbación de su confort es media; durante la etapa de construcción, la presencia de trabajadores externos, el aumento en la circulación de camiones y maquinaria, así como la generación de ruido y suspensión de polvo, alteraran temporalmente la tranquilidad y la percepción de bienestar de los habitantes. Al tratarse de afectaciones reversibles y focalizadas principalmente en la fase de obras, el factor se categoriza con una importancia moderada.	5
		Patrimonio histórico, cultural y arqueológico	Alto	Se asigna un Valor de Importancia Alto al factor Patrimonio Histórico, Cultural y Arqueológico sustentado en la interacción entre los antecedentes patrimoniales de la Línea Base regional y la Sensibilidad Crítica de estos recursos frente a perturbaciones del terreno. La Línea Base patrimonial evalúa la riqueza arqueológica y cultural del área de influencia, determinando la probabilidad de ocurrencia de evidencias materiales prehispánicas o históricas subsuperficiales. La sensibilidad del factor es sumamente elevada debido a que los recursos arqueológicos son bienes no renovables de alto valor científico y cultural; cualquier alteración directa por corte de terreno, nivelación o hincado de estructuras durante	7

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
				la fase constructiva puede ocasionar su destrucción total o parcial de forma irreversible.	
		Paisaje rural	Media	En el área de influencia se muestra una unidad paisajística típicamente rural, caracterizada por un relieve ondulado, parches de vegetación nativa y mosaicos agrícolas con baja densidad de infraestructura industrial. La sensibilidad del paisaje ante este tipo de proyectos es significativa debido a la baja capacidad de absorción visual del terreno frente a la instalación a gran escala de módulos fotovoltaicos, líneas de evacuación y cerramientos periféricos. La presencia de la planta introduce un contraste cromático y morfológico permanente que rompe la continuidad visual del entorno rural. Pese a que el impacto no destruye la capacidad funcional del suelo fuera de la poligonal, altera sustancialmente la calidad escénica local, requiriendo el uso de barreras vegetales de integración paisajística y materiales de baja reflectancia para mitigar la dominancia visual de la obra.	6
		Turismo	Baja	Se asigna un Valor de Importancia bajo al factor Turismo al cruzar la baja intensidad de la actividad turística en la Línea Base con la reducida Sensibilidad del sector receptivo local. La Línea Base del área de influencia muestra que la economía del sector está centrada predominantemente en la agricultura y la ganadería, con una oferta e infraestructura turística limitada o casi inexistente dentro del predio y sus colindancias inmediatas. La sensibilidad de este factor ante la construcción y operación del parque fotovoltaico es baja, ya que no se desafectan ni se intervienen zonas con vocación turística prioritaria, rutas ecoturísticas declaradas o elementos de singular atractivo recreativo. Durante la etapa de construcción, se produce un impacto benéfico temporal sobre los pequeños prestadores de servicios de alojamiento y restauración debido a la estadía del personal de obra. En la fase operativa, el impacto se reduce a la modificación de la cuenca visual desde vías de acceso de menor tránsito, sin generar afectaciones significativas a flujos turísticos regionales.	4

Medio	Componente	Factor ambiental	Sensibilidad	Justificación	Valor de importancia
		Costumbres y tradiciones	Media	En el área de influencia directa identifica una población rural con tradiciones fuertemente vinculadas a la actividad agropecuaria, festividades patronales o locales y dinámicas de interacción comunitaria arraigadas. La sensibilidad de este factor ante la construcción y operación del proyecto es reducida, en tanto la infraestructura fotovoltaica no compromete centros ceremoniales, sitios de significación comunitaria ni rutas utilizadas para manifestaciones folclóricas o religiosas. Las afectaciones potenciales son de carácter indirecto y temporal, asociadas principalmente a la interacción entre los pobladores y el personal foráneo durante la etapa de construcción.	6

Elaborado por equipo técnico, 2026

13.3.3. Identificación valoración y significancia de los impactos Fase de construcción

Una vez identificados los factores y componentes ambientales, se presentan los resultados del proceso de identificación, valoración y determinación de la significancia de los impactos ambientales correspondientes a la fase de construcción, obtenidos a partir del análisis de las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales potencialmente afectados.

Tabla 13-6. Matriz de identificación de impactos ambientales

		Fase de Construcción																												
		Instalación de infraestructuras y áreas temporales								Preparación del sitio para instalación del parque fotovoltaico.			Transporte de equipos, materiales de construcción y personal.	Obras civiles				Instalación de módulos fotovoltaicos.			Construcción de subestación La Ceiba		Pruebas.			Cierre de la fase constructiva.				
		Adecuación del terreno.	Instalación y funcionamiento de baterías sanitarias portátiles	Instalación de bodegas de almacenamiento general.	Adecuación y uso del estacionamiento General.	Instalación y funcionamiento de una garita.	Instalación y funcionamiento de Grupo Electrógeno.	Instalación de oficinas temporales y enfermería.	Adecuación de área de acopio de materiales (Escombreras).	Desbroce y limpieza del terreno.	Cercado perimetral (~10 km).	Movimiento de tierras y nivelación del terreno.		Delimitación de las vías.	Nivelación del terreno y construcción de plataformas.	Construcción y mejora de vías internas y externas.	Construcción de obras de drenaje.	Instalación de estructuras de soporte y seguidores.	Montaje de los módulos fotovoltaicos e instalación de inversores.	Construcción de Red interna de media tensión (34,5 kV).	Construcción de la infraestructura de la sub estación.	Tendido y colocación de conductores, vestido de estructuras.	Realización de pruebas	Estadía de personal.	Mantenimiento de maquinaria y equipos de la construcción.	Desmantelamiento de la infraestructura temporal.	Fijación de áreas de conservación
Suelos	Calidad del suelo.																													
	Cobertura del suelo.																													
	Erosión.																													
	Estructura del suelo.																													
	Capacidad de uso																													
Procesos geomorfodinámicos	Inestabilidad.																													
	Forma del terreno.																													
	Escorrentía superficial																													
Agua	Calidad del agua.																													
	Flujo del agua.																													
	Régimen hidrológico																													
	Cuerpos de agua permanentes																													
	Cuerpos de agua estacionales																													
Atmosféricos.	Calidad del aire.																													
	Microclima.																													
	Macroclima																													
	Campos electromagnéticos																													
	Ruido.																													
Flora	Pastizales																													
	Mosaico agropecuario																													
	Vegetación arbuistiva y herbacea																													
	Bosque nativo																													
Fauna	Aves.																													
	Mamíferos.																													
	Herpetofauna.																													
	Entomofauna																													
	Fauna acuática																													
Socio económico y cultural.	Zonas de producción agropecuaria y agroforestal.																													
	Empleo.																													
	Comercio y producción.																													
	Salud y seguridad.																													
	Armonía y confort																													
	Patrimonio: Histórico, cultural y arqueológico.																													
	Paisaje.																													
	Turismo.																													
	Costumbres y tradiciones.																													

Elaborado por equipo técnico, 2026

Tabla 13-7. Matriz de valoración de los impactos

		Fase de Construcción																														
		Instalación de infraestructuras y áreas temporales								Preparación del sitio para instalación del parque fotovoltaico.			Transporte de equipos, materiales de construcción y personal.	Obras civiles				Instalación de módulos fotovoltaicos.			Construcción de subestación		Pruebas.				Cierre de la fase constructiva.	Fijación de áreas de conservación.				
		Adecuación del terreno.	Instalación y funcionamiento de baterías sanitarias portátiles	Instalación de bodegas de almacenamiento general.	Adecuación y uso del estacionamiento General.	Instalación y funcionamiento de una garita.	Instalación y funcionamiento de Grupo Electrógeno.	Instalación de oficinas temporales y enfermería.	Adecuación de área de acopio de materiales (Escombreras).	Desbroce y limpieza del terreno.	Cercado perimetral (~10 km).	Movimiento de tierras y nivelación del terreno.		Delimitación de las vías.	Nivelación del terreno y construcción de plataformas.	Construcción y mejora de vías internas y externas.	Construcción de obras de drenaje.	Instalación de estructuras de soporte y seguidores.	Montaje de los módulos fotovoltaicos e instalación de	Construcción de Red interna de media tensión (34,5 kV).	Construcción de la infraestructura de la sub estación.	Tendido y colocación de conductores, vestido de estructuras.	Realización de pruebas para puesta en marcha.	Estadía de personal.	Mantenimiento de maquinaria y equipos de la construcción.	Desmantelamiento de la infraestructura temporal.	Fijación de áreas de conservación.	Numero de interacciones	Impactos -	Impactos +	Sumatoria
Suelos	Calidad del suelo.	-12	-8	-12	-28		-12	-12	-12	-24	-12	-24	-1,6		-28	-28	-8	-1,6	-14	-1,6	-24	-8	-1,6	-20	-24	-10	24	24	23	1	-302,4
	Cobertura del suelo.	-48		-48	-40	-40	-16	-32	-48	-72	-24	-64		-40	-28	-48	-20		-48	-4,8	-56				-3,2	-16	20	20	19	1	-676
	Erosión.	-24		-48					-24	-72	-32	-56		-3,2	-64	-48	-6,4										4	11	10	1	-373,6
	Estructura del suelo.	-42		-42	-42	-30	-36	-36	-48	-18	-12	-42	-18		-48	-48	-18			-2,4	-18					-12		17	17	0	-512,4
	Capacidad de uso del suelo	-36							-42	-42	-48	-42			-48	-36												7	7	0	-294
Procesos geomorfólogicos	Inestabilidad.	-4,2							-49	-49		-28			-49	-21											3,5	7	6	1	-196,7
	Forma del terreno.	-63							-56			-63			-49	-49				-4,2								6	6	0	-284,2
	Escorrentía superficial		-27	-27	-36		-22,5	-45	-31,5	-31,5		-72			-63	-72	-36			-4,5								12	12	0	-468
Agua	Calidad del agua.	-60	-63	-PS			-PS		-6,3	-36		-27			-54	-24	-4,5				-22,5			-63	-PS	-27		11	11	0	-387,3
	Flujo del agua.	-60	-70	-35	-25		-40	-60	-7	-40	-25	-30	-30	-6	-60	-30	-30	-30	-30	-25	-25	-6	-6	-70	-35	-30	80	25	24	1	-725
	Régimen hidrológico	-60							-35	-40		-35			-40	-40	-25											7	7	0	-275
	Cuerpos de agua permanentes	-60	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-80	-30	-6	-50	-5	-25	-40	-60	-70	-40	-35	-4	-30	-5	-6	-60	-30	-25	80	26	25	1	-761
	Cuerpos de agua estacionales	-54	-18	-27	-27		-22,5	-27	-72	-72	-5,4	-72	-4,5	-22,5	-72	-54	-63	-36	-81	-3,6	-27	-4,5	-5,4	-54	-27	-22,5	72	25	24	1	-801,9
Atmosféricos	Calidad del aire.	-18	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-2,4	-2,4	-36	-42	-2,4	-48	-30	-2,4	-12	-12	-36	-15	-3	-3	-15	-2,4	-36		25	25	0	-423
	Micro clima	-12,5							-12,5	-40					-15	-30		-2,5	-40								17,5	8	7	1	-135
	Macro clima																										10,5	1	0	1	10,5
	Campos magnéticos																						-24					1	1	0	-24
	Ruido.	-30		-25	-25	-25	-30	-10	-10	-30	-25	-30	-35	-2	-30	-30	-20	-10	-25	-30	-20	-20	-25	-2	-10	-30		24	24	0	-529
Flora	Pastizales	-42	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-36	-54	-18	-48	-15	-36	-21	-21	-21	-42	-30	-12	-42				-12	-15	21	23	22	1	-552
	Mosaico agropecuario	-30	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-36	-48	-36	-48	-15	-36	-18	-21	-21	-42	-30	-12	-3,6				-12	-15	21	23	22	1	-510,6
	Vegetación arbuistiva y herbacea	-60	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-70	-80	-60	-90	-25	-30	-60	-80	-25	-25	-90	-20	-6	-30	-6	-30	-30	-30	90	26	25	1	-907
	Bosque nativo	-60	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-70	-80	-60	-90	-25	-30	-60	-80	-25	-25	-90	-20	-6	-30	-6	-30	-30	-30	90	26	25	1	-907
Faauna	Aves.	-30	-25	-25	-60	-25	-60	-25	-30	-80	-80	-30	-30	-5	-30	-30	-5	-60	-80	-5	-4	-4	-30	-35	-4	-25	80	26	25	1	-737
	Mamíferos.	-60	-20	-30	-20	-20	-20	-20	-20	-90	-90	-25	-80	-25	-25	-30	-25	-30	-90	-25	-25	-25	-5	-60	-30	-60	80	26	25	1	-870
	Herpetofauna.	-80	-20	-30	-60	-20	-25	-20	-80	-90	-25	-25	-80	-30	-25	-30	-25	-30	-80	-5	-40	-25	-30	-80	-25	-60	80	26	25	1	-960
	Entomofauna	-56	-3,2	-20	-64	-16	-16	-20	-28	-56	-5,6	-64	-56	-64	-64	-4	-4	-4	-40	-24	-24	-3,2	-16	-56	-48	-40	64	26	25	1	-732
	Fauna acuática	-60	-70	-35	-25		-35	-4	-70	-80	-6	-80	-5	-5	-60	-6	-80	-5	-5	-5	-25	-25	-25	-70	-35	-30	90	25	24	1	-756
Socio económico y cultural.	Zonas de producción agropecuaria y agroforestal.	-36								-54	-18	-48			-21						-42	-3,6						7	7	0	-222,6
	Empleo.	56		24		40	56	56	56	64	56	56	48	48	48	48	48	48	64	56	48	56	48	48	48	64		23	0	23	1184
	Comercio y producción.	36	15	15			42	36	42	15	36	42	42	30	36	36	36	42	48	36	42	36		36	36	48		22	0	22	783
	Salud y seguridad.	-30	-4	-30	-25	-30	-60	-30	-30	-50	-30	-30	-70	-25	-30	-30	-25	-60	-60	-30	-60	-25	-60	-25	-60	-30		25	25	0	-939
	Armonía y confort	-15				-2	-2,5			-40	-30	-10	-45		-15	-17,5	-15				-17,5			-45		-15	4	14	13	1	-265,5
	Patrimonio	-21							-21			-21			-21	-21	-21											6	6	0	-126
	Paisaje.	-48	-12	-30	-18	-2,4	-15	-15	-15	-54	-42	-54		-18	-48	-48	-15	-48	-60	-15	-54						42	20	19	1	-569,4
	Turismo.	-2								-12		-12							16		2,8							5	3	2	-7,2
	Costumbres y tradiciones.																							-4,2				1	1	0	-4,2
																															0
	Numero de interacciones	32	19	23	20	17	23	22	30	31	25	32	20	20	32	31	27	20	22	23	25	17	16	19	19	22	20	607			607
	Impactos -	30	18	21	20	16	21	20	28	29	23	30	18	18	30	29	25	18	19	21	22	15	15	17	17	20	0		540		
	Impactos +	2	1	2	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	1	2	2	2	20		88,96%	67	
	Sumatoria	-1121,7	-456,2	-556	-626	-301	-445,5	-395	-956,3	-1387,9	-600,4	-1248	-492,1	-327,1	-1150	-982,5	-526,3	-413,1	-812	-197,1	-493,8	-125,3	-201	-635,2	-333,6	-446,5	973,5			11,03%	-14256,50

Elaborado por equipo técnico, 2026

Tabla 13-8. Significancia de los Impactos Ambientales.

		Fase de Construcción																										
		Instalación de infraestructuras y áreas temporales								Preparación del sitio para instalación del parque fotovoltaico.				Obras civiles				Instalación de módulos fotovoltaicos.			Construcción de subestación La Ceiba y del edificio de control		Pruebas.			Cierre de la fase constructiva.	Fijación de áreas de conservación
		Adecuación del terreno.	Instalación y funcionamiento de baterías sanitarias portátiles	Instalación de bodegas de almacenamiento general.	Adecuación y uso del estacionamiento General.	Instalación y funcionamiento de una garita.	Instalación y funcionamiento de Grupo Electrógeno.	Instalación de oficinas temporales y enfermería.	Adecuación de área de acopio de materiales (Escombreras).	Desbroce y limpieza del terreno.	Cercado perimetral (~10 km).	Movimiento de tierras y nivelación del terreno.	Transporte de equipos, materiales de construcción y personal.	Delimitación de las vías.	Nivelación del terreno y construcción de plataformas.	Construcción y mejora de vías internas y externas.	Construcción de obras de drenaje.	Instalación de estructuras de soporte y seguidores.	Montaje de los módulos fotovoltaicos e instalación de inversores.	Construcción de Red interna de media tensión (34,5 kV).	Construcción de la infraestructura de la sub estación.	Tendido y colocación de conductores, vestido de estructuras.	Realización de pruebas para puesta en marcha.	Estadía de personal.	Mantenimiento de maquinaria y equipos de la construcción.	Desmantelamiento de la infraestructura temporal.	Fijación de áreas de conservación.
Suelos	Calidad del suelo.	-NC	-NC	-NC	-MEDS		-NC	-NC	-NC	-PS	-NC	-PS	-NC		-MEDS	-MEDS	-NC	-NC	-PS	-NC	-PS	-NC	-NC	-PS	-PS	-NC	MEDS
	Cobertura del suelo.	-MEDS		-MEDS	-PS	-PS	-NC	-PS	-MEDS	-S	-PS	-S		-PS	-PS	-MEDS	-NC		-MEDS	-NS	-MEDS				-NC	-NC	NS
	Erosión.	-PS		-MEDS					-PS	-S	-PS	-MEDS		-NC	-S	-MEDS	-NC										NS
	Estructura del suelo.	-MEDS		-MEDS	-MEDS	-PS	-PS	-PS	-MEDS	-NC	-NC	-MEDS	-NC		-MEDS	-MEDS	-NC			-NC	-NC					-NC	
	Capacidad de uso del suelo	-PS							-MEDS	-MEDS	-MEDS	-MEDS			-MEDS	-PS											
Procesos geomorfológicos	Inestabilidad.	-NC							-MEDS	-MEDS		-PS			-MEDS	-NC											NS
	Forma del terreno.	-MEDS							-PS			-MEDS			-PS	-PS				-NS							
	Escorrentía superficial		-PS	-PS	-PS		-NC	-PS	-PS	-PS		-S			-MEDS	-S	-PS			-NS							
Agua	Calidad del agua.	-MEDS	-S	-PS			-PS		-NC	-PS		-PS			-MEDS	-PS	-NS				-PS			-S	-PS	-PS	
	Flujo del agua.	-MEDS	-S	-PS	-PS		-PS	-MEDS	-NS	-PS	-PS	-PS	-PS	-NS	-MEDS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-NS	-NS	-S	-PS	-PS	S
	Régimen hidrológico	-MEDS							-PS	-PS		-PS			-PS	-PS	-PS										
	Cuerpos de agua permanentes	-MEDS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-S	-PS	-NS	-MEDS	-PS	-PS	-PS	-MEDS	-S	-PS	-PS	-NS	-PS	-PS	-NS	-MEDS	-PS	-PS	S
	Cuerpos de agua estacionales	-MEDS	-NC	-PS	-PS		-PS	-PS	-S	-S	-NS	-S	-NS	-PS	-S	-MEDS	-S	-PS	-MS	-NC	-PS	-NS	-NS	-MEDS	-PS	-PS	S
Atmosféricos	Calidad del aire.	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-PS	-MEDS	-NC	-MEDS	-PS	-NC	-NC	-NC	-PS	-NC	-NS	-NS	-NC	-NC	-PS	
	Micro clima	-NC							-NC	-PS					-NS	-NC		-NS	-PS								NS
	Macro clima																										NS
	Campos magnéticos																						-PS				
	Ruido.	-MEDS		-PS	-PS	-PS	-MEDS	-PS	-PS	-MEDS	-PS	-MEDS	-MEDS	-NS	-MEDS	-MEDS	-PS	-PS	-PS	-MEDS	-PS	-PS	-PS	-NS	-PS	-MEDS	
Flora	Pastizales	-MEDS	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-PS	-MEDS	-NC	-MEDS	-NC	-PS	-PS	-PS	-PS	-MEDS	-PS	-NC	-MEDS				-NC	-NC	PS
	Mosaico agropecuario	-PS	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-PS	-MEDS	-PS	-MEDS	-NC	-PS	-NC	-PS	-PS	-MEDS	-PS	-NC	-NC				-NC	-NC	PS
	Vegetación arbuistiva y herbacea	-MEDS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-S	-S	-MEDS	-MS	-PS	-PS	-MEDS	-S	-PS	-PS	-MS	-NC	-NS	-PS	-NS	-PS	-PS	-PS	MS
	Bosque nativo	-MEDS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-S	-S	-MEDS	-MS	-PS	-PS	-MEDS	-S	-PS	-PS	-MS	-NC	-NS	-PS	-NS	-PS	-PS	-PS	MS
Faauna	Aves.	-PS	-PS	-PS	-MEDS	-PS	-MEDS	-PS	-PS	-S	-S	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-MEDS	-S	-PS	-NS	-NS	-PS	-PS	-NS	-PS	S
	Mamíferos.	-MEDS	-NC	-PS	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-MS	-MS	-PS	-S	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-MS	-PS	-PS	-PS	-PS	-MEDS	-PS	-MEDS	S
	Herpetofauna.	-S	-NC	-PS	-MEDS	-NC	-PS	-NC	-S	-MS	-PS	-PS	-S	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-S	-PS	-PS	-PS	-PS	-S	-PS	-MEDS	S
	Entomofauna	-MEDS	-NC	-NC	-S	-NC	-NC	-NC	-PS	-MEDS	-NS	-S	-MEDS	-S	-S	-NS	-NS	-NS	-PS	-PS	-PS	-NC	-NC	-MEDS	-MEDS	-PS	S
	Fauna acuática	-MEDS	-S	-PS	-PS		-PS	-NS	-S	-S	-NS	-S	-PS	-PS	-MEDS	-NS	-S	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-S	-PS	-PS	MS
Socio económico y cultural.	Zonas de producción agropecuaria y agroforestal.	-PS								-MEDS	-NC	-MEDS			-PS						-MEDS	-NC					
	Empleo.	MEDS		PS		NS	MEDS	MEDS	MEDS	S	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	S	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	S	
	Comercio y producción.	MEDS	NS	NS			MEDS	MEDS	MEDS	NS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS	MEDS		MEDS	MEDS	MEDS	
	Salud y seguridad.	-PS	-NS	-PS	-PS	-PS	-MEDS	-PS	-PS	-MEDS	-PS	-PS	-S	-PS	-PS	-PS	-PS	-MEDS	-MEDS	-PS	-MEDS	-PS	-MEDS	-PS	-MEDS	-PS	
	Armonía y confort	-NC				-NS	-NS			-PS	-PS	-NS	-MEDS		-NC	-NS	-NC				-NS			-MEDS		-NC	NS
	Patrimonio: Histórico, cultural y arqueológico.	-PS							-PS			-PS			-PS	-PS	-PS										
	Paisaje.	-MEDS	-NC	-PS	-NC	-NC	-NC	-NC	-NC	-MEDS	-MEDS	-MEDS		-NC	-MEDS	-MEDS	-NC	-MEDS	-MEDS	-NC	-MEDS						MEDS
	Turismo.	-NS								-NC		-NC							PS		NS						
	Costumbres y tradiciones.																							-NS			

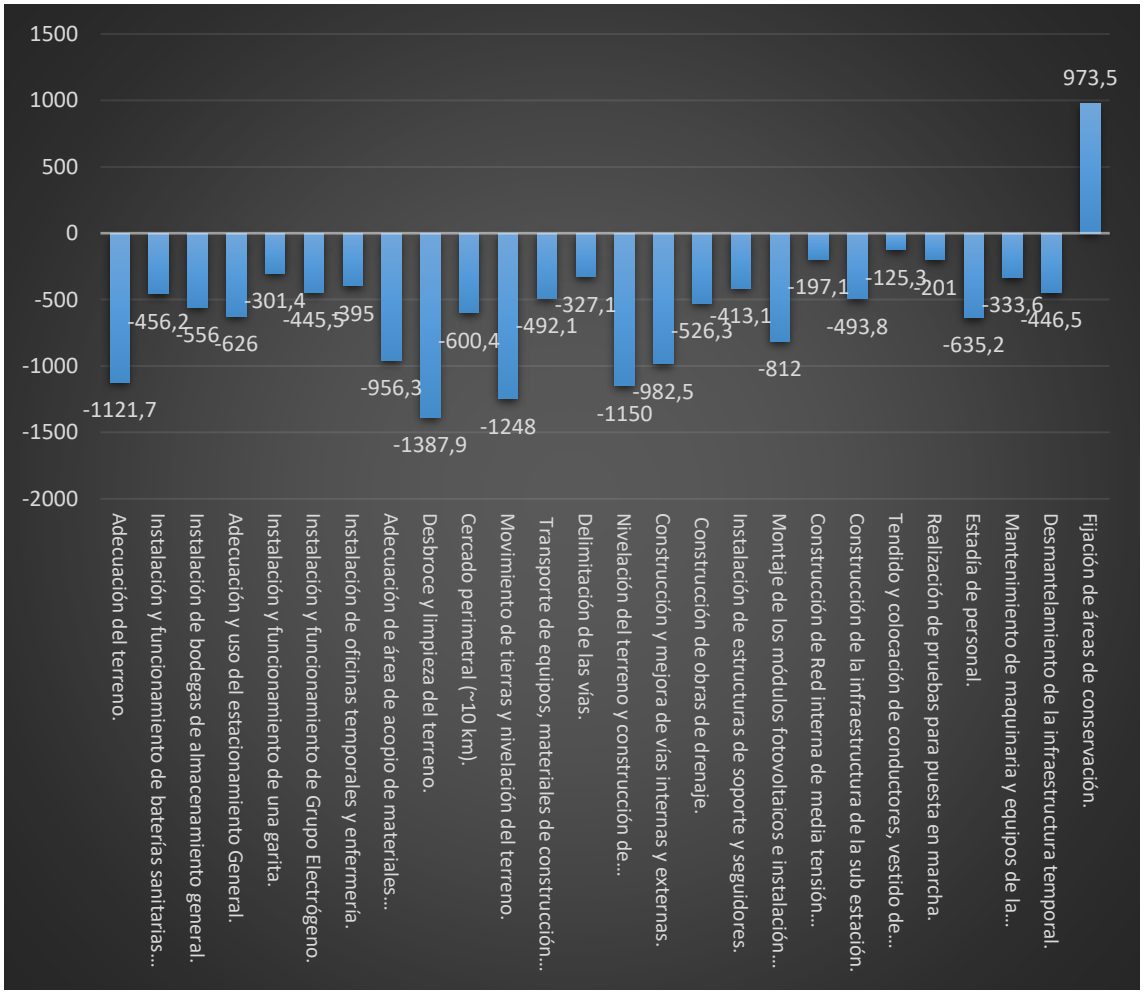
Elaborado por equipo técnico, 2025

Después del análisis de valoración de los impactos, el valor máximo de afectación negativa al medio por las actividades de construcción del proyecto sería de -60700 unidades (100 unidades * 607 interacciones) cuando todos los impactos presentan las características más adversas; de esto el valor resultante para el proyecto en análisis es de -14.256,5 que representa un impacto porcentual negativo de -23,48 %. Del total de impactos identificados, el 88,96 % son impactos de carácter negativo, mientras que el 11,03 % son de carácter positivo para la etapa de construcción.

Los impactos localizados sobre áreas de sensibilidad alta y muy alta incrementaron su valoración debido a la mayor vulnerabilidad ecológica del receptor.

En la siguiente figura se muestran los rangos de afectaciones por actividades realizadas como parte del proyecto:

Figura 13-1. Rangos de afectación por actividades a realizar en la etapa de construcción.



Elaborado por equipo técnico, 2026

Como se puede apreciar en la figura anterior, las actividades que generarán mayor número de impactos serán:

1. Desbroce y limpieza del terreno: -138,9 unidades.
2. Movimiento de tierras y nivelación del terreno: -1248 unidades.
3. La nivelación y construcción de plataformas: - 1150 unidades.
4. Adecuación del terreno para la instalación de obras temporales: -1121,70 unidades.

Las actividades que menos impactos generaran son:

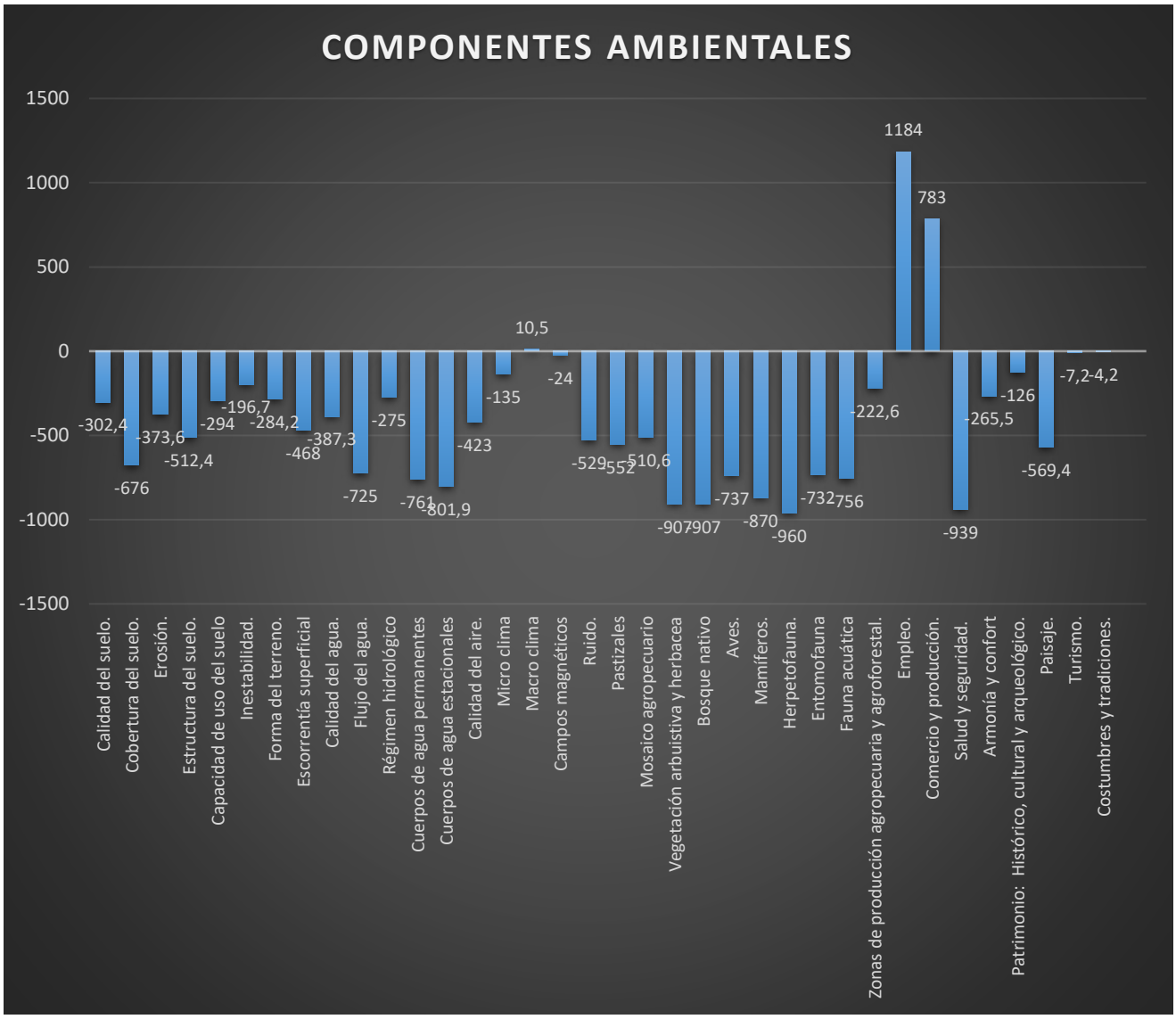
1. Tendido y colocación de conductores, vestido de estructuras a realizarse durante la Construcción de la subestación y del edificio de control,
2. La delimitación con chaflanes durante la construcción y adecuación de vías internas,
3. La instalación y funcionamiento de una garita; y,
4. La instalación y funcionamiento de oficinas temporales.

Las actividades que generarán impactos positivos en esta etapa del proyecto serán:

1. La fijación de áreas de conservación, como parte del proyecto se dejarán sin intervención ciertas áreas con vegetación en buen estado, lo que permitirá la generación de impactos positivos para los sub componentes de flora y fauna.

Por otro lado, en el siguiente gráfico se resumen los componentes ambientales que serán afectados o beneficiados durante la construcción del proyecto.

Figura 13-2. Componentes ambientales que se verán afectados o beneficiados por las actividades del proyecto



Elaborado por equipo técnico, 2026

Como se puede apreciar en la figura, los factores ambientales más afectados serían:

1. La herpetofauna, por la presión al ecosistema en donde se desarrollan; y,
2. Las salud y seguridad del personal, dada la generación de riesgos en todas las actividades de la etapa constructiva;
3. El bosque nativo y la vegetación arbustiva y herbácea;
4. Los mamíferos; las aves; la fauna acuática
5. Los cuerpos de agua permanentes y estacionales.

Como resultado de la evaluación de impactos ambientales, los factores correspondientes al componente físico (cuerpos de agua permanentes y estacionales), componente biótico (bosque nativo, vegetación arbustiva y herbácea, herpetofauna, mamíferos, aves y fauna acuática) y componente socioeconómico (salud y seguridad del personal) registraron los mayores niveles de afectación potencial, debido a la intensidad de su interacción con las actividades de la fase constructiva, su localización dentro de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto y la elevada sensibilidad ambiental identificada durante la caracterización del territorio. La valoración de estos impactos se fundamenta en la información obtenida en la línea base ambiental, la delimitación de las áreas de influencia, el análisis de sensibilidad, el inventario forestal y la evaluación de riesgos ambientales, lo que permitió establecer la magnitud de las interacciones entre las actividades del proyecto y los receptores ambientales.
En el componente físico, la mayor afectación se asocia a los cuerpos de agua permanentes y estacionales localizados dentro del Área de Influencia Directa (AID) hídrica y del Área de Influencia Indirecta (AII), los cuales presentan susceptibilidad frente a procesos de erosión, incremento de sólidos suspendidos, alteración del drenaje natural y modificaciones temporales de la calidad del agua derivadas de las actividades de movimiento de tierras, excavaciones y conformación de plataformas. Adicionalmente, el análisis de riesgos ambientales identificó escenarios potenciales relacionados con el arrastre de sedimentos, derrumbes localizados y derrames accidentales de combustibles o lubricantes, los cuales justifican la aplicación de medidas preventivas y de control orientadas a preservar la funcionalidad hidrológica de estos sistemas.

En el componente biótico, la mayor valoración corresponde al bosque nativo y a la fauna silvestre debido a que el proyecto se emplaza sobre remanentes de bosque seco y otras coberturas naturales previamente caracterizadas en la línea base e inventario forestal, donde se registró una comunidad vegetal representativa y especies de importancia ecológica propias del ecosistema. La remoción de cobertura vegetal durante la construcción constituye el principal aspecto ambiental generador de impactos, al producir pérdida de individuos forestales, reducción temporal de la cobertura, fragmentación del hábitat, alteración de corredores ecológicos y desplazamiento de fauna terrestre, particularmente de mamíferos, herpetofauna y avifauna. Esta valoración se encuentra reforzada por el análisis de sensibilidad ambiental, que clasificó amplios sectores del área de intervención y su entorno inmediato con sensibilidad media, alta y muy alta debido al estado de conservación de los ecosistemas, la presencia de especies de interés para la conservación y la función ecológica que cumplen los remanentes de vegetación nativa. Asimismo, el Área de Influencia Indirecta incorpora la vegetación asociada a quebradas y drenajes naturales, considerando que los riesgos de deslizamientos, caída de material o arrastre de sedimentos

durante la construcción podrían generar afectaciones indirectas sobre la vegetación ribereña y los ecosistemas vinculados a estos ambientes.

En el componente socioeconómico, la salud y seguridad del personal constituye el factor de mayor importancia debido a la exposición continua de los trabajadores a riesgos inherentes a las actividades constructivas, tales como operación de maquinaria pesada, excavaciones, trabajos en altura, manipulación de equipos y tránsito interno de vehículos. El análisis de riesgos ambientales determinó que estos escenarios presentan una probabilidad de ocurrencia superior respecto de otros factores socioeconómicos evaluados, por lo que requieren la implementación de estrictas medidas de prevención, control operacional, capacitación permanente y protocolos de respuesta ante emergencias. De manera complementaria, la delimitación de las áreas de influencia social permitió identificar que estos riesgos se concentran principalmente dentro del Área de Influencia Directa del proyecto, sin prever afectaciones significativas sobre la población circundante cuando se implementen las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental.

Los factores ambientales que registraron la menor afectación potencial durante la evaluación de impactos corresponden a:

1. Las costumbres y tradiciones de las poblaciones ubicadas en el área de influencia.
2. La actividad turística.
3. Los campos electromagnéticos.

La baja valoración de estos factores responde a que las actividades previstas para el proyecto presentan una interacción limitada con dichos receptores ambientales y sociales. En particular, el proyecto no modifica de manera significativa las dinámicas socioculturales del territorio ni interfiere con actividades turísticas existentes, mientras que la generación de campos electromagnéticos se restringe al entorno inmediato de la infraestructura eléctrica (Sub estación elevadora) y cumple con los parámetros técnicos y normativos aplicables, por lo que no se prevén afectaciones significativas sobre la población ni sobre otros componentes del medio.

Por otra parte, los principales impactos ambientales positivos se concentran en el componente socioeconómico, destacándose:

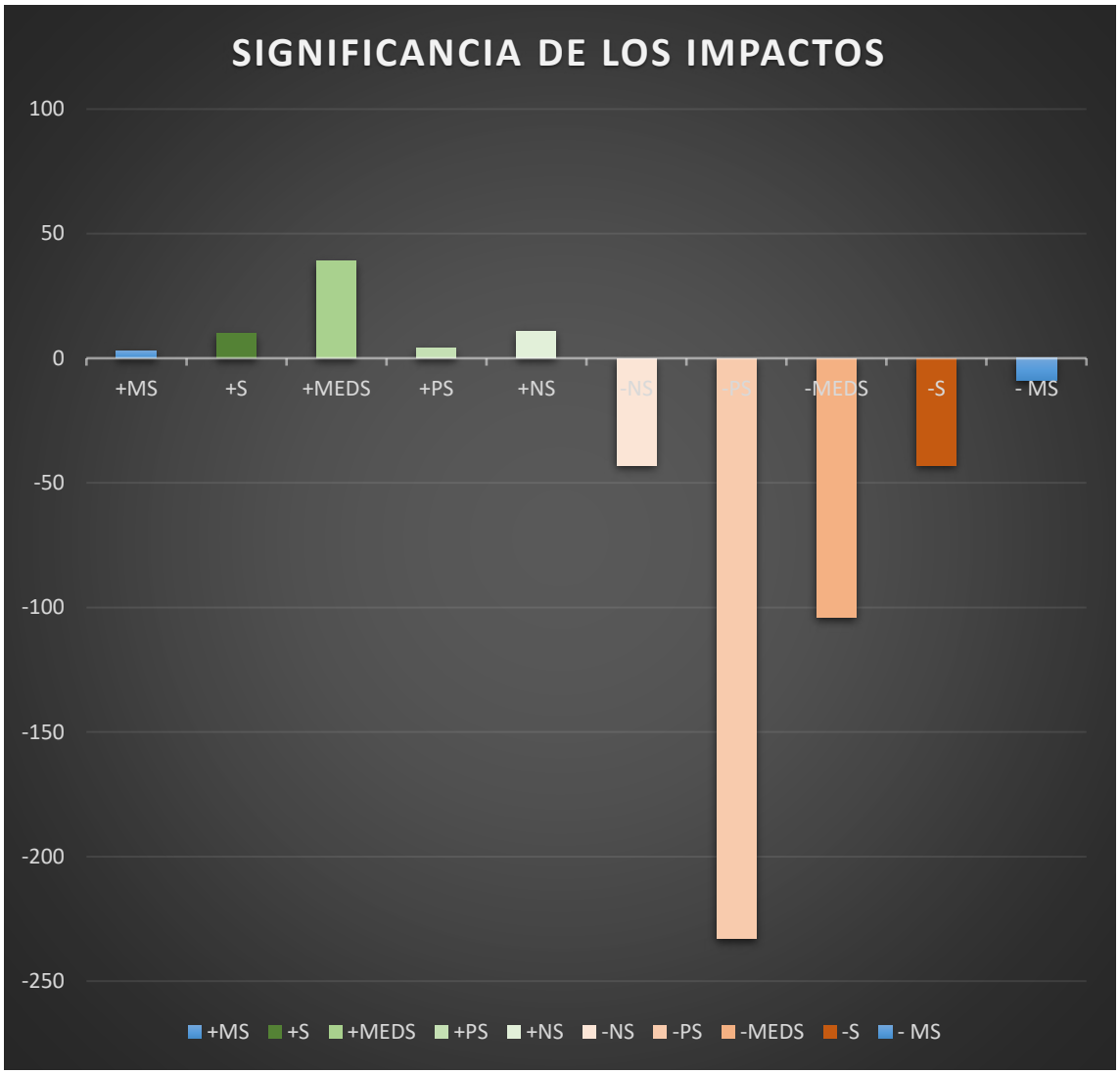
1. La generación de empleo y oportunidades de subempleo, mediante la contratación de mano de obra local durante las fases de construcción, operación y mantenimiento.
2. El fortalecimiento del comercio y de las actividades productivas locales, derivado del incremento en la demanda de bienes, servicios, hospedaje, alimentación, transporte y otros servicios complementarios requeridos para la ejecución del proyecto.

Estos beneficios contribuyen a la dinamización de la economía local y al fortalecimiento de los encadenamientos productivos en el área de influencia social, constituyéndose en los principales impactos positivos identificados durante la evaluación ambiental.

En cuanto a la significancia de los impactos ambientales, el análisis de la matriz de identificación y valoración permite establecer la distribución de los impactos de acuerdo con su nivel de

significancia. El gráfico siguiente presenta el número de impactos clasificados según su categoría de significancia, proporcionando una visión general del comportamiento ambiental del proyecto y facilitando la identificación de aquellos impactos que requieren la implementación prioritaria de medidas de prevención, mitigación, rehabilitación, compensación y seguimiento dentro del Plan de Manejo Ambiental.

Figura 13-3. Número de impactos ambientales según su significancia.



Elaborado por equipo técnico, 2026

Como se puede apreciar, de los impactos negativos, tenemos:

- El 10% de los impactos identificados pueden ser considerados no significativos, ya que puede ser probable que sucedan, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal, intensidad media – baja y extensión local o puntual.

- Los impactos negativos poco significativos están en un porcentaje de 54%; estos son de naturaleza detrimente, probable que suceda, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal de intensidad media y de extensión local.

- Luego están los impactos negativos medianamente significativos con 24% que son detrimentes, con una probabilidad cierta de ocurrencia, reversibilidad a largo plazo, duración temporal, intensidad alta y de extensión local - puntual.

- Seguido tenemos a los significativos con 10%; cuyas características nos dicen que son de naturaleza detrimente, con una probabilidad cierta de ocurrencia, una reversibilidad a corto plazo, una duración temporal, una intensidad alta y una extensión local.

- Finalmente, los muy significativos con el 2%; cuyas características nos dicen que son de naturaleza detrimente, con una probabilidad cierta de ocurrencia, una reversibilidad a largo plazo, una duración permanente, una intensidad alta y una extensión local.

Por otro lado, de los impactos positivos tenemos:

- El 16% de los impactos positivos se consideran no significativos; estos son de naturaleza benéfico, probable que sucedan, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal, intensidad media – baja y extensión local o puntual.

- El 6 % de los impactos son poco significativos, estos son de naturaleza benéfico, probable que suceda, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal de intensidad media y de extensión local.

- Los impactos positivos medianamente significativos corresponden al 58% que son positivos, con una probabilidad cierta de ocurrencia, reversibilidad a largo plazo, duración temporal, intensidad alta y de extensión local - puntual.

- Seguido tenemos a los significativos con 15%; cuyas características nos dicen que son de naturaleza positiva, con una probabilidad cierta de ocurrencia, una reversibilidad a corto plazo, una duración temporal, una intensidad alta y una extensión local.

- Finalmente, los muy significativos con el 5%; cuyas características nos dicen que son de naturaleza detrimente, con una probabilidad cierta de ocurrencia, una reversibilidad a largo plazo, una duración permanente, una intensidad alta y una extensión local.

- Impactos ambientales identificados en la etapa de construcción.

Los impactos ambientales negativos y positivos identificados en la etapa de construcción y que tienen un alto valor de significancia son:

Tabla 13-9. Impactos ambientales identificados en la etapa de construcción

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
Suelo	Calidad del suelo	Desbroce y limpieza del terreno; movimiento de tierras; construcción de plataformas y vías; operación y mantenimiento de maquinaria y equipos.	Remoción de cobertura vegetal; manejo y almacenamiento de combustibles, lubricantes y sustancias peligrosas; generación de residuos sólidos, peligrosos y especiales.	Derrame de combustibles y lubricantes; alteración de drenajes naturales; afectación de cuerpos de agua; incendio forestal.	Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo por la incorporación de hidrocarburos, aceites, sustancias peligrosas y residuos no peligrosos y especiales, ocasionando contaminación localizada, disminución de la fertilidad, reducción de la actividad biológica y afectación de su capacidad para sostener la cobertura vegetal y otras funciones ecosistémicas.	-MEDS	PMA-01, PMA-02, PMA-05, PMA-26, PMA-32, PMA-33, PMA-37, PMA-38, PMA-39, PMA-41, PMA-42, PMA-43, PMA-75, PMA-80, PMA-82, PMA-84, PMA-103, PMA-104, PMA-135.
	Cobertura del suelo	Desbroce y limpieza del terreno; adecuación del terreno; instalación de infraestructura.	Remoción de cobertura vegetal.	Pérdida de recursos alimenticios para la fauna; pérdida de conectividad ecológica; introducción de especies exóticas invasoras.	Reducción y eliminación de la cobertura protectora del suelo, favoreciendo la exposición directa a los agentes climáticos, disminuyendo la protección frente a la erosión y alterando las condiciones necesarias para la regeneración natural de la vegetación y el mantenimiento de los procesos ecológicos.	-S	PMA-15, PMA-16, PMA-18, PMA-19, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-106, PMA-127, PMA-128, PMA-129, PMA-130, PMA-138, PMA-143.
	Erosión	Movimiento de tierras; nivelación del terreno; construcción de vías internas y obras de drenaje.	Remoción de cobertura vegetal; modificación del relieve natural.	Alteración de drenajes naturales; afectación de cuerpos de agua permanentes y estacionales.	Incremento de los procesos de erosión hídrica y eólica debido a la exposición del suelo, generando pérdida de partículas, disminución de la estabilidad superficial, arrastre de sedimentos y	-MEDS	PMA-20, PMA-32, PMA-33, PMA-34, PMA-35, PMA-37, PMA-104, PMA-105, PMA-106, PMA-135.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					potencial sedimentación en los cuerpos de agua cercanos.		
	Estructura del suelo	Operación de maquinaria pesada; transporte de materiales; construcción de plataformas y vías internas.	Operación de maquinaria y equipos; acopio de materiales.	Alteración de drenajes naturales; ocupación temporal del terreno.	Modificación de la estructura física del suelo por compactación, disminución de la porosidad y permeabilidad, reduciendo la infiltración del agua, la aireación y el desarrollo del sistema radicular de la vegetación.	-MEDS	PMA-11, PMA-33, PMA-34, PMA-35, PMA-37, PMA-104, PMA-105, PMA-135.
	Capacidad de uso del suelo	Instalación de módulos fotovoltaicos, subestación, edificio de control, obras complementarias y vías internas.	Ocupación permanente del suelo; cambio de uso del terreno.	Intervención u ocupación de áreas de servidumbre.	Reducción de la capacidad de uso del suelo por la ocupación permanente de la superficie y la modificación de su funcionalidad original, limitando su potencial para otros usos productivos, de conservación o regeneración natural durante la vida útil del proyecto.	-MEDS	PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-101, PMA-104, PMA-105, PMA-106, PMA-111, PMA-112, PMA-135.
Geomorfología	Inestabilidad	Movimiento de tierras, nivelación del terreno, construcción de plataformas, construcción de vías internas y obras de drenaje.	Movimiento de tierras; remoción de cobertura vegetal; modificación del relieve; operación de maquinaria pesada.	Alteración de drenajes naturales; afectación de cuerpos de agua; derrames de combustibles; incendio forestal.	Alteración de la estabilidad geomorfológica por la modificación de taludes y superficies naturales, incrementando la susceptibilidad a procesos de remoción en masa, deslizamientos localizados y pérdida de estabilidad del terreno durante las fases constructivas.	-MEDS	PMA-20, PMA-32, PMA-33, PMA-34, PMA-35, PMA-37, PMA-103, PMA-104, PMA-105, PMA-131.
	Forma del terreno	Desbroce y limpieza; movimiento de tierras; excavaciones; nivelación;	Movimiento y nivelación del suelo; excavaciones; ocupación permanente	Alteración de drenajes naturales; intervención de áreas de servidumbre;	Modificación de la morfología natural del terreno por cortes, rellenos y conformación de	-PS	PMA-20, PMA-33, PMA-34, PMA-35, PMA-

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		construcción de plataformas, subestación y vías internas.	del terreno; construcción de infraestructura.	afectación de cuerpos de agua.	plataformas, generando cambios permanentes en el relieve local, la pendiente y la configuración fisiográfica del área intervenida.		101, PMA-104, PMA-105, PMA-111, PMA-112, PMA-131.
	Escorrentía superficial	Movimiento de tierras; nivelación del terreno; construcción de drenajes; construcción de vías; construcción de plataformas.	Alteración del drenaje superficial; movimiento de tierras; remoción de cobertura vegetal; compactación del suelo.	Alteración de drenajes naturales; afectación de cuerpos de agua permanentes y estacionales; erosión acelerada.	Modificación de los patrones naturales de escorrentía superficial debido al cambio de pendientes, compactación del suelo y construcción de infraestructura, favoreciendo la concentración de flujos, procesos erosivos, transporte de sedimentos y alteración del régimen hidrológico local.	-S	PMA-20, PMA-32, PMA-33, PMA-34, PMA-35, PMA-37, PMA-104, PMA-105, PMA-131, PMA-134.
Agua	Calidad del agua	Adecuación del terreno; movimiento de tierras; construcción de plataformas, vías y drenajes; mantenimiento de maquinaria; operación de instalaciones temporales.	Movimiento de tierras; generación de aguas residuales; generación de residuos; manejo y almacenamiento de combustibles y sustancias peligrosas; alteración del drenaje superficial.	Derrame de combustibles y lubricantes; vertido accidental de aguas residuales; afectación de cuerpos de agua permanentes y estacionales; alteración de drenajes naturales.	Deterioro de la calidad físico-química y biológica del agua superficial por el ingreso de sedimentos, hidrocarburos, aceites, residuos y otras sustancias contaminantes, generando incremento de la turbidez, modificación de parámetros de calidad y afectación de los ecosistemas acuáticos.	-S	PMA-02, PMA-26, PMA-29, PMA-30, PMA-32, PMA-33, PMA-34, PMA-38, PMA-39, PMA-41, PMA-42, PMA-43, PMA-86, PMA-103, PMA-134.
	Flujo del agua	Movimiento de tierras; nivelación del terreno; construcción de plataformas, vías internas y obras de drenaje.	Alteración del drenaje superficial; compactación del suelo; ocupación del terreno; construcción de infraestructura.	Alteración de drenajes naturales; afectación de cuerpos de agua permanentes y estacionales; erosión y transporte de sedimentos.	Modificación del patrón natural de circulación del agua superficial debido a la construcción de infraestructura y cambios en la topografía, pudiendo generar concentración de escorrentías, encharcamientos, cambios en	-S	PMA-20, PMA-32, PMA-33, PMA-34, PMA-35, PMA-37, PMA-104, PMA-105, PMA-134.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					la velocidad del flujo y alteraciones en la dinámica hidráulica local.		
	Régimen hidrológico	Desbroce; movimiento de tierras; nivelación; construcción de plataformas y vías; ocupación permanente del terreno.	Remoción de cobertura vegetal; impermeabilización parcial del terreno; modificación del relieve; alteración del drenaje superficial.	Alteración de drenajes naturales; disminución de infiltración; erosión acelerada.	Alteración del régimen hidrológico local por cambios en los procesos naturales de infiltración, escorrentía y almacenamiento temporal del agua, modificando la respuesta hidrológica del área intervenida durante eventos de precipitación.	-S	PMA-20, PMA-33, PMA-34, PMA-35, PMA-37, PMA-104, PMA-105, PMA-134.
	Cuerpos de agua permanentes	Construcción de obras civiles; construcción de drenajes; mantenimiento de maquinaria; operación del proyecto.	Movimiento de tierras; generación de sedimentos; manejo de combustibles y sustancias peligrosas; generación de aguas residuales; residuos sólidos.	Derrames; vertidos accidentales; afectación de cuerpos de agua permanentes; transporte de sedimentos.	Afectación de los cuerpos de agua permanentes por el aporte de sedimentos y contaminantes, alterando su calidad, funcionamiento ecológico y disponibilidad como hábitat para organismos acuáticos, así como los servicios ecosistémicos que proveen.	-S	PMA-20, PMA-26, PMA-29, PMA-30, PMA-32, PMA-33, PMA-34, PMA-38, PMA-39, PMA-41, PMA-42, PMA-43, PMA-86, PMA-134.
	Cuerpos de agua estacionales	Adecuación del terreno; movimiento de tierras; construcción de plataformas, vías y drenajes; transporte de materiales.	Movimiento de tierras; alteración del drenaje superficial; generación de sedimentos; ocupación temporal del terreno.	Alteración de drenajes naturales; afectación de cuerpos de agua estacionales; erosión; derrames accidentales.	Alteración temporal de los cuerpos de agua estacionales por incremento de sedimentos, modificación de cauces naturales y cambios en la conectividad hidrológica, afectando su funcionalidad ecológica durante los períodos de lluvia y su papel como hábitat temporal para diversas especies.	-S	PMA-20, PMA-22, PMA-32, PMA-33, PMA-34, PMA-35, PMA-37, PMA-104, PMA-105, PMA-134.
Atmosférico	Calidad del aire	Adecuación del terreno; desbroce; movimiento de	Emisión de material particulado; emisiones	Incendio forestal; resuspensión de polvo;	Alteración temporal de la calidad del aire por el	-PS	PMA-06, PMA-07, PMA-08,

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		tierras; transporte de materiales; construcción de plataformas, vías e infraestructura; operación y mantenimiento de maquinaria y vehículos.	de gases de combustión; circulación de maquinaria y vehículos; movimiento de tierras.	emisiones por combustión.	incremento de material particulado (PM) y emisiones gaseosas provenientes del movimiento de tierras, circulación de maquinaria y combustión de motores, ocasionando un deterioro localizado de las condiciones atmosféricas durante las actividades constructivas y de mantenimiento.		PMA-09, PMA-10, PMA-11, PMA-14, PMA-51, PMA-133.
	Microclima	Desbroce; remoción de cobertura vegetal; instalación de infraestructura permanente; operación del parque fotovoltaico.	Remoción de cobertura vegetal; ocupación permanente del terreno; modificación de la cobertura superficial.	Pérdida de cobertura vegetal; incremento de superficies expuestas.	Modificación localizada del microclima por cambios en la cobertura del suelo y en las condiciones de radiación, temperatura superficial, humedad y circulación del aire, con efectos limitados al área de implantación del proyecto.	-NS	PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-105, PMA-106, PMA-143.
	Macroclima	Operación del parque fotovoltaico.	Generación de energía renovable.	No se identifican riesgos ambientales significativos asociados.	No se prevén alteraciones significativas sobre el macroclima o los patrones climáticos regionales, debido a que la escala del proyecto es insuficiente para modificar las condiciones atmosféricas de carácter regional.	NS	No se requieren medidas específicas; seguimiento ambiental general mediante PMA-131.
	Campos magnéticos	Operación de la red interna de media tensión, subestación y equipos eléctricos.	Generación de campos electromagnéticos por equipos energizados.	Exposición localizada a campos electromagnéticos.	Generación de campos electromagnéticos de baja frecuencia restringidos al entorno inmediato de la subestación, transformadores y líneas eléctricas internas, sin producir alteraciones	-PS	PMA-46, PMA-131, PMA-136.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					ambientales significativas fuera de las áreas operativas del proyecto.		
	Ruido	Adecuación del terreno; movimiento de tierras; transporte; construcción; instalación de estructuras; mantenimiento; operación de maquinaria y equipos.	Generación de ruido; vibraciones; operación de maquinaria pesada; circulación de vehículos.	Incremento de niveles de presión sonora; perturbación de fauna silvestre.	Incremento temporal de los niveles de presión sonora y vibraciones por la operación de maquinaria, equipos y vehículos, generando molestias al personal y poblaciones cercanas, así como perturbación del comportamiento de la fauna silvestre durante las fases de construcción.	-MEDS	PMA-11, PMA-12, PMA-13, PMA-14, PMA-24, PMA-67, PMA-69, PMA-132.
Flora	Pastizales	Adecuación del terreno; desbroce y limpieza; movimiento de tierras; construcción de plataformas, vías e infraestructura; operación y mantenimiento del proyecto.	Remoción de cobertura vegetal; ocupación temporal y permanente del suelo; tránsito de maquinaria y vehículos.	Incendio forestal; introducción de especies exóticas invasoras; compactación del suelo; extracción ilegal de flora.	Reducción de la cobertura de pastizales por la remoción de la vegetación y la ocupación del terreno, ocasionando pérdida de biomasa vegetal, disminución de la capacidad de regeneración natural, alteración de la composición florística, reducción de los servicios ecosistémicos (protección del suelo, regulación hídrica y provisión de alimento para la fauna), favoreciendo además el establecimiento de especies invasoras y el incremento de la vulnerabilidad frente a procesos de degradación.	-MEDS	PMA-15, PMA-18, PMA-19, PMA-20, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-74, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-129, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Mosaico agropecuario	Adecuación del terreno; desbroce; construcción de infraestructura; apertura	Remoción de cobertura vegetal; ocupación permanente del suelo;	Incendio forestal; introducción de especies invasoras; extracción de	Transformación y degradación del ecosistema agropecuario por la pérdida	-PS	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		de vías; operación del proyecto.	modificación del uso del suelo.	recursos naturales; compactación del suelo.	de silvopasturas, cultivos y otras coberturas vegetales, ocasionando disminución de la productividad del suelo, alteración del paisaje rural, reducción de los servicios ecosistémicos, modificación de la composición florística y mayor susceptibilidad a procesos de degradación ambiental e invasión por especies exóticas.		23, PMA-35, PMA-74, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-127, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Vegetación arbustiva y herbácea	Desbroce y limpieza; movimiento de tierras; construcción de plataformas, vías, drenajes e instalación de infraestructura.	Remoción de cobertura vegetal; alteración del hábitat; ocupación permanente del suelo; fragmentación de la cobertura vegetal.	Pérdida de conectividad ecológica; afectación de áreas de alta sensibilidad ecológica; extracción ilegal de flora; introducción de especies invasoras; incendio forestal; alteración del drenaje natural.	Pérdida, degradación y fragmentación de la vegetación arbustiva y herbácea debido a la remoción de la cobertura vegetal y la implantación de infraestructura, ocasionando disminución de la riqueza y composición florística, afectación de especies nativas, reducción de la regeneración natural, alteración de la conectividad ecológica y de la dispersión de semillas, modificación del microclima local, reducción de la disponibilidad hídrica para la vegetación por cambios en la escorrentía, disminución de los servicios ecosistémicos y pérdida de hábitat y recursos alimenticios para la fauna silvestre.	-MS	PMA-15, PMA-16, PMA-18, PMA-19, PMA-20, PMA-21, PMA-22, PMA-23, PMA-27, PMA-35, PMA-51, PMA-74, PMA-105, PMA-106, PMA-113, PMA-114, PMA-115, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-129, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
	Bosque nativo	Desbroce selectivo; movimiento de tierras; construcción de obras civiles; instalación de infraestructura permanente; apertura de vías.	Remoción de cobertura vegetal; alteración del hábitat; ocupación permanente del suelo; fragmentación del bosque; modificación del drenaje superficial.	Pérdida de conectividad ecológica; afectación de especies con categoría de conservación; extracción ilegal de flora; introducción de especies invasoras; incendio forestal; alteración del régimen hídrico.	Pérdida, transformación, degradación y fragmentación del bosque nativo como consecuencia de la remoción de la vegetación y la ocupación del terreno, ocasionando desaparición local de especies vegetales nativas, disminución de la riqueza y diversidad florística, reducción de los recursos forestales, alteración de los procesos de regeneración natural, modificación del microclima y del balance hídrico, disminución de los servicios ecosistémicos (captura de carbono, regulación climática e hídrica, protección del suelo y provisión de hábitat), afectación de la conectividad ecológica y mayor facilidad para la extracción de recursos naturales debido a la apertura de accesos e infraestructura del proyecto.	-MS	PMA-15, PMA-16, PMA-18, PMA-19, PMA-20, PMA-21, PMA-22, PMA-23, PMA-27, PMA-35, PMA-51, PMA-74, PMA-105, PMA-106, PMA-113, PMA-114, PMA-115, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-129, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
Fauna	Aves	Desbroce y limpieza del terreno; cercado perimetral; movimiento de tierras; transporte de equipos, materiales y personal; construcción de plataformas, vías y drenajes; instalación de	Remoción de cobertura vegetal; generación de ruido y vibraciones; emisión de material particulado y gases; ocupación temporal del terreno; incremento del tránsito vehicular;	Desplazamiento de fauna; pérdida de recursos alimenticios; pérdida de conectividad ecológica; atropellamiento de fauna; cacería; tráfico ilegal de especies CITES; incendio forestal;	Alteración de la estructura y funcionalidad ecológica del hábitat utilizado por la avifauna debido al desbroce, movimiento de tierras, construcción de infraestructura y apertura de áreas de trabajo, ocasionando	S	PMA-15, PMA-16, PMA-20, PMA-21, PMA-22, PMA-23, PMA-27, PMA-35, PMA-51, PMA-74, PMA-105, PMA-106,

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		estructuras de soporte; construcción de la subestación; tendido de conductores; estadía del personal; mantenimiento de maquinaria; desmantelamiento de infraestructura temporal.	generación de residuos; presencia continua de personal; consumo de combustibles.	introducción de especies exóticas invasoras; afectación de corredores biológicos; afectación de especies con categoría de conservación.	pérdida de sitios de anidación, refugio, descanso y alimentación, disminución de la disponibilidad de recursos tróficos y fragmentación del paisaje. La generación continua de ruido, vibraciones, polvo, tránsito de maquinaria y presencia permanente de trabajadores provoca cambios en los patrones de comportamiento, comunicación, alimentación y reproducción, favoreciendo el abandono temporal de territorios y nidos. El incremento del tránsito vehicular aumenta el riesgo de atropellamiento, mientras que la mayor accesibilidad al área favorece actividades de cacería y tráfico ilegal de especies. Estos efectos pueden incrementar la vulnerabilidad de especies sensibles y de aquellas con categoría de conservación registradas en el área de influencia, comprometiendo la funcionalidad de corredores biológicos y la dinámica poblacional de la avifauna.		PMA-113, PMA-114, PMA-115, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-129, PMA-130, PMA-132, PMA-138 y PMA-143.
	Mamíferos	Desbroce y limpieza; movimiento de tierras;	Remoción de cobertura vegetal; ocupación	Desplazamiento de fauna; pérdida de conectividad	Modificación de la dinámica ecológica de las poblaciones	S	PMA-15, PMA-16, PMA-20,

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		construcción de obras civiles; construcción de vías; transporte de materiales y personal; instalación de infraestructura; estadía del personal; mantenimiento de maquinaria.	temporal del terreno; ruido y vibraciones; tránsito de maquinaria y vehículos; generación de residuos; consumo de combustibles; presencia de personal.	ecológica; atropellamiento; interacción con fauna feral; cacería; tráfico ilegal de especies; incendio forestal; derrames de combustibles; introducción de especies invasoras; afectación de especies amenazadas.	de mamíferos como consecuencia de la transformación temporal del paisaje, el incremento del tránsito vehicular, la generación de ruido y vibraciones y la presencia continua de personal durante las actividades constructivas. Estas perturbaciones ocasionan cambios en los patrones de desplazamiento, alimentación, refugio y reproducción, provocando abandono de áreas utilizadas tradicionalmente por las especies y aumentando el gasto energético asociado a los desplazamientos. La apertura de caminos y el incremento de la accesibilidad favorecen el ingreso de personas ajenas al proyecto, incrementando el riesgo de cacería, captura ilegal e interacción con fauna feral. Adicionalmente, el tránsito continuo de vehículos incrementa la probabilidad de atropellamiento, especialmente en especies de hábitos crepusculares y nocturnos, mientras que la fragmentación del hábitat puede afectar la conectividad		PMA-21, PMA-22, PMA-23, PMA-27, PMA-35, PMA-51, PMA-74, PMA-105, PMA-106, PMA-113, PMA-114, PMA-115, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-129, PMA-130, PMA-132, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					funcional y genética de poblaciones de especies con categoría de conservación.		
	Herpetofauna	Desbroce; movimiento de tierras; construcción de drenajes; plataformas; transporte; mantenimiento de maquinaria; construcción de obras civiles.	Remoción de cobertura vegetal; compactación del suelo; alteración del drenaje; ruido; vibraciones; generación de residuos; tránsito de maquinaria.	Atropellamiento; caída de fauna en zanjas y cunetas; desplazamiento; contaminación por derrames; alteración del drenaje natural; pérdida de conectividad; introducción de especies invasoras.	Alteración de los microhábitats utilizados por anfibios y reptiles debido a la remoción de la cobertura vegetal, compactación del suelo, modificación de drenajes naturales y excavación de zanjas y cunetas durante las obras civiles. Estas actividades reducen la disponibilidad de refugios, modifican las condiciones de humedad y temperatura del suelo e interrumpen áreas utilizadas para alimentación y reproducción. La circulación permanente de maquinaria incrementa la mortalidad por atropellamiento y aplastamiento, mientras que las excavaciones abiertas constituyen trampas que dificultan el desplazamiento de individuos. Los derrames accidentales de combustibles y el manejo inadecuado de residuos pueden deteriorar la calidad del hábitat, incrementando la vulnerabilidad de especies endémicas o con limitada	S	PMA-15, PMA-16, PMA-20, PMA-21, PMA-22, PMA-23, PMA-27, PMA-35, PMA-74, PMA-105, PMA-106, PMA-113, PMA-114, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-129, PMA-130, PMA-132, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					capacidad de dispersión, especialmente aquellas con categorías de conservación.		
	Entomofauna	Desbroce; movimiento de tierras; transporte; construcción de infraestructura; estadía del personal.	Remoción de vegetación; generación de polvo; ruido; vibraciones; ocupación temporal del suelo; modificación del microclima; generación de residuos.	Introducción de especies invasoras; desplazamiento de fauna; pérdida de recursos florales; pérdida de conectividad ecológica.	Alteración de la composición, riqueza y abundancia de las comunidades de insectos como consecuencia de la eliminación de la cobertura vegetal, modificación del microclima, emisión de material particulado y perturbación física del suelo. La reducción de plantas hospederas y recursos florales disminuye la disponibilidad de alimento y sitios de reproducción para numerosas especies, afectando procesos ecológicos fundamentales como la polinización, dispersión de semillas y reciclaje de nutrientes. Estas alteraciones pueden producir cambios en la estructura de las comunidades de artrópodos, favoreciendo especies oportunistas en detrimento de especies especializadas, con efectos indirectos sobre aves, mamíferos, anfibios y reptiles que dependen de estos organismos como recurso alimenticio. La emisión de luz artificial puede afectar a la	S	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-21, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-74, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-129, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					entomofauna al alterar sus patrones naturales de comportamiento, especialmente en especies de hábitos nocturnos.		
Fauna Socioeconómico y cultural	Fauna acuática	Movimiento de tierras; construcción de obras de drenaje; instalación de baterías sanitarias; mantenimiento de maquinaria; manejo de combustibles; adecuación de escombreras; estadía del personal.	Generación de sedimentos; alteración de drenajes; generación de aguas residuales; derrames de combustibles; manejo de sustancias peligrosas; generación de residuos.	Contaminación de cuerpos de agua; sedimentación; alteración del régimen hidrológico; afectación de cuerpos de agua permanentes y estacionales; pérdida de hábitat acuático.	Alteración de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos debido al incremento de sedimentos, modificación de los drenajes naturales, generación de aguas residuales domésticas y posibles derrames de combustibles, aceites u otras sustancias peligrosas durante la construcción. Estas condiciones pueden deteriorar la calidad físico-química del agua, reducir la disponibilidad de oxígeno disuelto, modificar los sustratos utilizados para alimentación y reproducción y afectar la supervivencia de peces, anfibios y macroinvertebrados acuáticos. La pérdida de calidad del hábitat puede alterar la composición de las comunidades hidrobiológicas y la cadena trófica, generando una disminución de la biodiversidad acuática y una mayor vulnerabilidad de especies sensibles o con algún	MS	PMA-08, PMA-09, PMA-10, PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-51, PMA-74, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-127, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					grado de amenaza presentes en el área de influencia.		
	Zonas de producción agropecuaria y agroforestal	Adecuación del terreno; desbroce; movimiento de tierras; construcción de vías internas; construcción de plataformas; instalación de infraestructura temporal y permanente.	Ocupación temporal del terreno; remoción de cobertura vegetal; movimiento de tierras; generación de polvo; tránsito de maquinaria; modificación del drenaje superficial.	Intervención de áreas de servidumbre; alteración de drenajes naturales; afectación de cuerpos de agua; incendios forestales; derrames de combustibles.	Modificación temporal de las actividades agropecuarias y agroforestales por la ocupación de áreas destinadas al proyecto y el incremento de las actividades constructivas, ocasionando restricciones de acceso a zonas de producción, alteración de sistemas de drenaje e irrigación, disminución temporal de la productividad en predios colindantes por generación de polvo y tránsito de maquinaria, así como cambios en las dinámicas de uso del suelo y en la disponibilidad de recursos naturales utilizados para la producción local.	-MEDS	PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-38, PMA-51, PMA-105, PMA-131, PMA-138 y PMA-143.
	Empleo	Instalación de infraestructura temporal; construcción de obras civiles; montaje de estructuras; transporte; operación de campamentos; desmantelamiento de infraestructura temporal.	Contratación de mano de obra local; demanda de bienes y servicios; capacitación; adquisición de insumos.	Conflictos laborales; expectativas de empleo; desigualdad en la contratación.	Generación de empleo temporal directo e indirecto durante la fase constructiva mediante la contratación de mano de obra local y regional, dinamizando la economía del área de influencia, fortaleciendo las capacidades laborales de la población y mejorando temporalmente los ingresos familiares; no obstante, la diferencia entre la demanda de empleo y las	S	PMA-31, PMA-32, PMA-33, PMA-34, PMA-36, PMA-37, PMA-39, PMA-40, PMA-41 y PMA-42.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					plazas disponibles puede generar expectativas no satisfechas y conflictos sociales si los procesos de contratación no son transparentes y equitativos.		
	Comercio y producción	Transporte de materiales; adquisición de insumos; estadía del personal; construcción de infraestructura; funcionamiento de oficinas temporales y campamentos.	Demanda de bienes y servicios locales; contratación de proveedores; consumo de materiales e insumos.	Incremento temporal de precios; dependencia económica temporal.	Incremento de la actividad comercial y productiva local debido a la demanda de hospedaje, alimentación, transporte, combustibles, materiales de construcción y otros bienes y servicios requeridos durante la ejecución de las obras, favoreciendo la dinamización económica y el fortalecimiento de pequeños emprendimientos; sin embargo, este crecimiento puede ser temporal y generar variaciones en la oferta y demanda de determinados productos y servicios.	MEDS	PMA-31, PMA-32, PMA-36, PMA-37, PMA-39, PMA-40 y PMA-41.
	Salud y seguridad	Movimiento de tierras; transporte de materiales; operación de maquinaria; construcción de infraestructura; funcionamiento de campamentos; mantenimiento de maquinaria; estadía del personal.	Generación de ruido; generación de polvo; emisiones de gases; tránsito vehicular; almacenamiento de combustibles; generación de residuos; aguas residuales; presencia de personal.	Accidentes de tránsito; accidentes laborales; incendios; derrames de combustibles; interacción con fauna feral; proliferación de vectores; ingreso de personas externas.	Incremento de los riesgos para la salud y seguridad de trabajadores y población del área de influencia debido a la exposición a ruido, material particulado, emisiones atmosféricas y tránsito constante de maquinaria y vehículos pesados, así como por la posibilidad de accidentes laborales y de	-S	PMA-01 al PMA-14; PMA-24 al PMA-30; PMA-43 al PMA-50; PMA-67 al PMA-72; PMA-131, PMA-132 y PMA-136.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					tránsito, incendios, derrames de combustibles, manejo inadecuado de residuos y aguas residuales, presencia de fauna feral y mayor interacción entre trabajadores y comunidades locales, pudiendo afectar la seguridad, la salud ocupacional y las condiciones sanitarias si no se aplican adecuadamente las medidas preventivas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental.		
Socioeconómico y cultural	Armonía y confort	Transporte de materiales; operación de maquinaria; funcionamiento de campamentos; construcción de obras civiles; instalación de infraestructura temporal.	Generación de ruido; vibraciones; polvo; incremento del tránsito; iluminación temporal; presencia de personal.	Molestias a la población; conflictos vecinales; alteración de la tranquilidad del sector.	Alteración temporal de las condiciones de tranquilidad y confort de la población debido al incremento de ruido, vibraciones, polvo, tránsito de maquinaria pesada y presencia permanente de trabajadores durante la ejecución de las obras, generando molestias ocasionales, cambios en la percepción de calidad de vida y posibles conflictos con propietarios y usuarios de predios cercanos.	-MEDS	PMA-11, PMA-12, PMA-13, PMA-14, PMA-24, PMA-35, PMA-67, PMA-69, PMA-131 y PMA-132.
	Patrimonio histórico, cultural y arqueológico	Movimiento de tierras; excavaciones; construcción de plataformas; construcción de drenajes; obras civiles.	Excavaciones; remoción de suelo; movimiento de tierras.	Hallazgos arqueológicos fortuitos; afectación al patrimonio cultural.	Posible afectación a bienes arqueológicos, históricos o culturales no identificados previamente durante las actividades de excavación y movimiento de tierras, lo que	-PS	PMA-73, PMA-74, PMA-75 y PMA-131.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					podría ocasionar la alteración o pérdida de evidencias patrimoniales si no se activan oportunamente los protocolos de hallazgos fortuitos y las medidas de protección establecidas por la autoridad competente.		
	Paisaje	Instalación de infraestructura temporal; desbroce; movimiento de tierras; construcción de plataformas; montaje de estructuras; construcción de la subestación.	Remoción de cobertura vegetal; ocupación del terreno; instalación de estructuras; movimiento de maquinaria.	Modificación visual del entorno; pérdida de calidad escénica.	Modificación temporal del paisaje por la presencia de maquinaria, campamentos, acopios de materiales, excavaciones, plataformas y estructuras constructivas, alterando la calidad visual del entorno y la percepción escénica del paisaje durante el desarrollo de las obras; este efecto disminuye progresivamente con el retiro de la infraestructura temporal, la revegetación y la restauración de las áreas intervenidas.	-MEDS	PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-106, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Turismo	Construcción de infraestructura; transporte; estadía del personal.	Incremento del tránsito; presencia de maquinaria; demanda de servicios locales.	Molestias temporales a visitantes; incremento de actividad económica.	Alteración temporal de la percepción turística del área debido a la presencia de obras, maquinaria y tránsito vehicular; simultáneamente, el incremento de la demanda de hospedaje, alimentación y otros servicios por parte del personal del proyecto puede generar beneficios económicos para	PS	PMA-31, PMA-32, PMA-36, PMA-37 y PMA-131.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					establecimientos locales vinculados al turismo y los servicios complementarios.		
	Costumbres y tradiciones	Estadía del personal; contratación de mano de obra; interacción con comunidades locales.	Presencia temporal de trabajadores externos; interacción social.	Conflictos socioculturales; cambios en dinámicas comunitarias.	Posibles cambios temporales en la dinámica social y comunitaria derivados de la interacción entre trabajadores del proyecto y la población local, pudiendo generarse conflictos culturales o modificaciones en determinadas prácticas cotidianas; no obstante, debido al carácter temporal de la fase constructiva y a la limitada magnitud de la intervención, no se prevén afectaciones significativas sobre las costumbres, tradiciones o identidad cultural de las comunidades del área de influencia.	-NS	PMA-31, PMA-33, PMA-34, PMA-37, PMA-42 y PMA-131.

Elaborado por equipo técnico, 2026

13.3.4. Identificación valoración y significancia de los impactos Fase de operación y mantenimiento

Tabla 13-10. Matriz de identificación de impactos – fase de operación y mantenimiento

		Fase operación y mantenimiento.						
		Operación del parque solar	Operación de la subestación	Mantenimiento de los elementos del parque voltaico.				Estadía de personal en la fase operativa
		Puesta en marcha.		Mantenimiento preventivo de los paneles solares.	Mantenimiento correctivo de paneles solares.	Mantenimiento preventivo de la sub estación.	Mantenimiento correctivo de la sub estación.	
Suelos	Calidad del suelo.							
	Cobertura del suelo.							
	Erosión.							
	Estructura del suelo.							
	Capacidad de uso							
Procesos geomorfodinámicos	Inestabilidad.							
	Forma del terreno.							
	Escorrentía superficial							
Agua	Calidad del agua.							
	Flujo del agua.							
	Régimen hidrológico							
	Cuerpos de agua permanentes							
	Cuerpos de agua estacionales							
Atmosféricos.	Calidad del aire.							
	Micro clima							
	Macro clima							
	Ruido.							
	Campos magnéticos							
Flora	Pastizales							
	Mosaico agropecuario							
	Vegetación arbustiva y herbácea							
	Bosque nativo							
Fauna	Aves.							
	Mamíferos.							
	Herpetofauna.							
	Entomofauna							
	Fauna acuática							
Socio económico y cultural.	Zonas de producción agropecuaria y agroforestal.							
	Empleo.							
	Comercio y producción.							
	Salud y seguridad.							
	Armonía y confort							
	Patrimonio: Histórico, cultural y arqueológico.							
	Paisaje rural.							
	Turismo.							
	Costumbres y tradiciones.							

Elaborado por equipo técnico, 2025

Tabla 13-11. Matriz de evaluación de los impactos fase de operación

		Fase operación y mantenimiento.										
		Operación del parque solar		Mantenimiento de los elementos del parque voltaico.								
		Puesta en marcha.	Operación de la subestación	Mantenimiento preventivo de los paneles solares.	Mantenimiento correctivo de paneles solares.	Mantenimiento preventivo de la sub estación.	Mantenimiento correctivo de la sub estación.	Estadía de personal en la fase operativa.	Numero de interacciones	Impactos -	Impactos +	Sumatoria
Suelos	Calidad del suelo.	-12	-14	-8	-10	-2	-12	-20	7	7	0	-78
	Cobertura del suelo.	-72	-72	-6					3	3	0	-150
	Erosión.			-24	-4				2	2	0	-28
	Estructura del suelo.			-18	-18		-18	-18	4	4	0	-72
	Capacidad de uso del suelo			-4	-4				2	2	0	-8
Procesos geomorfólogicos	Inestabilidad.								0	0	0	0
	Forma del terreno.								0	0	0	0
	Escorrentía superficial.	-27		-27	-27	-27		-27	5	5	0	-135
Agua	Calidad del agua.	-30	-30	-50	-30	-25	-35	-70	7	7	0	-270
	Flujo del agua.	-45	-35						2	2	0	-80
	Régimen hidrológico			-80				-6	2	2	0	-86
	Cuerpos de agua permanentes	-30	-30	-50	-30	-25	-35	-70	7	7	0	-270
	Cuerpos de agua estacionales			-45	-27	-23	-31	-63	5	5	0	-189
Atmosféricos	Calidad del aire.		-30		-20		-20		3	3	0	-70
	Micro Clima.	-40	-4						2	2	0	-44
	Macro Clima.	27							1	0	1	27
	Campos magnéticos	-28	-24						2	2	0	-52
	Ruido.		-30	-25	-25	-25	-25	-2	6	6	0	-132
Flora	Pastizales	1	1	1	1		1	1	6	0	6	6
	Mosaico agropecuario			-18	-15			-15	3	3	0	-48
	Vegetación arbustiva y herbácea	-40	-30	-30	-20	-20	-20	-30	7	7	0	-190
	Bosque nativo	-35	-30	-60	-60	-30	-20	-80	7	7	0	-315
Faauna	Aves.	-80	-80		-25	-20	-30	-40	6	6	0	-275
	Mamíferos.	-80	-35	-30	-60	-4	-30	-60	7	7	0	-299
	Herpetofauna.	-80	-35	-30	-60	-4	-30	-80	7	7	0	-319
	Entomofauna	-64	-48		-48	-40		-56	5	5	0	-256
	Fauna acuática.	-30	-40	-50		-25	-35	-70	6	6	0	-250
Socio económico y cultural.	Zonas de producción agropecuaria y agroforestal.			-3	-3				2	2	0	-6
	Empleo.	64	56	56	64	56	64	48	7	0	7	408
	Comercio y producción.	54	48	21	42	21	48	36	7	0	7	270
	Salud y seguridad.	-80	-70	-60	-70	-90	-90	-25	7	7	0	-485
	Armonía y confort	-4	-18		-18		-18	-45	5	5	0	-103
	Patrimonio: Histórico, cultural y arqueológico.							-56	1	1	0	-56
	Paisaje rural.	-60	-48						2	2	0	-108
	Turismo.	40	28						2	0	2	68
	Costumbres y tradiciones.	-24						-4	2	2	0	-28
	Numero de interacciones	24	23	22	23	16	18	23	149			
	Impactos -	19	19	19	20	14	15	20		126		
	Impactos +	5	4	3	3	2	3	3		84,56	23	
	Sumatoria	-675	-570	-540	-467	-283	-336	-752			18,25	-3623

Elaborado por equipo técnico, 2026

Tabla 13-12. Matriz de significancia de los impactos - fase de operación y mantenimiento

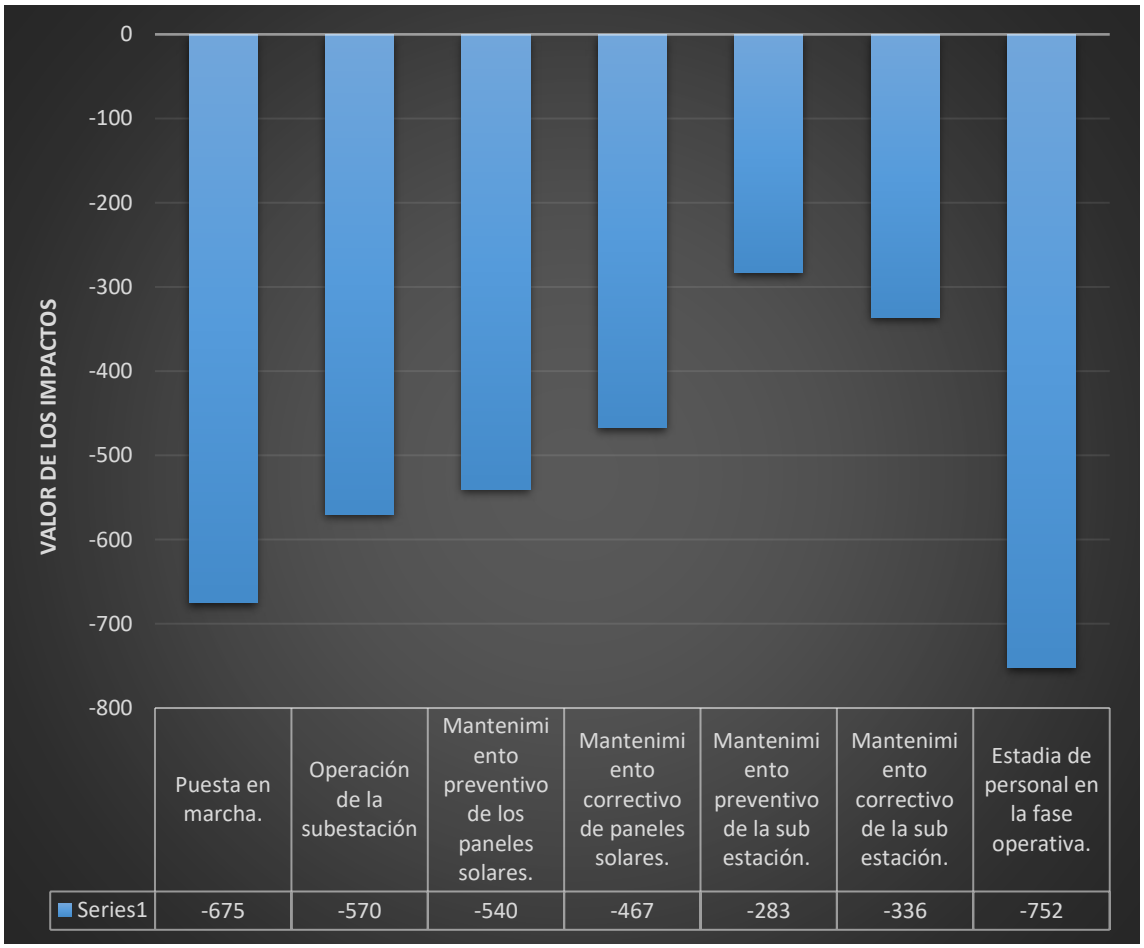
		Fase operación y mantenimiento.						
		Operación del parque solar		Mantenimiento de los elementos del parque voltaico.				
		Puesta en marcha.	Operación de la subestación	Mantenimiento preventivo de los paneles solares.	Mantenimiento correctivo de paneles solares.	Mantenimiento preventivo de la sub estación.	Mantenimiento correctivo de la sub estación.	Estadía de personal en la fase operativa.
Suelos	Calidad del suelo.	-NS	-NS	-NS	-NS	-NS	-NS	-NS
	Cobertura del suelo.	-S	-S	-NS				
	Erosión.			-PS	-NS			
	Estructura del suelo.			-NS	-NS		-NS	-NS
	Capacidad de uso del suelo			-NS	-NS			
Procesos geomorfólogicos	Inestabilidad.							
	Forma del terreno.							
	Escorrentía superficial.	-PS		-PS	-PS	-PS		-PS
Agua	Calidad del agua.	-PS	-PS	-MEDS	-PS	-PS	-PS	-S
	Flujo del agua.	-MEDS	-PS					
	Régimen hidrológico			-S				-NS
	Cuerpos de agua permanentes	-PS	-PS	-MEDS	-PS	-PS	-PS	-S
	Cuerpos de agua estacionales			-MEDS	-PS	-PS	-PS	-S
Atmosféricos	Calidad del aire.		-PS		-NS		-NS	
	Micro Clima.	-PS	-NS					
	Macro Clima.	PS	0					
	Campos magnéticos	-PS	-PS					
	Ruido.		-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-NS
Flora	Pastizales	NS	NS	NS	NS		NS	NS
	Mosaico agropecuario			-NS	-NS			-NS
	Vegetación arbustiva y herbácea	-PS	-PS	-PS	-NS	-NS	-NS	-PS
	Bosque nativo	-PS	-PS	-MEDS	-MEDS	-PS	-NS	-S
Fauna	Aves.	-S	-S		-PS	-NS	-PS	-PS
	Mamíferos.	-S	-PS	-PS	-MEDS	-NS	-PS	-MEDS
	Herpetofauna.	-S	-PS	-PS	-MEDS	-NS	-PS	-S
	Entomofauna	-S	-MEDS		-MEDS	-PS		-MEDS
	Fauna acuática.	-PS	-PS	-MEDS		-PS	-PS	-S
Socio económico y cultural.	Zonas de producción agropecuaria y agroforestal.			-NS	-NS			
	Empleo.	S	MEDS	MEDS	S	MEDS	S	MEDS
	Comercio y producción.	MEDS	MEDS	PS	MEDS	PS	MEDS	PS
	Salud y seguridad.	-S	-S	-MEDS	-S	-MS	-MS	-PS
	Armonía y confort	-NS	-NS		-NS		-NS	-MEDS
	Patrimonio: Histórico, cultural y arqueológico.							-MEDS
	Paisaje rural.	-MEDS	-MEDS					
	Turismo.	PS	PS					
	Costumbres y tradiciones.	-PS						-NS

Elaborado por equipo técnico, 2025

Después del análisis de valoración de los impactos, el valor máximo de afectación negativa al medio por las actividades de operación y mantenimiento del proyecto sería de - 14900 unidades (100 unidades * 149 interacciones) cuando todos los impactos presentes las características más adversas; de esto el valor resultante para el proyecto en análisis es de – 3623 que representa un impacto porcentual negativo de -24,32 %. Del total de impactos identificados, el 84,56 % son impactos de carácter negativo, mientras que el 18,25 % son de carácter positivo.

En la siguiente figura se muestran los rangos de afectaciones por actividades realizadas como parte del proyecto:

Figura 13-4. Rangos de afectación por actividades a realizar en la etapa de operación y mantenimiento



Elaborado por equipo técnico, 2026

Como se puede apreciar en la figura anterior, las actividades que generarán mayor número de impactos en esta etapa serán:

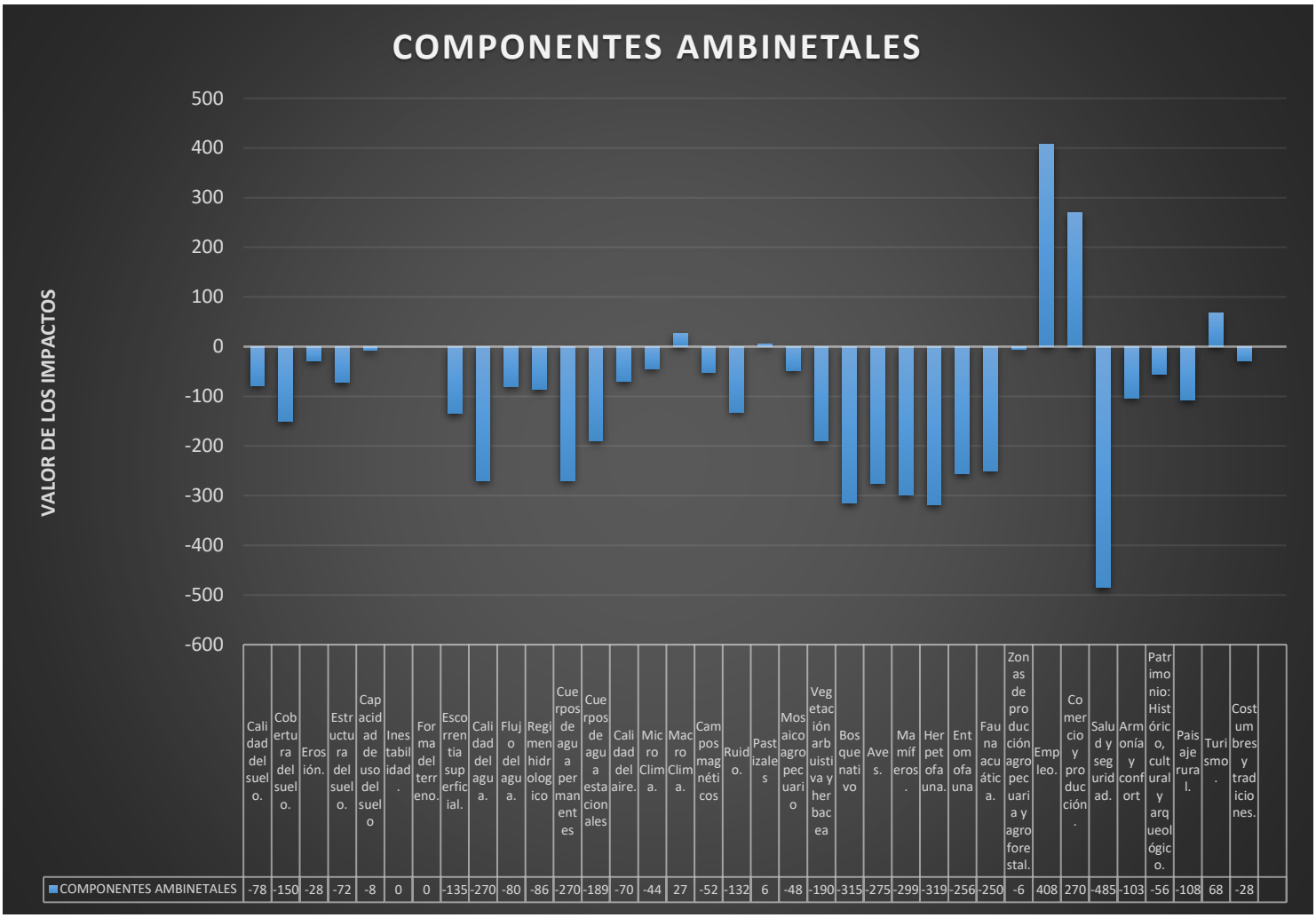
1. La estadía del personal en la fase operativa;
2. Puesta en marcha del proyecto durante la operación del parque fotovoltaico;
3. La operación de la sub estación; y,
4. Mantenimiento de la línea de transmisión;
5. El mantenimiento correctivo y preventivo de los paneles solares.

Las actividades que menos impactos generarán son:

1. Mantenimiento preventivo y correctivo de la sub estación; y,

Por otro lado, en el siguiente gráfico se resumen los componentes ambientales que serán afectados o beneficiados durante la operación y mantenimiento del proyecto.

Figura 13-5. Componentes ambientales que se verán afectados o beneficiados por las actividades del proyecto.



Elaborado por equipo técnico, 2026

Como se puede apreciar en la figura, los factores ambientales más afectados serían:

1. Las salud y seguridad del personal, dada la generación de riesgos en todas las actividades de la etapa operativa y de mantenimiento;
2. los componentes faunísticos como: avifauna, herpetofauna, mastofauna y entomofauna;
3. ruido generado en las acciones de mantenimiento, especialmente; y,
4. campos magnéticos.

Los menos perjudicados serán:

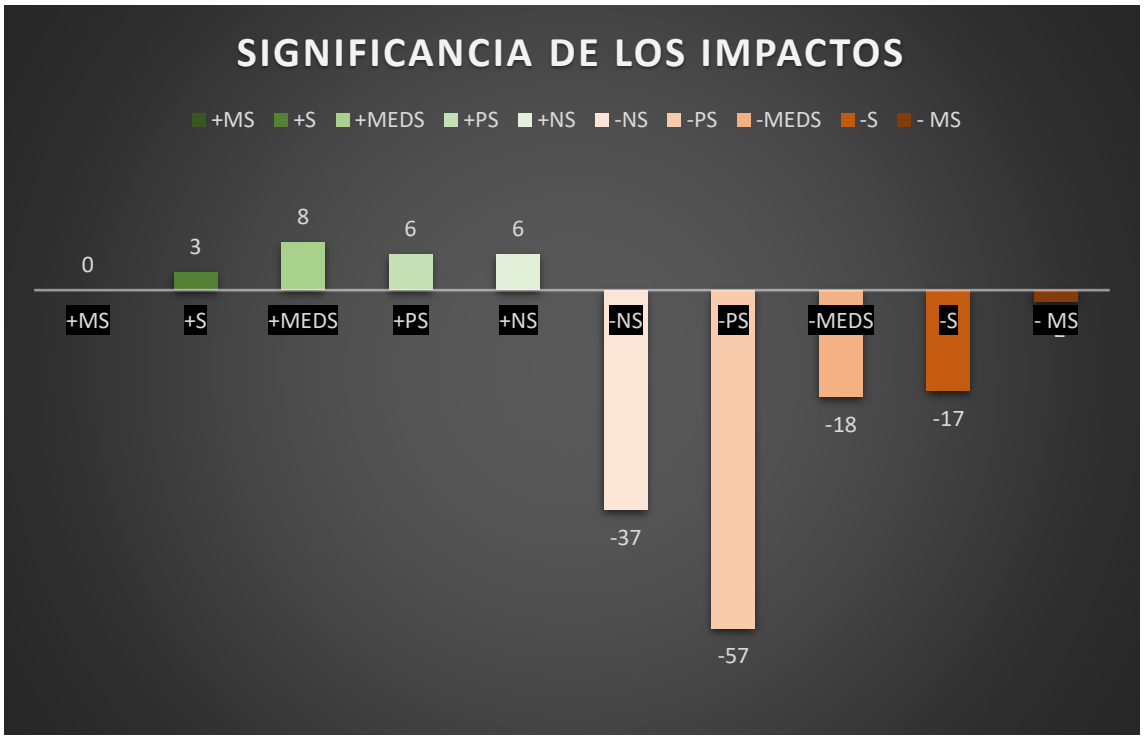
1. inestabilidad del suelo;
2. costumbres y tradiciones;
3. zonas de producción agropecuaria y agro forestal; y,
4. silvopasturas y cultivos.

Los componentes ambientales que se beneficiarían por la ejecución del proyecto serian de tipo socioeconómico:

1. Empleo y sub empleo;
2. comercio y producción, y,
3. turismo.

En cuanto a la significancia de los impactos ambientales, del análisis realizado en la matriz anterior se deprende el siguiente gráfico general que indica el número de impactos ambientales según la significancia de los mismos:

Figura 13-6. Número de impactos ambientales según su significancia – fase de operación y mantenimiento.



Elaborado por equipo técnico, 2026

Como se puede apreciar, de los impactos negativos, tenemos:

- El 28% de los impactos identificados pueden ser considerados no significativos, ya que puede ser probable que sucedan, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal, intensidad media – baja y extensión local o puntual.

- Los impactos negativos poco significativos están en un porcentaje de 45%; estos son de naturaleza detrimente, probable que suceda, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal de intensidad media y de extensión local.

- Luego están los impactos negativos medianamente significativos con 14% que son detrimentes, con una probabilidad cierta de ocurrencia, reversibilidad a largo plazo, duración temporal, intensidad alta y de extensión local - puntual.

- Seguido tenemos a los significativos con 13%; cuyas características nos dicen que son de naturaleza detrimente, con una probabilidad cierta de ocurrencia, una reversibilidad a corto plazo, una duración temporal, una intensidad alta y una extensión local.

- Finalmente, los impactos ambientales muy significativos con un 2%.

Por otro lado, de los impactos positivos tenemos:

- El 26% de los impactos positivos se consideran no significativos; estos son de naturaleza benéfica, probable que sucedan, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal, intensidad media – baja y extensión local o puntual.

- EL 26% de los impactos son poco significativos, estos son de naturaleza benéfica, probable que suceda, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal de intensidad media y de extensión local.

- Los impactos positivos medianamente significativos corresponden al 35% que son positivos, con una probabilidad cierta de ocurrencia, reversibilidad a largo plazo, duración temporal, intensidad alta y de extensión local - puntual.

- Seguido tenemos a los significativos con 13%; cuyas características nos dicen que son de naturaleza positiva, con una probabilidad cierta de ocurrencia, una reversibilidad a corto plazo, una duración temporal, una intensidad alta y una extensión local.

- No se registran impactos positivos muy significativos.

- Impactos ambientales identificados en la etapa de operación y mantenimiento

Los impactos ambientales negativos y positivos identificados en la etapa de operación y mantenimiento y que tienen un alto valor de significancia son:

Tabla 13-13. Impactos ambientales identificados en la etapa de operación y mantenimiento

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
Suelo	Calidad del suelo	Puesta en marcha; operación de la subestación; mantenimiento preventivo y correctivo de paneles; mantenimiento preventivo y correctivo de la subestación; estadía del personal.	Manejo de combustibles, lubricantes y aceites dieléctricos; generación de residuos peligrosos y no peligrosos; generación de aguas residuales; tránsito de vehículos de mantenimiento.	Derrame de combustibles, lubricantes o aceites dieléctricos; vertido accidental de sustancias peligrosas; manejo inadecuado de residuos; incendio.	Alteración localizada de la calidad del suelo debido al manejo de combustibles, lubricantes, aceites dieléctricos y demás insumos utilizados durante la operación y mantenimiento del parque fotovoltaico. Los derrames accidentales o la disposición inadecuada de residuos peligrosos pueden generar contaminación físico-química del suelo, modificando sus propiedades naturales y afectando la actividad biológica edáfica. Asimismo, la generación de aguas residuales domésticas y residuos sólidos asociados a la permanencia del personal operativo constituye una fuente potencial de deterioro cuando no se aplican adecuadamente las medidas de manejo ambiental.	-NS	PMA-08, PMA-09, PMA-10, PMA-11, PMA-12, PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-51, PMA-67, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-105, PMA-126, PMA-130, PMA-131, PMA-136 y PMA-143.
	Cobertura del suelo	Puesta en marcha; operación de la subestación; mantenimiento preventivo de paneles; mantenimiento correctivo de paneles.	Ocupación permanente del terreno; circulación de personal y vehículos; actividades de mantenimiento.	Compactación localizada; degradación de la cobertura vegetal; erosión superficial.	Modificación permanente de la cobertura superficial del terreno ocupada por la infraestructura fotovoltaica, ocasionando la reducción de la cobertura vegetal bajo paneles y en áreas de circulación para mantenimiento. Las actividades periódicas de inspección y tránsito operativo favorecen el desgaste de la cobertura existente, disminuyendo su capacidad de protección frente	-S	PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					a la erosión y alterando parcialmente las condiciones naturales del suelo.		
	Erosión	Mantenimiento preventivo y correctivo de paneles solares.	Tránsito periódico de personal y vehículos; mantenimiento de caminos internos.	Erosión superficial; escorrentía concentrada.	Incremento localizado de procesos erosivos en sectores sometidos al tránsito repetitivo de vehículos y personal de mantenimiento, especialmente sobre caminos internos y áreas con pendiente, donde la pérdida de cobertura vegetal y la compactación superficial pueden favorecer el desprendimiento y transporte de partículas del suelo durante eventos de precipitación.	-PS	PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-105, PMA-106, PMA-130 y PMA-143.
	Estructura del suelo	Mantenimiento preventivo y correctivo de paneles; mantenimiento correctivo de la subestación; estadía del personal.	Tránsito de vehículos y maquinaria ligera; circulación frecuente de personal.	Compactación del suelo; disminución de la infiltración.	Alteración localizada de la estructura física del suelo debido al tránsito periódico de vehículos de mantenimiento, equipos especializados y personal operativo, provocando compactación superficial, disminución de la porosidad, reducción de la infiltración y limitación del desarrollo radicular de la vegetación presente en las áreas intervenidas.	-NS	PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-130 y PMA-143.
	Capacidad de uso del suelo	Mantenimiento preventivo y correctivo de paneles solares.	Ocupación permanente del terreno; tránsito operativo; mantenimiento de infraestructura.	Compactación localizada; degradación de la cobertura vegetal.	Mantenimiento de la restricción en la capacidad de uso del suelo dentro de las áreas ocupadas por la infraestructura fotovoltaica, debido a la permanencia de las instalaciones y al uso operativo de caminos internos. Considerando que las actividades de mantenimiento son puntuales y de	-NS	PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-130 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					baja intensidad, no se prevén modificaciones adicionales significativas sobre la aptitud del suelo respecto de las condiciones establecidas durante la fase constructiva.		
Procesos geomorfológicos	Inestabilidad	No se identifican interacciones significativas durante la fase operativa.	—	—	Durante la operación y mantenimiento del parque fotovoltaico no se prevén actividades que modifiquen la estabilidad geomorfológica del terreno, debido a que la infraestructura permanece consolidada y las labores de mantenimiento corresponden a actividades puntuales de baja intervención.		No aplica.
	Forma del terreno	No se identifican interacciones significativas.	—	—	La operación del parque y el mantenimiento de sus instalaciones no generan modificaciones adicionales sobre la morfología natural del terreno, al desarrollarse sobre infraestructura previamente instalada durante la fase constructiva.		No aplica.
	Escorrentía superficial	Puesta en marcha; mantenimiento preventivo y correctivo de paneles; mantenimiento de subestación; estadía del personal.	Circulación de vehículos; mantenimiento de drenajes; ocupación permanente del terreno.	Alteración localizada del drenaje; erosión superficial.	Alteración localizada de los patrones de escorrentía superficial debido al mantenimiento periódico de caminos internos, limpieza de cunetas, circulación de vehículos y permanencia de infraestructura, pudiendo modificarse la velocidad y dirección del flujo superficial en sectores puntuales del proyecto. No obstante, estos efectos permanecen restringidos al área	-PS	PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-90, PMA-105, PMA-130 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					operativa y son controlables mediante el mantenimiento periódico de las obras hidráulicas.		
Agua	Calidad del agua	Puesta en marcha; operación de la subestación; mantenimiento preventivo y correctivo; estadía del personal.	Generación de aguas residuales; residuos; manejo de combustibles y aceites dieléctricos; lavado de equipos.	Derrames; vertidos accidentales; contaminación.	Alteración localizada de la calidad del agua como consecuencia de derrames accidentales de combustibles, lubricantes, aceites dieléctricos o productos utilizados durante el mantenimiento, así como por el manejo inadecuado de aguas residuales y residuos generados durante la operación. En ausencia de medidas de control, estos eventos podrían modificar temporalmente las características físico-químicas del agua y afectar los ecosistemas asociados.	-S	PMA-08, PMA-09, PMA-10, PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-126, PMA-130, PMA-136 y PMA-143.
	Flujo del agua	Puesta en marcha; operación de la subestación.	Ocupación permanente del terreno.	Modificación localizada del drenaje.	Mantenimiento de modificaciones localizadas en el flujo superficial ocasionadas por la presencia permanente de la infraestructura del parque fotovoltaico, sin generar cambios significativos adicionales respecto a los establecidos durante la fase constructiva.	-MEDS / -PS	PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-105 y PMA-143.
	Régimen hidrológico	Mantenimiento preventivo de paneles; estadía del personal.	Consumo de agua; mantenimiento de drenajes.	Alteración localizada del balance hídrico.	Variación localizada y de baja magnitud en el régimen hidrológico asociada al consumo de agua requerido para actividades de mantenimiento y a la operación de las obras de drenaje, sin producir modificaciones significativas en la dinámica hidrológica natural de la microcuenca.	-NS	PMA-08, PMA-09, PMA-15, PMA-89, PMA-90 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
	Cuerpos de agua permanentes	Todas las actividades operativas.	Manejo de combustibles; aguas residuales; residuos; mantenimiento.	Derrames; vertidos accidentales.	Riesgo de deterioro de la calidad de los cuerpos de agua permanentes debido a eventos accidentales relacionados con el mantenimiento de equipos, almacenamiento de sustancias peligrosas y generación de aguas residuales, pudiendo afectar temporalmente la calidad del recurso hídrico y los ecosistemas acuáticos asociados.	-S	PMA-08, PMA-09, PMA-10, PMA-15, PMA-22, PMA-35, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-126, PMA-130 y PMA-143.
	Cuerpos de agua estacionales	Mantenimiento preventivo y correctivo; estadía del personal.	Manejo de residuos; aguas residuales; combustibles.	Contaminación accidental.	Alteración temporal de la calidad de cuerpos de agua estacionales ante posibles derrames o arrastre de contaminantes durante actividades de mantenimiento, particularmente durante la época lluviosa cuando aumenta la conectividad hidrológica superficial.	-S	PMA-08, PMA-09, PMA-10, PMA-15, PMA-22, PMA-35, PMA-89, PMA-90 y PMA-143.
Atmosférico	Calidad del aire	Operación de la subestación; mantenimiento de paneles; mantenimiento de subestación.	Emisión de gases de vehículos; generación de polvo durante mantenimiento.	Emisiones atmosféricas.	Alteración temporal y localizada de la calidad del aire por emisiones provenientes de vehículos, maquinaria y equipos utilizados durante las labores de mantenimiento, así como por la suspensión ocasional de material particulado en caminos internos, manteniéndose niveles bajos debido a la baja frecuencia de estas actividades.	-NS	PMA-11, PMA-12, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-67, PMA-105 y PMA-143.
	Microclima	Puesta en marcha; operación de la subestación.	Presencia permanente de paneles solares.	Cambio localizado en radiación y temperatura superficial.	Modificación localizada del microclima por la presencia permanente de los módulos fotovoltaicos, generando cambios puntuales en el balance de radiación, sombreado,	-PS	PMA-105, PMA-106 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					temperatura del suelo y circulación del aire inmediatamente bajo los paneles, sin repercusiones significativas fuera del área de implantación.		
	Macroclima	Operación del parque.	Generación de energía renovable.	Disminución indirecta de emisiones de GEI.	Contribución positiva a la mitigación del cambio climático mediante la generación de electricidad a partir de una fuente renovable, reduciendo indirectamente las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la generación eléctrica convencional.	PS	PMA-142 y Programa de Monitoreo Ambiental.
	Campos magnéticos	Puesta en marcha; operación de la subestación.	Operación de equipos eléctricos.	Exposición a campos electromagnéticos.	Generación localizada de campos electromagnéticos asociados al funcionamiento de la subestación y equipos eléctricos, restringidos al área técnica del proyecto y manteniéndose dentro de los niveles establecidos por la normativa aplicable.	-PS	PMA-131, PMA-132.
	Ruido	Operación de la subestación; mantenimiento preventivo y correctivo; estadía del personal.	Operación de transformadores; vehículos; herramientas de mantenimiento.	Incremento del ruido ambiental.	Incremento temporal de los niveles de presión sonora durante las actividades de mantenimiento y funcionamiento de la subestación, debido a la operación de transformadores, equipos auxiliares, herramientas y vehículos, pudiendo generar molestias localizadas en receptores cercanos; sin embargo, los niveles disminuyen al finalizar las labores de mantenimiento y permanecen controlados mediante el	-NS	PMA-11, PMA-12, PMA-13, PMA-35, PMA-67, PMA-131, PMA-132 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					mantenimiento preventivo de los equipos.		
Flora	Pastizales	Puesta en marcha; operación del parque; mantenimiento preventivo y correctivo de paneles; estadía del personal.	Ocupación permanente del suelo; mantenimiento de vegetación; tránsito de personal y vehículos.	Incendio; introducción de especies exóticas invasoras; compactación del suelo.	Alteración de la composición y estructura de las comunidades herbáceas presentes en los pastizales debido al mantenimiento periódico de la cobertura vegetal, circulación de personal y vehículos y permanencia de la infraestructura fotovoltaica. Estas actividades pueden modificar los procesos de regeneración natural, favorecer el establecimiento de especies oportunistas o invasoras y alterar la disponibilidad de recursos para la fauna asociada, manteniendo los efectos restringidos al área operativa del proyecto.	NS	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-127, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Mosaico agropecuario	Mantenimiento preventivo y correctivo de paneles; estadía del personal.	Tránsito operativo; mantenimiento de infraestructura.	Introducción de especies invasoras; incendios.	Alteración localizada de la vegetación característica del mosaico agropecuario debido al tránsito operativo y las actividades periódicas de mantenimiento, pudiendo modificar la composición florística de borde, favorecer especies invasoras y alterar parcialmente la conectividad ecológica entre remanentes de vegetación natural y áreas productivas.	-NS	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-138 y PMA-143.
	Vegetación arbustiva y herbácea	Puesta en marcha; operación; mantenimiento preventivo y	Mantenimiento de vegetación; circulación de vehículos; ocupación permanente.	Incendios; especies invasoras; pérdida de conectividad.	Alteración de la dinámica sucesional y de los procesos naturales de regeneración de la vegetación arbustiva y herbácea ocasionada por las labores	-PS	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-127,

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		correctivo; estadía del personal.			periódicas de mantenimiento y control de vegetación. Estas actividades pueden modificar la estructura del hábitat, disminuir la disponibilidad de refugios para la fauna, favorecer la colonización de especies invasoras y reducir la funcionalidad ecológica de los corredores de vegetación presentes dentro del área de implantación.		PMA-128, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Bosque nativo	Puesta en marcha; operación del parque; mantenimiento preventivo y correctivo; estadía del personal.	Presencia permanente de infraestructura; tránsito de personal; mantenimiento de vegetación.	Incendio forestal; extracción ilegal de flora; especies invasoras; afectación de especies amenazadas.	Incremento de la presión antrópica sobre los remanentes de bosque nativo debido a la presencia permanente de infraestructura y personal operativo, pudiendo alterar las condiciones ecológicas de borde, favorecer el ingreso de especies exóticas invasoras, incrementar el riesgo de incendios forestales y afectar indirectamente especies vegetales con categoría de conservación. Asimismo, puede reducir la funcionalidad de los corredores biológicos y la conectividad ecológica entre fragmentos boscosos, afectando procesos de regeneración natural y resiliencia del ecosistema.	-S	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
Fauna	Aves	Puesta en marcha; operación del parque; mantenimiento de paneles; mantenimiento de	Funcionamiento permanente del parque; generación de ruido; tránsito de vehículos; mantenimiento de	Colisión con paneles; desplazamiento de fauna; pérdida de conectividad; fauna feral; cacería; afectación de especies amenazadas.	La operación permanente del parque fotovoltaico, el funcionamiento de la subestación eléctrica, la presencia continua de infraestructura, el mantenimiento periódico de los módulos fotovoltaicos y la circulación	-S	PMA-15, PMA-16, PMA-18, PMA-20, PMA-21, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-74, PMA-105, PMA-106, PMA-113, PMA-114,

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		subestación; estadía del personal.	vegetación; presencia de personal.		rutinaria de personal y vehículos pueden modificar el comportamiento ecológico de las comunidades de aves presentes dentro del área de influencia. La infraestructura del proyecto puede actuar como una barrera parcial para determinadas especies, alterando los patrones locales de desplazamiento, búsqueda de alimento, descanso, reproducción y utilización de corredores biológicos, particularmente en especies residentes y migratorias que utilizan el paisaje como ruta de tránsito estacional. Durante la fase operativa también pueden presentarse eventos de colisión con los módulos fotovoltaicos y otras estructuras del parque, especialmente en especies de vuelo bajo o aquellas que utilizan señales visuales asociadas al reflejo de las superficies. Asimismo, el funcionamiento de la subestación y las actividades periódicas de mantenimiento generan perturbaciones acústicas y presencia humana recurrente que pueden incrementar la distancia de escape, reducir el éxito reproductivo durante las épocas de anidación y modificar la utilización de sitios de alimentación y refugio. Estos efectos adquieren mayor		PMA-115, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-129, PMA-130, PMA-132, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					relevancia cuando involucran especies endémicas, migratorias o incluidas en categorías de amenaza nacionales o internacionales (UICN, Libro Rojo del Ecuador o Apéndices CITES), pudiendo producir efectos acumulativos sobre la conectividad ecológica, el flujo de individuos entre fragmentos de hábitat y los procesos de dispersión de semillas y control biológico desarrollados por la avifauna.		
	Mamíferos	Operación del parque; mantenimiento preventivo y correctivo; estadía del personal.	Presencia permanente de infraestructura; ruido; tránsito de vehículos; mantenimiento de vegetación.	Desplazamiento; atropellamiento; fauna feral; pérdida de conectividad.	La permanencia de la infraestructura fotovoltaica, el funcionamiento continuo del parque, la operación de la subestación y las actividades periódicas de mantenimiento pueden modificar los patrones de movilidad y utilización del hábitat por parte de los mamíferos silvestres. La presencia del cerramiento, caminos internos y zonas operativas genera un efecto barrera que limita parcialmente el desplazamiento entre parches de vegetación natural, reduciendo la conectividad funcional del paisaje para especies con grandes áreas de acción. La circulación periódica de vehículos y personal incrementa las probabilidades de desplazamiento hacia áreas periféricas, modifica los patrones de actividad diaria y puede ocasionar cambios en el comportamiento de alimentación,	-MEDS	PMA-15, PMA-16, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-74, PMA-105, PMA-106, PMA-113, PMA-114, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-129, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					reproducción y uso de refugios. Estas condiciones favorecen además el aumento del riesgo de atropellamiento durante las actividades rutinarias de mantenimiento y la interacción con fauna doméstica o feral, facilitando la transmisión de enfermedades y la competencia por recursos alimenticios. En especies con categoría de conservación o con baja capacidad de adaptación a ambientes intervenidos, estos efectos pueden traducirse en la reducción de la disponibilidad de hábitat funcional, disminución del intercambio genético entre poblaciones y alteraciones en procesos ecológicos relacionados con la dispersión de semillas, regulación de poblaciones y mantenimiento de la estructura del ecosistema.		
	Herpetofauna	Operación del parque; mantenimiento preventivo y correctivo; estadía del personal.	Mantenimiento de vegetación; tránsito de vehículos; presencia permanente de infraestructura.	Atropellamiento; alteración de microhábitats; fauna feral.	Las actividades de operación y mantenimiento del parque fotovoltaico pueden modificar las condiciones microambientales utilizadas por anfibios y reptiles mediante el mantenimiento periódico de la cobertura vegetal, la circulación de vehículos de inspección y la presencia permanente de infraestructura. Estas actividades alteran la disponibilidad de refugios, sitios de termorregulación, humedad	-S	PMA-15, PMA-16, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-74, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-129, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					superficial y microhábitats indispensables para el desarrollo de estos grupos biológicos. La compactación localizada del suelo, el mantenimiento de caminos internos y el incremento del tránsito operativo aumentan la probabilidad de atropellamiento de individuos, especialmente durante los desplazamientos asociados a eventos reproductivos o periodos lluviosos. Adicionalmente, los derrames accidentales de combustibles o sustancias peligrosas podrían afectar la calidad del suelo y del agua, repercutiendo directamente sobre especies altamente sensibles a cambios fisicoquímicos del ambiente. La alteración de estos microhábitats puede reducir el éxito reproductivo, modificar la distribución local de especies y afectar procesos ecológicos relacionados con el control natural de insectos y el equilibrio de las cadenas tróficas, siendo especialmente relevantes en especies endémicas o con categoría de amenaza.		
	Entomofauna	Operación del parque; mantenimiento de vegetación.	Control de vegetación; presencia permanente de paneles.	Reducción de recursos florales; especies invasoras.	La operación permanente del parque y el mantenimiento periódico de la vegetación pueden modificar la composición, abundancia y distribución espacial	-MEDS	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-106, PMA-126, PMA-127,

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					de las comunidades de insectos mediante cambios en la estructura de la cobertura vegetal, disponibilidad de recursos florales, condiciones microclimáticas y humedad superficial bajo los módulos fotovoltaicos. La reducción temporal de plantas en flor durante las actividades de mantenimiento puede afectar comunidades de insectos polinizadores, disminuyendo la disponibilidad de alimento y alterando procesos ecológicos fundamentales como la polinización, la descomposición de materia orgánica, el reciclaje de nutrientes y el control biológico natural de plagas. Estas modificaciones pueden repercutir indirectamente sobre aves, anfibios, reptiles y pequeños mamíferos que dependen de la entomofauna como recurso alimenticio. Cuando estas alteraciones ocurren de forma continua pueden producir efectos acumulativos sobre las redes tróficas y sobre la resiliencia ecológica de los ecosistemas presentes dentro del área de influencia.		PMA-128, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Fauna acuática	Operación de la subestación; mantenimiento preventivo y	Manejo de aceites dieléctricos, combustibles y lubricantes;	Derrames accidentales; contaminación de cuerpos de agua; alteración de la calidad	La operación de la subestación eléctrica, el mantenimiento preventivo y correctivo de los paneles solares, las labores de	-S	PMA-08, PMA-09, PMA-10, PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-23, PMA-35,

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		correctivo de paneles; mantenimiento preventivo y correctivo de la subestación; estadía del personal.	generación de aguas residuales; generación de residuos; limpieza de equipos.	del agua; afectación de especies acuáticas.	mantenimiento de equipos electromecánicos y la permanencia del personal operativo generan actividades asociadas al manejo de aceites dieléctricos, lubricantes, combustibles, aguas residuales domésticas y residuos sólidos, las cuales representan fuentes potenciales de contaminación para los cuerpos de agua superficiales presentes dentro del área de influencia. La ocurrencia de derrames accidentales, vertimientos no controlados o el arrastre de contaminantes durante eventos de precipitación puede modificar las características físico-químicas del agua, incrementando la concentración de hidrocarburos, aceites, grasas y otras sustancias potencialmente tóxicas. Estas alteraciones repercuten sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, afectando comunidades de macroinvertebrados bentónicos, peces, anfibios y otros organismos asociados al sistema hídrico. La degradación de la calidad del agua puede reducir la disponibilidad de oxígeno disuelto, alterar procesos reproductivos, modificar las tasas de crecimiento y supervivencia de especies sensibles, disminuir la		PMA-51, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-105, PMA-126, PMA-127, PMA-130, PMA-136, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					disponibilidad de alimento y producir cambios en la composición de las comunidades biológicas. A su vez, estas alteraciones pueden propagarse a través de la cadena trófica, afectando especies depredadoras que dependen de los ecosistemas acuáticos como fuente de alimentación. El impacto adquiere mayor importancia cuando los cuerpos de agua funcionan como corredores ecológicos o albergan especies endémicas, migratorias o incluidas en categorías de conservación nacionales e internacionales, por lo que el mantenimiento de la integridad ecológica del sistema hídrico depende del adecuado manejo de sustancias peligrosas, la implementación de sistemas de contención de derrames, el tratamiento de aguas residuales, el monitoreo periódico de la calidad del agua y la aplicación inmediata de los protocolos de contingencia establecidos en el Plan de Manejo Ambiental.		
Socioeconómico y cultural	Zonas de producción agropecuaria y agroforestal	Mantenimiento preventivo y correctivo de paneles solares; mantenimiento preventivo y	Circulación de vehículos y personal; mantenimiento de infraestructura; ocupación permanente del suelo.	Interferencia con actividades productivas; incendios; contaminación accidental.	Alteración localizada de las actividades agropecuarias y agroforestales colindantes debido al tránsito periódico de vehículos y personal de mantenimiento y a la ocupación permanente del área del proyecto, pudiendo generar	-NS	PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-51, PMA-67, PMA-89, PMA-105, PMA-130 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		correctivo de la subestación.			restricciones temporales de acceso, molestias operativas o afectaciones puntuales derivadas de eventos accidentales; no obstante, estos efectos permanecen limitados espacialmente y no comprometen la continuidad de los sistemas productivos existentes.		
	Empleo	Puesta en marcha; operación de la subestación; mantenimiento preventivo y correctivo de paneles; mantenimiento preventivo y correctivo de la subestación; estadía del personal.	Contratación de personal; demanda de servicios especializados; capacitación.	Conflictos laborales; rotación del personal.	Generación de empleo directo e indirecto durante la operación del parque fotovoltaico mediante la contratación permanente y temporal de personal técnico, administrativo y de mantenimiento, fortaleciendo las capacidades locales, dinamizando el mercado laboral y promoviendo la transferencia de conocimientos especializados asociados a la operación de infraestructura de generación eléctrica renovable.	S / MEDS	PMA-24, PMA-25, PMA-35, PMA-67, PMA-118, PMA-119, PMA-120 y PMA-143.
	Comercio y producción	Puesta en marcha; operación de la subestación; mantenimiento preventivo y correctivo; estadía del personal.	Adquisición de bienes y servicios; contratación de proveedores locales.	Dependencia económica; cambios en la demanda local.	Dinamización de la economía local mediante la demanda sostenida de bienes, servicios, transporte, alimentación, hospedaje, mantenimiento y otros servicios complementarios requeridos durante la operación del parque fotovoltaico, favoreciendo el fortalecimiento de proveedores locales y el incremento de la actividad económica en el área de influencia.	PS / MEDS	PMA-24, PMA-25, PMA-35, PMA-67, PMA-118, PMA-119 y PMA-143.
	Salud y seguridad	Puesta en marcha; operación de la	Operación de equipos eléctricos; circulación	Accidentes laborales; incendios;	Incremento del riesgo para la salud y seguridad ocupacional asociado a	-MS / -S / -MEDS	PMA-30, PMA-31, PMA-35, PMA-51,

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		subestación; mantenimiento preventivo y correctivo de paneles; mantenimiento preventivo y correctivo de la subestación; estadía del personal.	vehicular; trabajos eléctricos; manejo de sustancias peligrosas.	electrocución; exposición a sustancias peligrosas.	la operación de equipos eléctricos de alta tensión, mantenimiento de paneles solares, manipulación de aceites dieléctricos, trabajos en altura y circulación de vehículos dentro del parque, pudiendo ocasionar accidentes laborales, incendios o eventos de emergencia si no se aplican rigurosamente los procedimientos de seguridad industrial y los planes de contingencia establecidos.		PMA-67, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-131, PMA-132, PMA-136 y PMA-143.
	Armonía y confort	Puesta en marcha; operación de la subestación; mantenimiento correctivo; estadía del personal.	Generación de ruido; circulación de vehículos; presencia permanente de infraestructura.	Molestias a población cercana.	Alteración localizada de la percepción de tranquilidad y confort de los receptores cercanos debido al funcionamiento de la subestación, circulación ocasional de vehículos y actividades de mantenimiento, generando incrementos temporales de ruido y presencia de personal, efectos que permanecen limitados por la baja frecuencia de estas actividades y la aplicación de medidas de control operacional.	-MEDS / -NS	PMA-11, PMA-12, PMA-13, PMA-35, PMA-67, PMA-131 y PMA-143.
	Patrimonio histórico, cultural y arqueológico	Estadía del personal operativo.	Presencia de personal; circulación dentro del área del proyecto.	Intervención accidental sobre bienes patrimoniales.	Durante la fase operativa no se prevén nuevas intervenciones sobre el terreno; sin embargo, la presencia permanente de personal y la ejecución de mantenimientos correctivos puntuales podrían ocasionar afectaciones accidentales sobre bienes patrimoniales no identificados previamente, por lo que deberán mantenerse los protocolos de	-MEDS	PMA-62, PMA-63, PMA-64, PMA-67 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					protección del patrimonio cultural y de hallazgos fortuitos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental.		
	Paisaje rural	Puesta en marcha; operación de la subestación.	Presencia permanente de infraestructura fotovoltaica.	Modificación permanente del paisaje.	Modificación permanente de la calidad visual del paisaje rural debido a la presencia continua de los módulos fotovoltaicos, estructuras metálicas, subestación e infraestructura auxiliar, transformando la percepción escénica del entorno e incorporando elementos tecnológicos en un paisaje predominantemente agropecuario. La magnitud del efecto dependerá de la visibilidad desde los principales puntos de observación y de la presencia de barreras vegetales naturales.	-MEDS	PMA-18, PMA-35, PMA-105, PMA-106, PMA-138 y PMA-143.
	Turismo	Puesta en marcha; operación de la subestación.	Generación de energía renovable; infraestructura tecnológica.	Cambios en la percepción del paisaje.	Fortalecimiento del potencial turístico asociado a iniciativas de educación ambiental, innovación tecnológica y transición energética, al constituirse el parque fotovoltaico como una infraestructura representativa de generación de energía renovable que puede incorporarse a programas de divulgación, visitas técnicas o proyectos de turismo científico y educativo, siempre que existan condiciones de seguridad y gestión adecuadas.	PS	PMA-24, PMA-35, PMA-67, PMA-118 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
	Costumbres y tradiciones	Puesta en marcha; estadía del personal operativo.	Interacción entre trabajadores y comunidades; presencia permanente del proyecto.	Conflictos socioculturales; cambios en dinámicas locales.	Modificación puntual de las dinámicas sociales y de las formas de interacción comunitaria debido a la presencia permanente del personal operativo y a la relación continua entre el proyecto y las comunidades del área de influencia; no obstante, mediante adecuados mecanismos de comunicación, participación ciudadana y relacionamiento comunitario no se prevén afectaciones significativas sobre las costumbres, tradiciones o identidad cultural local.	-PS / -NS	PMA-24, PMA-25, PMA-35, PMA-67, PMA-118, PMA-119, PMA-120 y PMA-143.

Elaborado por equipo técnico, 2026

13.3.5. Identificación valoración y significancia de los impactos. Fase de cierre y abandono

Tabla 13-14. Matriz de identificación de impactos – fase de cierre y abandono

		Fase de cierre y abandono.								
		Habilitación de Instalación de Faenas para cierre.	Desmantelamiento Planta Fotovoltaica.					Restauración de la morfología de las áreas intervenidas.		Estadía de personal en la fase de cierre
			Retiro de paneles.	Desmontaje de las estructuras soporte.	Desmontaje de inversores y Centros de Transformación.	Desmantelamiento de la sub estación.	Desmantelamiento de Línea Eléctrica interna.	Retiro de cimentaciones.	Restauración del área intervenida.	
Suelos	Calidad del suelo									
	Cobertura del suelo									
	Erosión									
	Estructura del suelo									
	Capacidad de uso del suelo									
Procesos geomorfodinámicos	Inestabilidad									
	Forma del terreno									
	Escorrentía superficial									
Agua	Calidad del agua									
	Flujo del agua									
	Régimen hidrológico									
	Cuerpos de agua permanentes									
	Cuerpos de agua estacionales									
Atmosféricos.	Calidad del aire									
	Microclima									
	Macroclima									
	Campos electromagnéticos									
	Ruido									
Flora	Pastizales									
	Mosaico agropecuario									
	Vegetación arbustiva y herbácea									
	Bosque nativo									
Fauna	Aves									
	Mamíferos									
	Herpetofauna									
	Entomofauna									
	Fauna acuática									
Socio económico y cultural.	Zonas de producción agropecuaria y agroforestal									
	Empleo									
	Comercio y producción									
	Salud y seguridad									
	Armonía y confort									
	Patrimonio histórico, cultural y arqueológico									
	Paisaje									
	Turismo									
	Costumbres y tradiciones									

Elaborado por equipo técnico, 2026

Tabla 13-15. Matriz de valoración de impactos – fase de cierre y abandono

		Fase de cierre y abandono.									Numero de interacciones	Impactos -	Impactos +	Sumatoria
			Desmantelamiento Planta Fotovoltaica.					Restauración de la morfología						
		Habilitación de Instalación de Faenas	Retiro de paneles.	Desmontaje de las estructuras soporte.	Desmontaje de inversores y Centros de Transformación.	Desmantelamiento de la sub estación.	Desmantelamiento de Línea Eléctrica interna.	Retiro de cimentaciones.	Restauración del área intervenida.	Estadía de personal en la fase de cierre				
Suelo	Calidad del suelo	-20	-12	-12	-20	-24	-10	-20	28	-20	9	8	1	-110
	Cobertura del suelo	-20					-16	-16			3	3	0	-52
	Erosión						-3,2	-24	56		3	2	1	28,8
	Estructura del suelo	-15					-2,4	-18	48		4	3	1	12,6
	Capacidad de uso del suelo	-15					-2,4	-18	48		4	3	1	12,6
Procesos geomorfodinámicos	Inestabilidad								49		1	0	1	49
	Forma del terreno						-2,8	-21	24,5		3	2	1	0,7
	Escorrentía superficial						-3,6	-27	31,5		3	2	1	0,9
Agua	Calidad del agua	-50			-35	-35	-25	-60	35	-50	9	6	1	-220
	Flujo del agua							-35			1	1	0	-35
	Régimen hidrológico							-35			1	1	0	-35
	Cuerpos de agua permanentes	-60				-35	-30	-35	70	-30	6	5	1	-120
	Cuerpos de agua estacionales	-27				-22,5	-27	-22,5	63	-27	6	5	1	-63
Atmosféricos	Calidad del aire	-15	-15	-3		-3	-3	-30	-30		7	7	0	-99
	Microclima	-2	-3,5								2	2	0	-5,5
	Macroclima	-1,2									1	1	0	-1,2
	Campos electromagnéticos	-1,6	-1,6								2	2	0	-3,2
	Ruido	-25	-30	-30	-25	-30	-25	-30	-12,5	-25	9	9	0	-232,5
Flora	Pastizales	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	21	-30	9	8	1	-219
	Mosaico agropecuario	-12	-15	-15	-15	-15	-15	-15	4,2	-15	9	8	1	-112,8
	Vegetación arbuistiva y herbacea	-20	-25	-25	-25	-25	-25	-25	80	-25	9	8	1	-115
	Bosque nativo	-25	-35	-35	-35	-35	-50	-25	80	-25	9	8	1	-185
Fauna	Aves	-25	-30	-25		-20	-25	-25	80	-40	8	7	1	-110
	Mamíferos	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	90	-60	9	8	1	-180
	Herpetofauna	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	90	-80	9	8	1	-200
	Entomofauna	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48	72	-56	9	8	1	-320
	Fauna acuática	-50	-5	-5	-35	-35		-25	35	-60	8	7	1	-180
Socio económico y cultural.	Zonas de producción								21		1	0	1	21
	Empleo	48	40	40	40	32	48	40	48	48	9	0	9	384
	Comercio y producción	42	4,2	3,6	3,6	3,6	21	3,6	21	36	9	0	9	138,6
	Salud y seguridad	-30	-30	-60	-70	-80	-80	-30	-35	-25	9	9	0	-440
	Armonía y confort	-3,5	-17,5		-17,5		-17,5	-17,5	-40	-45	7	7	0	-158,5
	Patrimonio histórico,										0	0	0	0
	Paisaje								48		1	0	1	48
	Turismo								14		2	0	1	14
	Costumbres y tradiciones								6	-4,2	2	1	1	1,8
	# de interacciones	25	19	16	15	18	24	27	29	20	193			
	Impactos -	23	16	13	13	16	22	25	4	17		149		
	Impactos +	2	2	2	2	2	2	2	25	2		77,20	41	
	Sumatoria	-465,3	-313,4	-304,4	-371,9	-461,9	-431,9	-648,4	1045,7	-533,2			21,24	-2484,7

Elaborado por equipo técnico, 2026

Tabla 13-16. Significancia de los impactos – fase de cierre y abandono

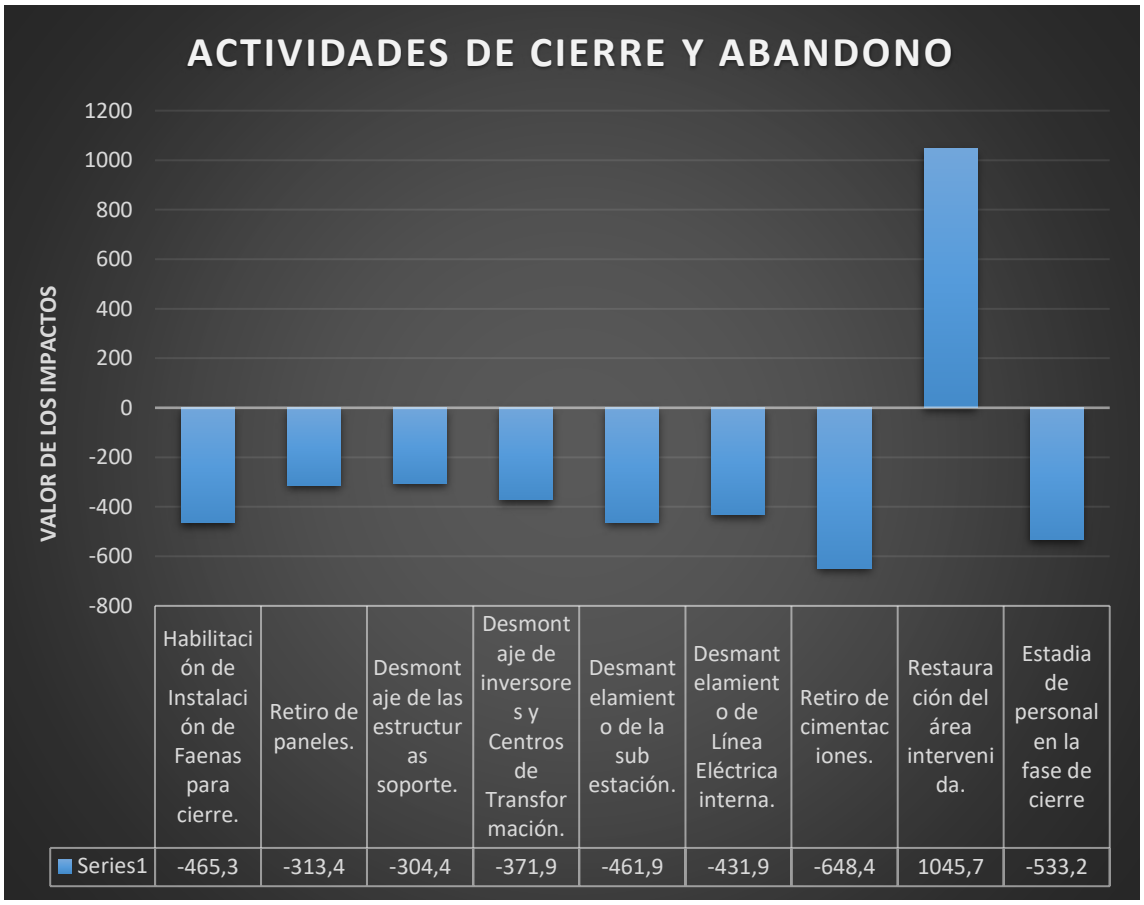
		Fase de cierre y abandono.								
			Desmantelamiento Planta Fotovoltaica.					Restauración de la morfología de las áreas intervenidas.		
		Habilitación de Instalación de Faenas para cierre.	Retiro de paneles.	Desmontaje de las estructuras soporte.	Desmontaje de inversores y Centros de Transformación.	Desmantelamiento de la sub estación.	Desmantelamiento de Línea Eléctrica interna.	Retiro de cimentaciones.	Restauración del área intervenida.	Estadía de personal en la fase de cierre
Suelo	Calidad del suelo	-PS	-NS	-NS	-PS	-PS	-NS	-PS	MEDS	-PS
	Cobertura del suelo	-NS					-NS	-NS		
	Erosión						-NS	-PS	MEDS	
	Estructura del suelo	-NS					-NS	-NS	MEDS	
	Capacidad de uso del suelo	-NS					-NS	-NS	MEDS	
Procesos geomorfodinámicos	Inestabilidad								MEDS	
	Forma del terreno						-NS	-NS	NS	
	Escorrentía superficial						-NS	-PS	PS	
Agua	Calidad del agua	-MEDS			-PS	-PS	-PS	-MEDS	PS	-MEDS
	Flujo del agua							-PS		
	Régimen hidrológico							-PS		
	Cuerpos de agua permanentes	-MEDS				-PS	-PS	-PS	S	-PS
	Cuerpos de agua estacionales	-PS				-PS	-PS	-PS	S	-PS
Atmosféricos	Calidad del aire	-NS	-NS	-NS		-NS	-NS	-PS	-PS	
	Microclima	-NS	-NS							
	Macroclima	-NS								
	Campos electromagnéticos	-NS	-NS							
	Ruido	-PS	-MEDS	-MEDS	-PS	-MEDS	-PS	-MEDS	-NS	-PS
Flora	Pastizales	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	PS	-PS
	Mosaico agropecuario	-NS	-NS	-NS	-NS	-NS	-NS	-NS	NS	-NS
	Vegetación arbuistiva y herbacea	-NS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	S	-PS
	Bosque nativo	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-MEDS	-PS	S	-PS
Fauna	Aves	-PS	-PS	-PS		-NS	-PS	-PS	S	-PS
	Mamíferos	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	MS	-MEDS
	Herpetofauna	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	-PS	MS	-S
	Entomofauna	-MEDS	-MEDS	-MEDS	-MEDS	-MEDS	-MEDS	-MEDS	S	-MEDS
	Fauna acuática	-MEDS	-NS	-NS	-PS	-PS		-PS	PS	-MEDS
Socio económico y cultural.	Zonas de producción agropecuaria y agroforestal								PS	
	Empleo	MEDS	PS	PS	PS	PS	MEDS	PS	MEDS	MEDS
	Comercio y producción	MEDS	NS	NS	NS	NS	PS	NS	PS	PS
	Salud y seguridad	-PS	-PS	-MEDS	-S	-S	-S	-PS	-PS	-PS
	Armonía y confort	-NS	-NS		-NS		-NS	-NS	-PS	-MEDS
	Patrimonio histórico, cultural y arqueológico									
	Paisaje								MEDS	
	Turismo								PS	
	Costumbres y tradiciones								NS	-NS

Elaborado por equipo técnico, 2026

Después del análisis de valoración de los impactos, el valor máximo de afectación negativa al medio por las actividades de cierre y abandono del proyecto sería de -19300 unidades (100 unidades * 193 interacciones) cuando todos los impactos presentes las características más adversas; de esto el valor resultante para el proyecto en análisis es de –857,4 que representa un impacto porcentual negativo de -12,87%. Del total de impactos identificados, el 77,20 % son impactos de carácter negativo, mientras que el 21,24 % son de carácter positivo.

En la siguiente figura se muestran los rangos de afectaciones por actividades realizadas como parte del proyecto:

Figura 13-7. Rangos de afectación por actividades a realizar en la etapa de cierre y abandono.



Elaborado por equipo técnico, 2026

Como se puede apreciar en la figura anterior, las actividades que generarán mayor número de impactos serán:

1. Retiro de cimentaciones; y,
2. Estadía de personal en la fase de cierre;
3. habilitación de instalación temporal para cierre.
4. desmantelamiento de la subestación;
5. desmontaje de inversores y centro de transformación;

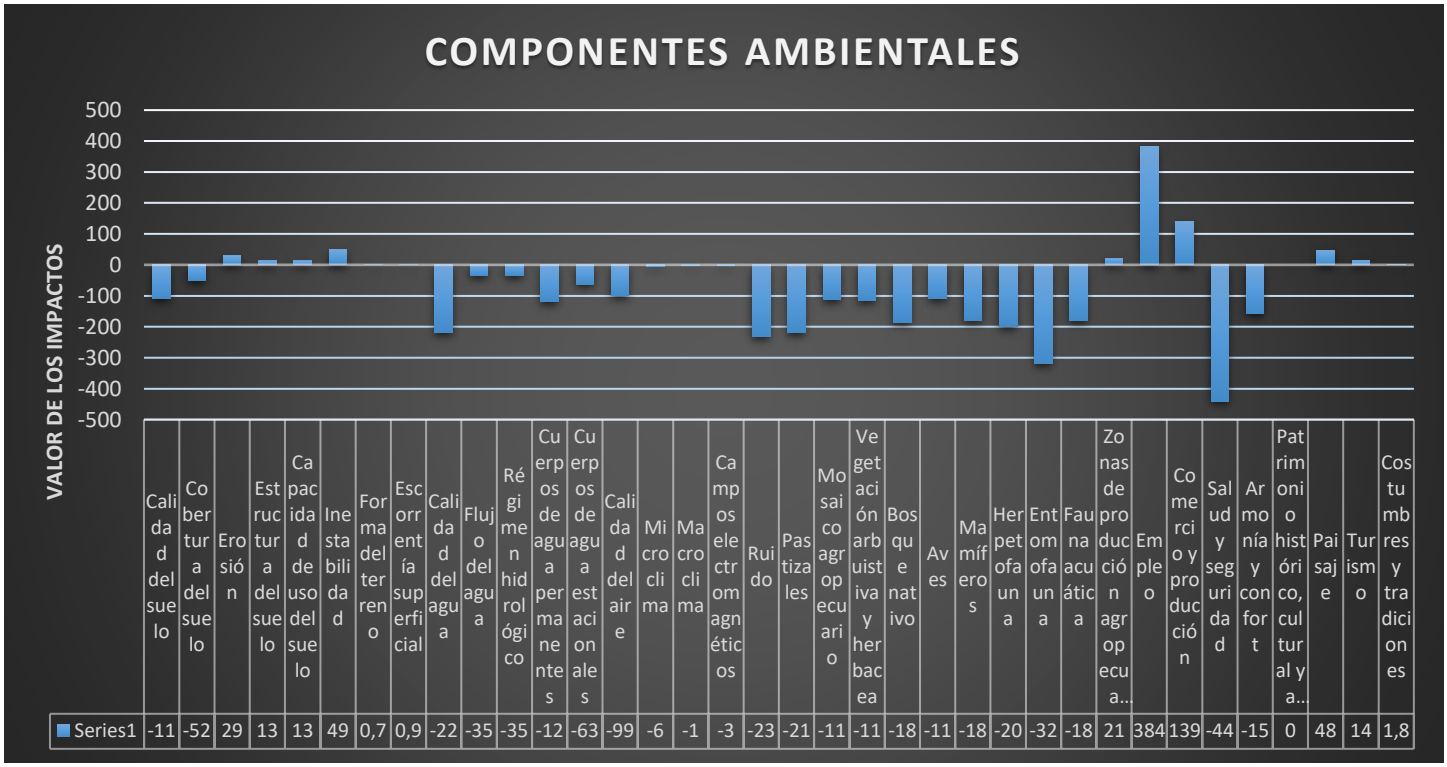
Las actividades que menos impactos generaran son:

1. Retiro de paneles solares; y,
2. Desmantelamiento de la línea eléctrica.

La actividad que generará impactos ambientales positivos será la de restauración del área intervenida.

Por otro lado, en el siguiente gráfico se resumen los componentes ambientales que serán afectados o beneficiados durante la construcción del proyecto.

Figura 13-8. Componentes ambientales que se verán afectados o beneficiados por las actividades del proyecto en la fase de cierre y abandono



Elaborado por equipo técnico, 2026

Como se puede apreciar en la figura, los factores ambientales más afectados serían:

1. Salud y seguridad del personal;
2. Componentes faunísticos;
3. Ruido; y,
4. Calidad del suelo.

Los menos perjudicados serán:

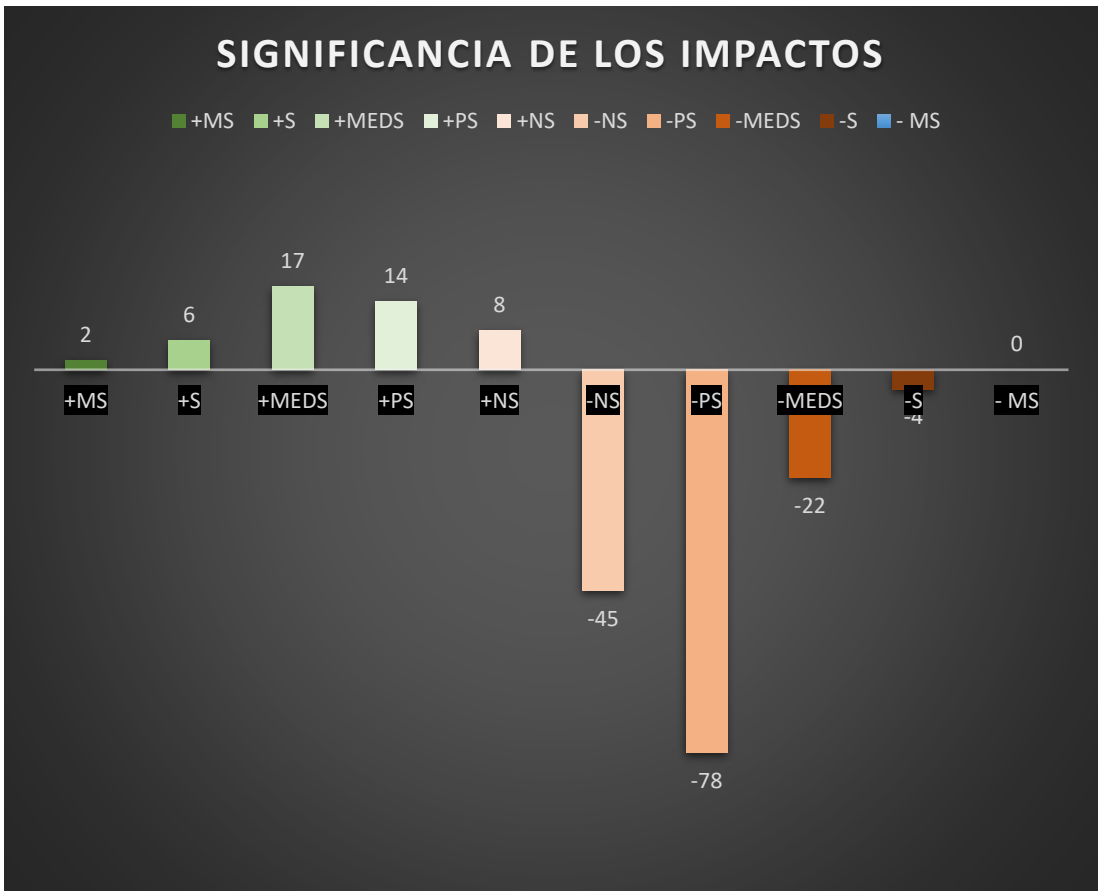
1. Microclima;
2. Mosaico agropecuario,
3. Macro clima; y,
4. Calidad del aire.

Los componentes ambientales que se beneficiarían por la ejecución del proyecto serian de tipo socioeconómico:

1. Empleo y sub empleo;
2. Comercio y producción; y,
3. Campos magnéticos.

En cuanto a la significancia de los impactos ambientales, del análisis realizado en la matriz anterior se deprende el siguiente gráfico general que indica el número de impactos ambientales según la significancia de los mismos:

Figura 13-9. Número de impactos ambientales según su significancia en la fase de cierre y abandono.



Elaborado por equipo técnico, 2026

Como se puede apreciar, de los impactos negativos, tenemos:

- El 30% de los impactos identificados pueden ser considerados no significativos, ya que puede ser probable que sucedan, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal, intensidad media – baja y extensión local o puntual.
- Los impactos negativos poco significativos están en un porcentaje de 52%; estos son de naturaleza detrimente, probable que suceda, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal de intensidad media y de extensión local.
- Luego están los impactos negativos medianamente significativos con 15% que son detrimentes, con una probabilidad cierta de ocurrencia, reversibilidad a largo plazo, duración temporal, intensidad alta y de extensión local - puntual.

- Seguido tenemos a los significativos con 8%; cuyas características nos dicen que son de naturaleza detrimente, con una probabilidad cierta de ocurrencia, una reversibilidad a corto plazo, una duración temporal, una intensidad alta y una extensión local.
- Por último, los impactos ambientales muy significativos con el 0%.

Por otro lado, de los impactos positivos tenemos:

- El 16% de los impactos positivos se consideran no significativos; estos son de naturaleza benéfico, probable que sucedan, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal, intensidad media – baja y extensión local o puntual.

- El 22 % de los impactos son poco significativos, estos son de naturaleza benéfico, probable que suceda, con una reversibilidad a corto plazo, de duración temporal de intensidad media y de extensión local.

- Los impactos positivos medianamente significativos corresponden al 38% que son positivos, con una probabilidad cierta de ocurrencia, reversibilidad a largo plazo, duración temporal, intensidad alta y de extensión local - puntual.

- Seguido tenemos a los significativos con 3%; cuyas características nos dicen que son de naturaleza positiva, con una probabilidad cierta de ocurrencia, una reversibilidad a corto plazo, una duración temporal, una intensidad alta y una extensión local.

- Por último, no se registran impactos positivos muy significativos.

Impactos ambientales identificados en la etapa de cierre y abandono

Los impactos ambientales negativos y positivos identificados en la etapa de cierre y abandono y que tienen un alto valor de significancia son:

Tabla 13-17. Impactos identificados negativos y positivos (fase de cierre y abandono)

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
Suelo	Calidad del suelo	Habilitación de instalación de faenas para cierre; retiro de paneles; desmontaje de estructuras soporte; desmontaje de inversores y centros de transformación; desmantelamiento de la subestación; desmantelamiento de la red interna de media tensión; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida; estadía del personal.	Movimiento de tierras; generación de residuos de construcción, metálicos, peligrosos y especiales; manejo de aceites dieléctricos, combustibles y lubricantes; demolición de cimentaciones; restauración del terreno.	Derrames de combustibles y aceites; manejo inadecuado de residuos; contaminación del suelo; incendios.	Durante las actividades de desmantelamiento existe la posibilidad de alterar temporalmente la calidad del suelo por derrames accidentales de combustibles, aceites dieléctricos, lubricantes o por el manejo inadecuado de residuos de construcción y residuos peligrosos. Sin embargo, la ejecución de la restauración integral del área intervenida, el retiro de materiales potencialmente contaminantes y la rehabilitación del terreno favorecen la recuperación gradual de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejorando su funcionalidad ecológica y reduciendo los pasivos ambientales generados durante la vida útil del proyecto.	-PS / MEDS	PMA-08, PMA-09, PMA-10, PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-105, PMA-126, PMA-130, PMA-136 y PMA-143.
	Cobertura del suelo	Habilitación de faenas; desmantelamiento de la red interna; retiro de cimentaciones.	Ocupación temporal del suelo; movimiento de tierras; retiro de infraestructura.	Compactación; pérdida temporal de cobertura; erosión localizada.	Las actividades de desmantelamiento y retiro de infraestructura pueden ocasionar pérdidas puntuales de cobertura superficial y exposición temporal del suelo durante las excavaciones y demoliciones. No obstante,	-NS	PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-130 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					estas afectaciones son localizadas y reversibles, ya que culminan con la rehabilitación del terreno y la restitución de las condiciones necesarias para la recuperación natural de la cobertura vegetal.		
	Erosión	Desmantelamiento de la red interna de media tensión; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida.	Movimiento y conformación del terreno; descompactación; perfilado del suelo.	Alteración de drenajes; erosión hídrica; arrastre de sedimentos.	El retiro de cimentaciones y las actividades de movimiento de tierras incrementan temporalmente la susceptibilidad del suelo a procesos erosivos debido a la exposición de horizontes superficiales y la modificación de la microtopografía. Sin embargo, la restauración geomorfológica, el perfilado del terreno y la recuperación de la cobertura vegetal favorecen la estabilización del suelo, disminuyen la pérdida de sedimentos y restablecen los procesos naturales de infiltración y control de la erosión.	**-PS / MEDS**	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Estructura del suelo	Habilitación de faenas; desmantelamiento de la red interna; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida.	Tránsito de maquinaria; excavaciones; descompactación; conformación del terreno.	Compactación; alteración de horizontes; pérdida de estructura edáfica.	El tránsito de maquinaria y las excavaciones necesarias para el retiro de infraestructura pueden modificar temporalmente la estructura del suelo mediante procesos de compactación y alteración de sus horizontes superficiales. Posteriormente, las actividades	**-NS / MEDS**	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					de descompactación, perfilado y rehabilitación permiten restablecer progresivamente la estructura edáfica, favoreciendo la aireación, infiltración, desarrollo radicular y recuperación de la actividad biológica del suelo.		
	Capacidad de uso del suelo	Habilitación de faenas; desmantelamiento de la red interna; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida.	Retiro de infraestructura; rehabilitación del terreno; reutilización de materiales de excavación.	Alteración temporal de las propiedades del suelo; compactación; contaminación accidental.	Durante el desmantelamiento pueden presentarse afectaciones temporales sobre la capacidad de uso del suelo debido a la circulación de maquinaria y al retiro de las estructuras. No obstante, la restauración integral del terreno, la eliminación de las cimentaciones, la conformación de la superficie conforme a la topografía natural y la recuperación de las propiedades físicas del suelo permiten restituir progresivamente su aptitud para el desarrollo de la vegetación y para los usos agropecuarios compatibles con las condiciones originales del sitio, generando un beneficio ambiental permanente al eliminar la ocupación asociada al parque fotovoltaico.	**-NS / MEDS**	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
Procesos geomorfodinámicos	**Inestabilidad**	Restauración del área intervenida.	Perfilado del terreno; descompactación; conformación de	Movimientos de masa; erosión localizada;	La restauración geomorfológica del área intervenida, mediante el retiro	**MEDS**	PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
			taludes; restitución de la topografía natural.	inestabilidad de taludes durante las obras de restauración.	de infraestructura, la conformación del terreno de acuerdo con las pendientes naturales, la estabilización de taludes y la recuperación de la cobertura vegetal, favorece la disminución de procesos de inestabilidad superficial y mejora la estabilidad física del terreno a largo plazo. Estas acciones contribuyen al restablecimiento del equilibrio geomorfológico del sitio y reducen la susceptibilidad a procesos erosivos y movimientos de materiales inducidos por la intervención antrópica.		105, PMA-126, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Forma del terreno	Desmantelamiento de la red interna de media tensión; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida.	Demolición de cimentaciones; movimiento y conformación del terreno; restitución de la topografía original.	Alteración temporal del relieve; modificación de pendientes; inestabilidad localizada.	El retiro de cimentaciones y la demolición de obras civiles generan alteraciones temporales de la morfología del terreno durante las actividades de cierre. Sin embargo, la restauración topográfica permite eliminar las geoformas artificiales originadas por la infraestructura del parque fotovoltaico, recuperar las pendientes naturales y restablecer gradualmente la configuración geomorfológica previa a la intervención, favoreciendo la estabilidad del	**-NS / NS**	PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					paisaje y la funcionalidad del relieve.		
	Escorrentía superficial	Desmantelamiento de la red interna de media tensión; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida.	Retiro de infraestructura; conformación del terreno; recuperación de drenajes naturales; revegetación.	Alteración temporal de drenajes; erosión; sedimentación; arrastre de materiales.	Durante el retiro de cimentaciones y de la infraestructura enterrada pueden producirse modificaciones temporales en los patrones de escorrentía superficial debido a la exposición del suelo y a la alteración de la microtopografía. No obstante, la restauración geomorfológica, la restitución de las pendientes naturales, la eliminación de obstáculos artificiales y la recuperación de la cobertura vegetal favorecen el restablecimiento del drenaje superficial, mejoran la infiltración y reducen la velocidad de escorrentía, disminuyendo el riesgo de erosión y sedimentación aguas abajo y recuperando el funcionamiento hidrológico natural del área intervenida.	-PS / PS	PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
Agua	Calidad del agua	Habilitación de instalaciones de faena; desmontaje de inversores y centros de transformación; desmantelamiento de la subestación; desmantelamiento de la	Manejo de aceites dieléctricos, combustibles y lubricantes; generación de aguas residuales domésticas; generación de residuos; movimiento	Derrames de hidrocarburos y aceites dieléctricos; vertido accidental de aguas residuales; contaminación por residuos; afectación de cuerpos de agua.	Durante el desmantelamiento existe el riesgo de deterioro temporal de la calidad del agua superficial por derrames accidentales de combustibles, aceites dieléctricos o lubricantes, así como por el arrastre de sedimentos y	-MEDS / PS	PMA-08, PMA-09, PMA-10, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		red interna; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida; estadía del personal.	de tierras; restauración del terreno.		residuos hacia los drenajes naturales durante el retiro de la infraestructura. No obstante, la eliminación definitiva de las instalaciones, el retiro de materiales potencialmente contaminantes y la restauración del terreno reducen las fuentes permanentes de contaminación, favoreciendo progresivamente la recuperación de la calidad físico-química y ecológica de los cuerpos de agua presentes en el área de influencia.		105, PMA-136 y PMA-143.
	Flujo del agua	Retiro de cimentaciones.	Excavaciones; demolición de fundaciones; movimiento de tierras.	Alteración de drenajes naturales.	El retiro de cimentaciones puede alterar temporalmente el flujo superficial del agua debido a la apertura de excavaciones y modificación puntual de la microtopografía. Una vez concluidas las labores y restablecida la superficie del terreno, el flujo superficial recupera gradualmente sus condiciones naturales de circulación.	**-PS**	PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-138 y PMA-143.
	Régimen hidrológico	Retiro de cimentaciones.	Restitución del terreno; eliminación de infraestructura permanente.	Alteración temporal del drenaje.	Durante el retiro de cimentaciones pueden producirse modificaciones temporales en el comportamiento hidrológico local; sin embargo, estas son reversibles y desaparecen con	**-PS**	PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					la restauración topográfica, favoreciendo el restablecimiento de los procesos naturales de infiltración y drenaje.		
	Cuerpos de agua permanentes	Habilitación de faenas; desmantelamiento de la subestación; desmantelamiento de la red interna; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida; estadía del personal.	Manejo de sustancias peligrosas; generación de residuos; movimiento de tierras; restauración ambiental.	Derrames; arrastre de sedimentos; contaminación hídrica.	Las actividades de cierre pueden ocasionar afectaciones temporales sobre cuerpos de agua permanentes por la movilización de sedimentos o derrames accidentales durante el retiro de infraestructura. Sin embargo, la eliminación de las instalaciones, la recuperación de la cobertura vegetal y la restauración de las condiciones naturales del terreno favorecen la recuperación de la funcionalidad ecológica del sistema hídrico, reduciendo presiones antrópicas de carácter permanente y mejorando la conectividad ecológica asociada a estos ambientes.	-MEDS / S	PMA-08, PMA-09, PMA-10, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-105, PMA-136, PMA-138 y PMA-143.
	Cuerpos de agua estacionales	Habilitación de faenas; desmantelamiento de la subestación; desmantelamiento de la red interna; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida; estadía del personal.	Movimiento de tierras; generación de residuos; restauración del terreno.	Sedimentación; contaminación; alteración temporal del drenaje.	Los cuerpos de agua estacionales pueden experimentar incrementos temporales en la carga de sedimentos y alteraciones locales durante el retiro de infraestructura; sin embargo, la restauración geomorfológica y la recuperación de la cobertura vegetal favorecen el	-PS / S	PMA-08, PMA-09, PMA-10, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-105, PMA-136, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					restablecimiento de la dinámica hidrológica natural y de las condiciones ecológicas de estos ambientes temporales, mejorando su funcionalidad como hábitat para diversas especies de fauna silvestre.		
Atmosférico	Calidad del aire	Habilitación de instalaciones de faena; retiro de paneles; desmontaje de estructuras soporte; desmantelamiento de la subestación; desmantelamiento de la red interna de media tensión; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida.	Emisión de material particulado; emisiones de gases de combustión; consumo de combustibles; circulación de maquinaria y vehículos; movimiento de tierras.	Emisión de polvo; emisiones atmosféricas; incendios.	Las actividades de desmantelamiento, demolición y restauración generan emisiones temporales de material particulado y gases de combustión producto del movimiento de maquinaria, excavaciones, transporte de materiales y demolición de estructuras. Estas alteraciones son puntuales y reversibles; una vez concluido el cierre y retirada toda la infraestructura del parque, desaparecen las fuentes permanentes de emisiones asociadas a la operación, favoreciendo la recuperación de la calidad del aire en el área intervenida.	-NS / -PS	PMA-11, PMA-12, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-131 y PMA-143.
	Microclima	Habilitación de instalaciones de faena; retiro de paneles solares.	Retiro de módulos fotovoltaicos; eliminación de superficies de sombreado.	Alteración temporal de las condiciones superficiales.	El retiro progresivo de los módulos fotovoltaicos elimina las modificaciones microclimáticas generadas durante la operación del parque, permitiendo el restablecimiento gradual de las condiciones naturales de	-NS	PMA-18, PMA-20, PMA-35, PMA-105, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					radiación solar, temperatura superficial, humedad del suelo y circulación del aire. Durante las actividades de cierre pueden presentarse alteraciones puntuales derivadas del uso de maquinaria; sin embargo, estas son de corta duración y no producen modificaciones permanentes sobre el microclima local.		
	Macroclima	Habilitación de instalaciones de faena.	Uso temporal de maquinaria y equipos; emisiones de combustión.	Emisiones atmosféricas.	Las emisiones generadas durante la fase de cierre son de carácter localizado y temporal, sin la magnitud necesaria para producir cambios sobre las condiciones climáticas regionales. Por tanto, el impacto se limita al entorno inmediato de las actividades y desaparece una vez finalizado el desmantelamiento.	**-NS**	PMA-11, PMA-12, PMA-35 y PMA-143.
	Campos electromagnéticos	Habilitación de instalaciones de faena; retiro de paneles solares.	Desenergización y desmontaje de equipos eléctricos; retiro de conductores y equipos de transformación.	Exposición temporal durante las labores de desconexión eléctrica.	Durante las primeras actividades del cierre puede mantenerse temporalmente la presencia de campos electromagnéticos asociados a las labores de desenergización y desconexión de los sistemas eléctricos. No obstante, el retiro definitivo de los paneles, inversores, centros de transformación, red interna de media tensión y subestación	**-NS**	PMA-30, PMA-31, PMA-35, PMA-131 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					elimina permanentemente las fuentes generadoras de campos electromagnéticos dentro del área del proyecto, restituyendo las condiciones previas al funcionamiento del parque fotovoltaico.		
	Ruido	Habilitación de instalaciones de faena; retiro de paneles; desmontaje de estructuras soporte; desmontaje de inversores y centros de transformación; desmantelamiento de la subestación; desmantelamiento de la red interna de media tensión; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida; estadía del personal.	Operación de maquinaria pesada; demolición de estructuras; transporte de materiales; circulación de vehículos; restauración del terreno.	Incremento de niveles de presión sonora; molestias a la fauna y población; vibraciones asociadas a la demolición.	Las actividades de cierre generan incrementos temporales en los niveles de ruido debido al funcionamiento de maquinaria, equipos de corte, demolición, excavación y transporte de materiales, pudiendo ocasionar molestias temporales a la población y a la fauna del área de influencia. No obstante, estos efectos cesan una vez concluidas las labores de desmantelamiento y restauración, eliminándose además las fuentes permanentes de ruido asociadas a la operación de la subestación y demás equipos del parque, lo que favorece la recuperación de las condiciones acústicas naturales del entorno.	-MEDS / -PS / -NS	PMA-11, PMA-12, PMA-13, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-131 y PMA-143.
Flora	Pastizales	Habilitación de faenas; retiro de paneles; desmontaje de estructuras; desmontaje de inversores; desmantelamiento de la	Movimiento de tierras; tránsito de maquinaria; retiro de infraestructura; restauración del terreno.	Incendios; introducción de especies exóticas invasoras; compactación del suelo.	Las actividades de desmantelamiento generan alteraciones temporales sobre las comunidades de pastizales debido al tránsito de maquinaria, movimiento de	-PS / PS	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-127, PMA-130,

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		subestación; desmantelamiento de la red interna; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida; estadía del personal.			tierras y retiro de infraestructura. Sin embargo, la restauración del terreno, la eliminación de las superficies ocupadas por el parque y la recuperación progresiva de la cobertura vegetal favorecen el restablecimiento de la composición florística, la disponibilidad de hábitats abiertos y la recuperación de procesos ecológicos asociados a estos ecosistemas.		PMA-138 y PMA-143.
	Mosaico agropecuario	Habilitación de faenas; retiro de paneles; desmontajes; desmantelamiento de la red; retiro de cimentaciones; restauración; estadía del personal.	Movimiento de maquinaria; retiro de infraestructura; restauración del terreno.	Especies invasoras; incendios; compactación del suelo.	Durante el cierre pueden presentarse afectaciones puntuales sobre la vegetación asociada al mosaico agropecuario por las actividades de desmantelamiento y tránsito de maquinaria. Posteriormente, la rehabilitación del terreno favorece la integración paisajística con las áreas productivas circundantes y facilita la recuperación de la funcionalidad ecológica y productiva del sitio.	**-NS / NS**	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Vegetación arbustiva y herbácea	Habilitación de faenas; retiro de paneles; desmontajes; desmantelamiento de la subestación; desmantelamiento de la	Movimiento de tierras; retiro de infraestructura; restauración ecológica.	Incendios; especies invasoras; pérdida temporal de cobertura.	El desmantelamiento puede afectar temporalmente la vegetación arbustiva y herbácea mediante remoción localizada y tránsito de maquinaria. No obstante, la	**-PS / S**	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-127, PMA-128,

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		red; retiro de cimentaciones; restauración; estadía del personal.			restauración del terreno y la recuperación de las condiciones naturales favorecen la regeneración sucesional de estas comunidades, incrementando la disponibilidad de refugios, recursos alimenticios y conectividad para la fauna silvestre, así como la recuperación de los servicios ecosistémicos asociados.		PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Bosque nativo	Habilitación de faenas; retiro de paneles; desmontajes; desmantelamiento de la subestación; desmantelamiento de la red; retiro de cimentaciones; restauración; estadía del personal.	Tránsito de maquinaria; retiro de infraestructura; restauración ambiental.	Incendios forestales; especies invasoras; afectación a especies de conservación.	Durante las labores de cierre pueden producirse perturbaciones temporales sobre los remanentes de bosque nativo debido al incremento de actividades operativas y circulación de maquinaria. Sin embargo, la eliminación definitiva de la infraestructura, la restauración ecológica del área intervenida y la recuperación de la conectividad del paisaje disminuyen la fragmentación del hábitat y favorecen la regeneración natural, el restablecimiento de procesos ecológicos y la conservación de especies vegetales de importancia ecológica y de conservación.	**-PS / S**	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
Fauna	**Aves**	Habilitación de faenas; retiro de paneles;	Tránsito de maquinaria;	Desplazamiento de fauna;	Las actividades de cierre producen perturbaciones	**-PS / S**	PMA-15, PMA-16, PMA-20,

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		desmontaje de estructuras; desmantelamiento de la subestación; retiro de cimentaciones; restauración; estadía del personal.	generación de ruido; retiro de infraestructura; restauración ecológica.	atropellamiento; perturbación por ruido.	temporales sobre la avifauna por el incremento del ruido, tránsito de maquinaria y presencia de personal. Sin embargo, la eliminación de los paneles, estructuras y equipos eléctricos reduce el efecto barrera y elimina el riesgo permanente de colisión asociado al parque fotovoltaico, favoreciendo la recuperación de corredores de vuelo, áreas de alimentación y sitios de refugio, con beneficios sobre la conectividad ecológica y la dinámica de las poblaciones de aves.		PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-74, PMA-105, PMA-113, PMA-114, PMA-126, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Mamíferos	Todas las actividades de cierre y restauración.	Tránsito de maquinaria; retiro de infraestructura; restauración del hábitat.	Atropellamiento; desplazamiento; fauna feral; cacería.	Durante el desmantelamiento pueden producirse desplazamientos temporales y aumento del riesgo de atropellamiento por la movilización de maquinaria. Posteriormente, la eliminación de la infraestructura y la restauración del terreno recuperan la conectividad funcional del paisaje, facilitan el desplazamiento de mamíferos entre fragmentos de hábitat y favorecen la disponibilidad de refugios y recursos alimenticios, generando una recuperación	**-PS / MS**	PMA-15, PMA-16, PMA-20, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-74, PMA-105, PMA-113, PMA-114, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					significativa de la funcionalidad ecológica del área.		
	Herpetofauna	Todas las actividades de cierre y restauración.	Movimiento de tierras; retiro de infraestructura; restauración ecológica.	Atropellamiento; pérdida temporal de microhábitats; incendios.	El cierre puede alterar temporalmente los microhábitats utilizados por anfibios y reptiles debido al movimiento de maquinaria y excavaciones. Sin embargo, la recuperación del relieve, la revegetación y el restablecimiento de las condiciones de humedad e infiltración permiten recuperar refugios, sitios de reproducción y corredores de desplazamiento, favoreciendo la recolonización natural de estos grupos y la recuperación de sus funciones ecológicas.	-PS / MS	PMA-15, PMA-16, PMA-20, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-74, PMA-105, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Entomofauna	Todas las actividades de cierre y restauración.	Movimiento de tierras; revegetación; restauración ecológica.	Pérdida temporal de recursos florales; especies invasoras.	Las actividades de desmantelamiento generan alteraciones temporales en las comunidades de insectos debido a la remoción del suelo y el tránsito de maquinaria. No obstante, la restauración ecológica y la recuperación de la cobertura vegetal incrementan la disponibilidad de recursos florales y microhábitats, favoreciendo la recolonización por insectos polinizadores y otros grupos funcionales, con efectos positivos sobre la polinización,	-MEDS / S	PMA-15, PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-127, PMA-128, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					el reciclaje de nutrientes y las redes tróficas del ecosistema.		
	Fauna acuática	Habilitación de faenas; retiro de paneles; desmontaje de estructuras; desmantelamiento de la subestación; retiro de cimentaciones; restauración; estadía del personal.	Manejo de aceites dieléctricos; movimiento de tierras; generación de residuos; restauración de drenajes.	Derrames; sedimentación; contaminación de cuerpos de agua.	Durante el cierre pueden producirse afectaciones temporales sobre la fauna acuática por el incremento de sedimentos o derrames accidentales durante el desmantelamiento. Sin embargo, la eliminación de las fuentes potenciales de contaminación, la recuperación de los drenajes naturales y la restauración de la cobertura vegetal mejoran progresivamente la calidad del hábitat acuático, favoreciendo la recuperación de macroinvertebrados, anfibios, peces y otros organismos asociados, así como el restablecimiento de la conectividad ecológica de los ecosistemas hídricos.	-MEDS / PS	PMA-08, PMA-09, PMA-10, PMA-15, PMA-20, PMA-22, PMA-23, PMA-35, PMA-51, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-105, PMA-126, PMA-130, PMA-136, PMA-138 y PMA-143.
Socioeconómico y cultural	**Zonas de producción agropecuaria y agroforestal**	Restauración del área intervenida.	Retiro de infraestructura; restauración del terreno; recuperación de la capacidad de uso del suelo.	Recuperación incompleta del terreno; procesos erosivos; establecimiento de especies invasoras.	La restauración del área intervenida, el retiro de la infraestructura permanente y la rehabilitación de las condiciones físicas del suelo favorecen la recuperación gradual de la aptitud agropecuaria y agroforestal del terreno, permitiendo su reincorporación a actividades productivas compatibles con el	PS	PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					uso histórico del área y mejorando la disponibilidad de superficies para el desarrollo de actividades económicas locales.		
	Empleo	Habilitación de instalaciones de faena; retiro de paneles; desmontaje de estructuras; desmontaje de inversores y centros de transformación; desmantelamiento de la subestación; desmantelamiento de la red interna; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida; estadía del personal.	Contratación temporal de mano de obra; demanda de servicios especializados; contratación de proveedores locales.	Reducción del empleo al finalizar el cierre; dependencia económica temporal.	La fase de cierre genera oportunidades temporales de empleo directo e indirecto para actividades de desmontaje, transporte, gestión de residuos, restauración ambiental y supervisión técnica, dinamizando la economía local durante el periodo de ejecución. Sin embargo, una vez concluidas las actividades de cierre cesan los puestos de trabajo asociados al proyecto, por lo que el beneficio económico es de carácter temporal y decreciente.	MEDS / PS	PMA-24, PMA-25, PMA-35, PMA-67, PMA-118, PMA-119, PMA-120 y PMA-143.
	Comercio y producción	Habilitación de instalaciones de faena; retiro de paneles; desmontaje de estructuras; desmontaje de inversores; desmantelamiento de la subestación; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida; estadía del personal.	Demanda de bienes, transporte, alimentación, hospedaje, combustible y servicios locales.	Disminución de la actividad económica al finalizar el cierre.	Las actividades de cierre incrementan temporalmente la demanda de bienes, servicios y logística especializada, favoreciendo a proveedores y comercios locales. Finalizado el proceso de abandono, esta demanda desaparece progresivamente; sin embargo, la recuperación del terreno posibilita nuevamente su aprovechamiento productivo, generando beneficios	NS / PS / MEDS	PMA-24, PMA-25, PMA-35, PMA-67, PMA-118, PMA-119 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					económicos de largo plazo asociados al uso futuro del suelo.		
	Salud y seguridad	Habilitación de instalaciones de faena; retiro de paneles; desmontaje de estructuras; desmontaje de inversores y centros de transformación; desmantelamiento de la subestación; desmantelamiento de la red interna; retiro de cimentaciones; restauración del área intervenida; estadía del personal.	Trabajos en altura; manipulación de equipos eléctricos; manejo de residuos peligrosos; uso de maquinaria pesada; demolición de estructuras.	Accidentes laborales; electrocución; incendios; explosiones; derrames; exposición a sustancias peligrosas.	Las actividades de cierre presentan un incremento temporal del riesgo para la salud y seguridad ocupacional debido al desmontaje de equipos eléctricos, manipulación de transformadores, demolición de estructuras, operación de maquinaria pesada y manejo de residuos peligrosos. Estos trabajos incrementan la probabilidad de accidentes laborales, electrocuciones, incendios y exposición a sustancias peligrosas, por lo que requieren estricta aplicación de procedimientos de seguridad industrial, permisos de trabajo, planes de emergencia y protocolos de manejo de residuos peligrosos.	-S / -MEDS / -PS	PMA-30, PMA-31, PMA-35, PMA-51, PMA-67, PMA-89, PMA-90, PMA-91, PMA-131, PMA-132, PMA-136 y PMA-143.
	Armonía y confort	Habilitación de instalaciones de faena; retiro de paneles; desmontaje de estructuras; desmantelamiento de la red interna; retiro de cimentaciones; restauración del área	Generación de ruido; tránsito de maquinaria; circulación de vehículos; presencia temporal de personal.	Molestias a la población; incremento del tránsito; percepción negativa temporal.	Durante las labores de cierre pueden presentarse molestias temporales para la población debido al incremento del tránsito vehicular, operación de maquinaria y generación de ruido. No obstante, una vez concluido el proceso de abandono desaparecen las fuentes permanentes	-PS / -MEDS	PMA-11, PMA-12, PMA-13, PMA-35, PMA-67, PMA-131 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
		intervenida; estadía del personal.			asociadas al funcionamiento del parque fotovoltaico, favoreciendo la recuperación del ambiente sonoro y de las condiciones de tranquilidad del entorno.		
	Patrimonio histórico, cultural y arqueológico	Todas las actividades de cierre.	Movimiento de tierras; excavaciones; retiro de cimentaciones.	Hallazgos fortuitos; afectación accidental de bienes patrimoniales.	Las actividades de cierre no contemplan intervenciones fuera de las áreas previamente intervenidas durante la construcción y operación del proyecto, por lo que no se prevén afectaciones al patrimonio histórico, cultural o arqueológico. No obstante, cualquier hallazgo fortuito deberá ser gestionado conforme al protocolo establecido por la autoridad competente.	**0**	PMA-62, PMA-63, PMA-64, PMA-67 y PMA-143.
	Paisaje	Restauración del área intervenida.	Retiro de paneles, estructuras metálicas, subestación e infraestructura auxiliar; rehabilitación del terreno.	Restauración incompleta del paisaje.	La eliminación de la infraestructura fotovoltaica y la restauración de la topografía y de la cobertura vegetal favorecen la recuperación gradual de la calidad escénica del paisaje rural, disminuyendo la artificialización del entorno y mejorando la integración visual del área con el paisaje circundante.	**MEDS**	PMA-18, PMA-20, PMA-22, PMA-35, PMA-105, PMA-126, PMA-130, PMA-138 y PMA-143.
	Turismo	Restauración del área intervenida.	Recuperación paisajística; rehabilitación ambiental.	Recuperación parcial del paisaje.	La recuperación del paisaje, de la cobertura vegetal y de las condiciones naturales del entorno puede favorecer el	**PS**	PMA-24, PMA-35, PMA-67, PMA-118 y PMA-143.

Componente	Subcomponente	Actividad	Aspecto ambiental	Riesgo ambiental	Impacto ambiental	Significancia	Medidas del PMA relacionadas
					desarrollo futuro de actividades recreativas, de turismo rural o de naturaleza, al restituir los atributos ambientales y escénicos del área intervenida y mejorar la percepción visual del territorio.		
	Costumbres y tradiciones	Restauración del área intervenida; estadía del personal durante el cierre.	Finalización de la presencia permanente del proyecto; recuperación del uso tradicional del territorio.	Cambios temporales en la dinámica social durante el cierre.	La finalización de las actividades del proyecto y la rehabilitación del terreno favorecen el restablecimiento de las dinámicas tradicionales de uso del territorio y de las actividades comunitarias. Durante el cierre pueden producirse cambios temporales asociados a la reducción progresiva del personal y de la actividad económica vinculada al proyecto; sin embargo, una vez concluido el abandono se facilita la recuperación de las prácticas tradicionales desarrolladas por la población local.	**NS / -NS**	PMA-24, PMA-25, PMA-35, PMA-67, PMA-118, PMA-119, PMA-120 y PMA-143.

Elaboración: Equipo consultor, 2026.

13.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

13.4.1. Conclusiones.

- La identificación y evaluación de impactos ambientales del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se desarrolló mediante una metodología técnicamente reconocida, basada en la matriz de interacción causa–efecto de Leopold et al. (1971), adaptada para las condiciones del proyecto, integrando la información de la línea base ambiental, el análisis de sensibilidad, la identificación de aspectos ambientales y el análisis de riesgos ambientales. Este enfoque garantiza la trazabilidad metodológica entre la descripción del proyecto, los factores ambientales receptores y la valoración de los impactos, constituyendo un proceso consistente y técnicamente sustentado.
- La evaluación permitió identificar y valorar los impactos ambientales potenciales para las fases de construcción, operación y mantenimiento, y cierre y abandono, determinándose que la mayor parte de los impactos negativos corresponden a las actividades propias de la fase constructiva, debido principalmente a la remoción de cobertura vegetal, movimiento de tierras, incremento temporal de emisiones, generación de ruido, tránsito de maquinaria y alteración puntual de hábitats. En contraste, durante la fase de operación predominan impactos de baja significancia, asociados principalmente al mantenimiento de la infraestructura y a la presencia permanente del proyecto, mientras que en la fase de cierre predominan impactos positivos relacionados con la restauración ambiental y recuperación progresiva de las áreas intervenidas.
- La evaluación de impactos mantiene plena coherencia con el análisis de sensibilidad ambiental desarrollado en el Capítulo 11, incorporando la vulnerabilidad y capacidad de respuesta de los componentes físico, biótico y socioeconómico como criterios para la valoración de la magnitud e importancia de los impactos. De esta manera, los componentes de mayor sensibilidad recibieron una valoración más conservadora, permitiendo priorizar las medidas de manejo sobre aquellos elementos con mayor valor ecológico y social.
- De igual forma, existe una relación metodológica directa entre la evaluación de impactos y el análisis de riesgos ambientales presentado en el Capítulo 12, puesto que los principales escenarios de riesgo identificados —como derrames accidentales, incendios, procesos erosivos, pérdida de cobertura vegetal, fragmentación del hábitat, colisión y atropellamiento de fauna, efecto lumínico y presencia de fauna feral— fueron incorporados como factores de análisis para la identificación y valoración de los impactos ambientales, fortaleciendo la consistencia técnica del Estudio de Impacto Ambiental.
- Los impactos ambientales identificados pueden ser prevenidos, mitigados, controlados, restaurados o compensados mediante la implementación integral del Plan de Manejo Ambiental, el cual incorpora programas específicos orientados a reducir la magnitud de los impactos, controlar los riesgos ambientales y garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto.
- La fase de construcción constituye la etapa ambientalmente más impactante del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, al concentrar el mayor número de actividades capaces de generar interacciones directas con los componentes físico, biótico y socioeconómico. Durante esta fase se ejecutan labores de desbroce y remoción de cobertura vegetal,

movimiento de tierras, adecuación del terreno, apertura y mejoramiento de accesos, instalación de infraestructura, tránsito continuo de maquinaria y vehículos, así como el manejo de materiales, combustibles y residuos, actividades que ocasionan la mayor cantidad de impactos negativos identificados en la evaluación ambiental.

- Estos efectos incluyen la alteración temporal de la calidad del aire y del paisaje, incremento de ruido y vibraciones, modificación de las características del suelo, perturbación de la fauna, pérdida localizada de hábitat y aumento del riesgo de erosión, sedimentación, incendios y derrames accidentales. No obstante, la mayoría de estos impactos fueron valorados como bajos a moderados, debido a su carácter localizado, temporal, reversible y susceptible de prevención, mitigación y restauración mediante la implementación de las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental. En contraste, durante las fases de operación y mantenimiento predominan impactos de menor magnitud, mientras que la fase de cierre incorpora acciones de restauración que favorecen la recuperación progresiva de las condiciones ambientales del área intervenida.
- En términos generales, los resultados obtenidos permiten concluir que el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba presenta viabilidad ambiental, debido a que los impactos negativos identificados son mayoritariamente de carácter localizado, temporal, reversible o mitigable, mientras que los impactos positivos relacionados con la generación de energía renovable, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la dinamización económica local y el fortalecimiento de la infraestructura energética nacional contribuyen al desarrollo sostenible y compensan ambiental y socialmente la ejecución del proyecto.

13.4.2. Recomendaciones.

- Implementar de manera integral y oportuna todos los programas, medidas e indicadores establecidos en el Plan de Manejo Ambiental, priorizando aquellos relacionados con la protección de los componentes de mayor sensibilidad ambiental, el control de riesgos y la restauración progresiva de las áreas intervenidas.
- Mantener un programa permanente de monitoreo ambiental que permita verificar la efectividad de las medidas de manejo implementadas, evaluar la evolución de los impactos identificados y establecer acciones correctivas cuando los resultados obtenidos difieran de las condiciones previstas durante la evaluación ambiental.
- Fortalecer las medidas de protección de la biodiversidad mediante el seguimiento específico de la flora nativa, avifauna, mastofauna, herpetofauna, entomofauna y demás grupos biológicos sensibles registrados durante la línea base, priorizando aquellas especies con categorías de conservación o de especial interés ecológico.
- Implementar de forma estricta las medidas destinadas a prevenir la ocurrencia de los principales riesgos ambientales identificados en el Capítulo 12, especialmente aquellos relacionados con incendios, derrames de combustibles y lubricantes, erosión, sedimentación, pérdida de cobertura vegetal, atropellamiento y colisión de fauna, garantizando una adecuada preparación y capacidad de respuesta ante eventos no deseados.

- Ejecutar los programas de restauración ecológica, revegetación y compensación utilizando prioritariamente especies nativas registradas durante el Inventario Forestal y adaptadas a las condiciones del bosque seco del área de influencia, favoreciendo la recuperación de la cobertura vegetal y la funcionalidad ecológica del ecosistema.
- Mantener mecanismos permanentes de comunicación, información y participación con las comunidades del área de influencia, con el fin de fortalecer el relacionamiento comunitario, prevenir conflictos socioambientales y promover la participación ciudadana durante todas las fases del proyecto.
- Revisar y actualizar periódicamente la evaluación de impactos ambientales cuando se produzcan modificaciones relevantes en el diseño, localización, cronograma o condiciones operativas del proyecto, o cuando los resultados del monitoreo ambiental evidencien cambios significativos en la respuesta de los componentes ambientales, garantizando la mejora continua de la gestión ambiental.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PROYECTO FOTOVOLTAICO LA CEIBA

OPERADOR DEL PROYECTO:

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
GENSUR

ELABORADO POR:

cga Consultora Ambiental Cía. Ltda.

JULIO , 2026

Tabla de contenido

14. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 1033

14.2. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos. 1036

14.3. Plan de contingencias. 1068

14.4. Plan de capacitación. 1079

14.5. Plan de Manejo de Desechos Sólidos 1082

14.6. Plan de relaciones comunitarias. 1088

14.7. Plan de rehabilitación de áreas afectadas 1092

14.8. Plan de abandono y entrega del área. 1099

14.9. Plan de rescate de vida silvestre 1103

14.10. Plan de Monitoreo y Seguimiento. 1111

14.11. Cronograma valorado PMA 1123

14. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Las áreas de intervención del PMA será paras las fases de Construcción, Operación, Mantenimiento y cierre del proyecto fotovoltaico La Ceiba, y su implementación será de obligatorio cumplimiento para cada uno de los componentes y sub componentes del mencionado proyecto.

El plan de manejo ambiental es el documento que contiene las acciones o medidas que se requieren ejecutar para prevenir, evitar, mitigar, controlar, corregir, compensar, restaurar y reparar los posibles impactos ambientales negativos, según corresponda, al proyecto, obra o actividad, e impulsar los impactos ambientales positivos. Para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental se consideró lo siguiente:

- Analizar las acciones factibles para evitar o controlar los impactos calificados como negativos.
- Describir los procesos, tecnologías, diseño, operación y otros que se hayan considerado, para mitigar los impactos ambientales negativos cuando corresponda.
- El presente Plan de Manejo Ambiental (PMA) fue desarrollado de manera integral, considerando los resultados de la línea base ambiental, la evaluación de impactos, el análisis de sensibilidad ambiental, la evaluación de riesgos endógenos y exógenos, así como las recomendaciones técnicas específicas derivadas de la caracterización de los componentes bióticos (flora, mastofauna, avifauna, herpetofauna, entomofauna, ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos).
- El PMA se presenta en fichas que contiene la identificación del plan, identificación del programa, objetivos, responsable, etapa del proyecto, aspecto ambiental, impacto ambiental identificado, medida propuesta, indicadores, medios de verificación, frecuencia y peso ponderado; conforme la Guía General para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental del Ministerio del Ambiente. La asignación de una ponderación a cada medida del Plan de Manejo Ambiental (PMA) permite jerarquizar su importancia en función del nivel de impacto que mitiga, la urgencia de su aplicación y los recursos requeridos, lo que facilita una gestión ambiental más estratégica y eficiente. Esta ponderación aporta valor al permitir priorizar acciones clave, optimizar el uso de recursos técnicos y financieros, mejorar el seguimiento y evaluación de las medidas, y asegurar el cumplimiento normativo y de estándares internacionales. Además, proporciona una herramienta técnica que respalda la toma de decisiones ambientales durante todas las fases del proyecto.
- Los sub planes propuestos responde a lo estipulado en el Art. 435 del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.

El PMA deberá contiene los siguientes sub-planes:

- Plan de Prevención y Mitigación de Impactos: Este plan continente medidas para mitigación de ruido, afectación a recursos hídricos superficiales y cuencas, material particulado y emisiones del aire, recurso suelo u otros que han sido identificados en la evaluación de impactos, programa de protección y conservación de flora y fauna silvestre.

- Plan de Contingencias: Comprende el detalle de las acciones, así como los listados y cantidades de equipos, materiales y personal para enfrentar los eventuales accidentes y emergencias en la infraestructura, en las diferentes etapas del proyecto basado en el análisis de riesgos endógenos y exógenos. Se incluye la definición y asignación de responsabilidades para el caso de ejecución de sus diferentes etapas, así como un programa anual de entrenamientos y simulacros.

- Plan de Capacitación: comprende un programa de capacitación sobre los elementos físico y biótico, y la aplicación del Plan de Manejo Ambiental a todas las personas vinculadas al proyecto.

- Plan de Manejo de Desechos. Este plan contiene medidas para gestión de desechos no peligrosos, gestión de desechos peligrosos y/o especiales, gestión de efluentes, registros y documentación, en base a los lineamientos de la normativa aplicable.

- Plan de Relaciones Comunitarias: Comprende un conjunto de programas de actividades que lleva el operador del proyecto con la participación de la (s) comunidad(es), las autoridades locales y representantes comunitarios.

    - Programa de Información y Comunicación: El objetivo de este programa es mantener informada a la población del área de influencia sobre las características del proyecto, su desarrollo en las distintas etapas (construcción, operación y mantenimiento y cierre) y el manejo de las expectativas locales, de una forma clara y directa, para evitar desinformación o manipulación de la información, que puedan generar conflictos y afectar al desarrollo normal del proyecto

    - Programa de Empleo Temporal o contratación de mano de obra local: El objetivo de este programa es brindar preferencia a la población local para cubrir la demanda de otros bienes y servicios que pueden ser provistos por la comunidad, en base a su disponibilidad. Esta mano de obra puede ser no calificada o calificada siempre y cuando cumpla con los requerimientos del puesto solicitado.

    - Programa de Compensación Social: Este programa está enfocado a determinar las áreas prioritarias para la compensación social a cargo de la empresa.

    - Programa de Indemnización: Este programa está enfocado a determinar las indemnizaciones por afectaciones de los cultivos, vegetación o bienes afectados por el proyecto.

    - Programa de Educación Ambiental: Este programa busca difundir información relevante a la población local del área de influencia del proyecto.

    - Programa de Monitoreo Comunitario: El objetivo principal de este programa es promover la participación activa, responsable y organizada de los representantes de las poblaciones del área de influencia, en los monitoreos ambientales establecidos en el Plan de Manejo del EIA. Se propone la conformación de comités de monitoreo comunitario, capacitación en técnicas de monitoreo ambiental, acompañamiento en los monitoreos ambientales del proyecto y mecanismos de divulgación de los resultados

- Plan de Rehabilitación de áreas afectadas: Este plan contiene un análisis de las afectaciones e impactos ambientales negativos en función de lo cual se establecerá las medidas, estrategias y tecnologías a aplicarse en el proyecto para rehabilitar las áreas afectadas (restablecer la cobertura vegetal, garantizar la estabilidad y duración de la obra, remediación recursos naturales, reforestación utilizando especies características de la zona, entre otros).

- Plan de cierre y abandono: Comprende el diseño de las actividades a cumplirse una vez concluida la operación, de manera de proceder al abandono y entrega del área del proyecto, obra o actividad motivo del respectivo EsIA.

- Plan de rescate de vida silvestre instrumento técnico requerido por la normativa ambiental vigente, especialmente en proyectos que implican remoción de cobertura vegetal o intervención en hábitats naturales. Según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), este plan debe elaborarse conforme a lo establecido en la Norma Técnica para la Elaboración de Planes de Rescate de Flora y Fauna Silvestre (Acuerdo Ministerial Nro. MAE-2015-019).

- Plan de Monitoreo y Seguimiento: Se definen los sistemas de seguimiento, evaluación y monitoreo ambientales y de relaciones comunitarias, tendientes a controlar adecuadamente las medidas propuestas para mitigar y prevenir los impactos identificados en el Estudio de Impacto Ambiental y el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, así como las acciones correctivas propuestas en el mismo. Este plan contiene monitoreo de agua, descargas, emisiones y calidad del aire, de ruido ambiente, calidad del suelo; monitoreo del plan de rehabilitación de áreas afectadas, monitoreo del plan de cierre y abandono.

14.2. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.

El objetivo de este plan es establecer e implementar medidas para la mitigación de ruido, la protección de los recursos hídricos superficiales y sus cuencas, el control de material particulado y emisiones al aire, la conservación y manejo adecuado del recurso suelo, así como la protección y conservación de la flora y fauna silvestre, en atención a los impactos ambientales identificados en la evaluación del proyecto.

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
PMA-01	Programa de manejo de hidrocarburos y sus derivados	Construcción, operación, mantenimiento y cierre	Almacenamiento de combustible y otras sustancias peligrosas	Derrame de sustancias peligrosas.	Contaminación del suelo por infiltración y percolación de contaminantes	El almacenamiento temporal de combustibles o sus derivados deberá realizarse en tanques diseñados y fabricados conforme a la norma API 650 o equivalente cumpliendo además con las disposiciones del TULSMA, las normas INEN de seguridad industrial y etiquetado de sustancias peligrosas, así como las recomendaciones de la NFPA 30; dichos tanques deberán contar con etiquetas de seguridad visibles, sistema de conexión a tierra certificado según INEN-IEC 62305, y protección contra descargas atmosféricas (pararrayos).	Nro. de áreas de almacenamiento temporal acondicionadas / Nro. de áreas de almacenamiento temporal programadas * 100	Informe de acondicionamiento de área temporal de combustible. Registro fotográfico fechado	15/10/26	ANUAL	$5.700,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
PMA-02	Programa de manejo de hidrocarburos y sus derivados	Construcción, operación, mantenimiento y cierre	Almacenamiento de combustible y otras sustancias peligrosas	Derrame de sustancias peligrosas	Contaminación del suelo por infiltración y percolación de contaminantes	Acondicionar área con piso impermeabilizado, cubierta, cubeto de contención (110%), separador API, señalización, extintor y kit para control de derrames.	Nro. de áreas de almacenamiento acondicionadas / Nro. programadas *100	Registro de implementación y registro fotográfico fechado	15/10/26	BIANUAL	$2.553,00
PMA-03	Programa de manejo de hidrocarburos y sus derivados	Construcción, operación, mantenimiento y cierre	Almacenamiento de combustible y otras sustancias peligrosas	Derrame de sustancias peligrosas	Contaminación del suelo por incompatibilidad de productos	Todos los productos peligrosos almacenados en las instalaciones tendrán hojas de información de seguridad para materiales (MSDS) o información equivalente de seguridad y aspectos ambientales. Para el almacenamiento se tomará en cuenta la compatibilidad de los productos.	# áreas con hojas de seguridad / # áreas totales *100	Registro fotográfico fechado	15/10/26	ANUAL	$30,00
PMA-04	Programa de manejo de hidrocarburos y sus derivados	Construcción, operación, mantenimiento y cierre	Almacenamiento de combustible	Riesgo de robo de combustibles	Contaminación del suelo por incompatibilidad de productos	El área de almacenamiento de combustibles tendrá un cerramiento perimetral y una puerta de ingreso que permanecerá cerrada y con las seguridades correspondientes. Se prohibirá el paso a particulares.	# áreas con seguridades / # áreas totales *100	Registro fotográfico fechado	15/10/26	ANUAL	$3.290,00
PMA-05	Programa de manejo de	Construcción, operación,	Almacenamiento de combustible y	Condiciones de infraestructura	Contaminación al agua y suelo	Se dará mantenimiento permanente y rutinario a	# mantenimientos realizados / #	Registro fotográfico fechado	15/10/26	MENSUAL	$1.900,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
	hidrocarburos y sus derivados	mantenimiento y cierre	otras sustancias peligrosas			las instalaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas y tanques de almacenamiento de combustibles.	mantenimientos planificados *100				
PMA-06	Programa de prevención de la contaminación atmosférica y control de ruido	Construcción y cierre.	Almacenamiento y manejo de materiales finos (arena, tierra, agregados) en áreas de obra.	Generación de polvo y partículas sedimentables.	Contaminación del aire y agua, daños a la salud del personal.	Los materiales finos como arena, deben ser cubiertos con lonas u otro material que atenúe el efecto de los vientos sobre las partículas de polvo.	# de montículos tapados con lonas / # de montículos identificados en el proyecto*100	Fotografías y Factura compra de lonas	15/10/26	DIARIO	$150,00
PMA-07	Programa de prevención de la contaminación atmosférica y control de ruido	Construcción y cierre.	Transporte de materiales.	Generación de polvo y partículas sedimentables.	Contaminación del aire y agua, daños a la salud del personal.	Control de polvo en el transporte, mediante el cubrimiento de los materiales transportados por medio de lonas.	N° volquetas con lona /N° total de volquetas del proyecto*100.	Fotografías y Factura compra de lonas	15/10/26	DIARIO	$390,00
PMA-08	Programa de prevención de la contaminación atmosférica y control de ruido	Construcción, operación - mantenimiento y cierre.	Circulación de vehículos y maquinaria.	Emisiones atmosféricas y generación de polvo por el tránsito vehicular	Contaminación del aire y agua, daños a la salud del personal.	Se limitará la velocidad de los vehículos tanto en el ingreso como dentro del área de implementación del proyecto. Esto se indicará con una señal que indique el límite de velocidad de 20 Km/h en sitios estratégicos (Se colocarán las señales en caminos y zonas de tránsito vehicular del proyecto).	N° de señales colocadas/N° de señales programadas * 100.	Fotografías y Factura de compra señal. Informe de ubicación de señales	15/10/26	DIARIO	$74,40

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
PMA-09	Programa de prevención de la contaminación atmosférica y control de ruido	Construcción, y cierre.	Circulación de vehículos y maquinaria.	Emisiones atmosféricas y generación de polvo por el tránsito vehicular	Contaminación del aire y agua, daños a la salud del personal.	El control de polvo en las superficies descubiertas se realizará mediante el riego periódico con tanquero, utilizando únicamente fuentes de agua autorizadas y distintas a los sistemas de abastecimiento comunitario del área de influencia del proyecto. Par el uso del agua, el operador del proyecto tramitará el permiso de captación correspondiente ante la autoridad única del agua. En caso de que el operador contrate el servicio a tanqueros particulares, el proveedor presentará el permiso de captación que corresponde.	N° de m3 de agua utilizada en riego/N° de m3 de agua planillados*100.	Fotografías. Registros de riego. Informe de uso de agua. Permiso de captación.	15/10/26	DIARIO	$2.988,00
PMA-10	Programa de prevención de la contaminación atmosférica y control de ruido	Construcción, operación - mantenimiento y cierre.	Todos los procesos	Generación de desechos/residuos	Contaminación del aire y suelo. Riesgo de incendios y a la salud del personal.	No se deberá realizar la quema a cielo abierto de desperdicios, cauchos, plásticos, restos de arbustos o maleza de las áreas desbrozadas, o de otros residuos. Para que esta medida surja efecto, en un sitio visible dentro del proyecto se deberá colocar señales	N° de letreros colocados/# de letreros planificados*100.	Fotografía señal de prohibición. Factura de compra de señal	15/10/26	ANUAL	$24,80

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						de prohibido quemar desechos.					
PMA-11	Programa de prevención de la contaminación atmosférica y control de ruido	Construcción, operación - mantenimiento y cierre.	Operación de maquinaria, equipos y vehículos.	Emisiones de gases por mala combustión de motores.	Contaminación del aire.	Se utilizarán vehículos, maquinaria y equipos que se encuentren en buen estado de funcionamiento, sin que se manifiesten fallas mecánicas o en mal estado que puedan generar gases por una mala combustión de los motores. El Mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipos del proyecto se realizará en forma periódica y conforme las especificaciones del fabricante, en Talleres especializados.	# de mantenimientos realizados a maquinaria y equipos /# de mantenimientos programados a vehículos, maquinaria y equipos*100	Fotografías de mantenimiento Copia de última revisión dada por autoridad de tránsito. Lista o matriz de chequeo de Mantenimientos realizados a vehículos, maquinaria y equipos Factura y fotografía de señal de prohibición	15/10/26	MENSUAL	$2.200,00
PMA-12	Programa de prevención de la contaminación atmosférica y control de ruido	Construcción, operación - mantenimiento y cierre.	Operación de maquinaria, equipos y vehículos.	Generación de ruido.	Contaminación acústica.	Todos los trabajos que se realicen dentro del área, y que generen ruido deberán realizarse en horas diurnas. No se realizan trabajos ruidos en la noche. Colocar señal en la garita de ingreso sobre horarios de trabajo. Los silenciadores en los vehículos y maquinaria deben estar en perfecto	# de medidas implementadas/# de medidas planificadas*100	Informe de actividades. Fotografía y factura de compra de señal	15/10/26	SEMANAL	$49,60

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						funcionamiento, y será responsabilidad total del responsable del proyecto. A los vehículos y maquinaria se les prohibirá el uso de sirenas u otro tipo de fuentes de ruido innecesarias, para evitar el incremento de los niveles de ruido.					
PMA-13	Programa de prevención de la contaminación atmosférica y control de ruido	Construcción, operación - mantenimiento y cierre.	Utilización de equipos ruidosos.	Generación de ruido.	Contaminación acústica.	En caso de utilizar equipos fijos o móviles generadores de ruido sobre el Límite máximo permisible, se utilizará barreras acústicas, con el fin de ser aislados por una estructura que atenué su efecto de ruido excesivo dentro del área de influencia. Se deberá realizar un análisis y listado de los equipos, maquinaria o cualquier otro elemento a utilizar en la construcción y operación que genere incremento de ruido sobre el LMP.	# equipos aislados / # equipos generadores de ruido sobre LMP * 100	Factura de compra de barreras. Informe de equipos que generen ruido sobre el limite permisible Registro fotográfico	15/10/26	ANUAL	$1.841,02
PMA-14	Programa de prevención de la	Operación - mantenimiento	Operación de equipos eléctricos (inversores,	Generación de ruido.	Contaminación acústica.	Implementar un plan de control de ruido en la fase de operación,	# planes implementados/#	Plan. Informe de Implementación.	15/10/26	SEMESTRAL	$840,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
	contaminación atmosférica y control de ruido		transformadores, generador de respaldo)			garantizando que los niveles se mantengan dentro de los límites máximos permisibles del TULSMA. El generador de respaldo será utilizado únicamente en casos de emergencia o pruebas periódicas, minimizando la exposición acústica.	de planes necesarios*100				
PMA-15	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción.	Desbroce, movimiento de tierras, instalación de infraestructura y mantenimiento	Desbroce de la vegetación.	Pérdida de flora nativa, especies sensibles y reducción de la diversidad florística	Previo al inicio de las actividades constructivas, se deberá realizar la delimitación, señalización y georreferenciación de las áreas autorizadas para intervención y de las zonas de protección ambiental dentro del polígono del proyecto, con especial énfasis en las franjas de protección asociadas a las quebradas y en los remanentes de bosque seco de mayor valor ecológico, estableciendo zonas de exclusión para evitar cualquier afectación a sectores no intervenibles. Se priorizará la conservación de los individuos de	# de áreas de conservación programadas / # áreas de conservación establecidas * 100 # de señales colocadas/# de señales planificadas*100	Informe de la conformación de áreas de conservación. Mapa de ubicación y distribución de áreas de conservación Fotografías	15/10/26	ANUAL	$2.400,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						Handroanthus chrysanthus, Armatocereus cartwrightianus y *Simira ecuadorensis*, así como de las especies nativas estructuralmente dominantes como *Piscidia carthagenensis, Caesalpinia glabrata, Bursera graveolens, Cordia lutea, Loxopterygium huasango* y *Eriotheca ruizii*, evitando su remoción, afectación por desbroce, tránsito de maquinaria, almacenamiento de materiales, aprovechamiento no autorizado o cualquier otra actividad propia del proyecto. Asimismo, se garantizará la conservación de las áreas identificadas en la línea base como prioritarias para la protección y el monitoreo, con el propósito de preservar la composición y funcionalidad del bosque seco, favorecer la regeneración natural					

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						de la cobertura vegetal y mantener la conectividad ecológica del ecosistema.					
PMA-16	Programa de Prevención y Control de Impactos sobre la Flora	Construcción y operación	Operación de maquinaria, almacenamiento de materiales y gestión de residuos	Degradación del hábitat	Afectación de especies vegetales y pérdida de calidad del hábitat	Implementar medidas para minimizar la degradación del hábitat mediante el control del tránsito de maquinaria, restricción del aprovechamiento forestal no autorizado, prevención de incendios, manejo adecuado de residuos y prohibición del almacenamiento de materiales sobre áreas con vegetación nativa.	(# inspecciones sin novedades de afectación a la flora / # inspecciones realizadas) × 100	Actas de inspección, registros de vigilancia, reportes ambientales	Durante construcción y operación	Inspección mensual	2.500 USD/año
PMA-17	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre.	Adecuación del terreno, excavación, limpieza.	Desbroce de la vegetación.	Perdida de la biodiversidad.	Se deberá respetar la vegetación y fauna existente en las franjas ripiaras, por lo cual está terminante prohibido el desbroce de la vegetación en las superficies antes mencionadas y fuera del área constructiva o de instalación de los paneles solares. Para impulsar el implemento de esta medida se colocarán señales que indiquen sobre la prohibición mencionada.	# de señales colocadas/# de señales necesarias*100	Fotografías de las áreas protegidas y de las señales.	15/10/26	DIARIO	$74,70

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						Evitar la remoción innecesaria de vegetación durante los períodos de mayor presencia de especies migratorias.					
PMA-18	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre.	Instalación de faenas.	Ingreso y permanencia de animales domésticos dentro del área de implantación.	Alteración y afectación de la fauna silvestre por depredación, competencia, transmisión de enfermedades y perturbación de su comportamiento natural debido a la presencia de animales domésticos en el área del proyecto.	Se prohíbe mantener dentro del área de implantación del proyecto animales domésticos (perros, gatos) y/u otros que pudieran significar una amenaza para la fauna silvestre de la zona. Se colocará señalética de prohibición de ingreso de animales domésticos en la zona.	# de señales colocadas/# de señales necesarias*100	Fotografías de las de las señales.	15/10/26	ANUAL	$43,20
PMA-19	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre.	Instalación de faenas, operación del parque, estadía del personal.	Introducción de especies exóticas de flora y fauna en el área del proyecto.	Alteración del equilibrio eco sistémico y posible desplazamiento o afectación de especies nativas debido a la presencia de especies exóticas invasoras.	Se evitará la introducción de especies de flora o fauna exóticas ajenas a la zona que puedan representar un peligro potencial para el equilibrio eco sistémico de la zona. Para que la medida se haga efectiva, se colocará una señal indicando esta posición.	# de señales colocadas/# de señales necesarias*100	Fotografías de las de las señales.	15/10/26	ANUAL	$43,20
PMA-20	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre.	Construcción de trochas, caminos y vías internas.	Desbroce de la vegetación.	Perdida de cobertura vegetal	Evitar la construcción de trochas, caminos y vías internas o de acceso sin una adecuada	# de rutas planificadas/# de rutas necesarias*100	Planificación	15/10/26	MENSUAL	$300,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						planificación, evitando afectar en los parches de vegetación y zonas riparias, procurando trazar rutas cortas.					
PMA-21	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción.	Adecuación del terreno, excavación, limpieza.	Intervención de áreas naturales en zonas de quebradas	Alteración de ecosistemas ribereños y aumento en la sedimentación en cuerpos de agua	Establecer una franja de protección de al menos 20 m en los márgenes de las quebradas. Durante la construcción, instalar barreras para evitar el ingreso de materiales.	# de quebradas protegidas/# de quebradas *100	Fotos	15/10/26	MENSUAL	$3.200,00
PMA-22	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción.	Instalación de faenas.	Necesidad de madera para actividades constructivas.	Perdida de vegetación nativa.	Toda la madera que se requiera en la fase constructiva, deberá ser adquirida en aserríos locales que mantengan vigente los permisos correspondientes y que cuenten con la Autorización Administrativa Ambiental respectiva.	# de compras de madera en aserríos/# de compras de madera*100	Facturas. Permisos.	15/10/26	MENSUAL	$60,00
PMA-23	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Operación-mantenimiento	Instalación de faenas, operación del parque, estadía del personal. Presencia de ganado caprino.	Fragmentación del hábitat y pérdida de conectividad ecológica.	Restricción del desplazamiento, aislamiento poblacional y disminución del flujo genético de la mastofauna.	Se implementará y conservará una red de corredores biológicos con franjas de vegetación nativa de mínimo 20 m de ancho, considerando las quebradas, el bosque nativo, los remanentes de vegetación y las áreas de mayor sensibilidad biótica, a fin de	# de corredores implementados/# de corredores planificados*100	Informe, mapas.	15/10/26	ANUAL	$3.275,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						mantener la conectividad ecológica y facilitar el desplazamiento de la fauna silvestre.Esta red de corredores incluye un área núcleo (bosque nativo paralelo al rio Chira en donde dejar{a al maneos un corredor de 20 m entre el cerramiento y el bosque adyacente), los siguientes corredores primarios: CP-01: Inicio (586379.37; 9521855.41), Final (587543.51; 9520908.89); CP-02: Inicio (586463.08; 9521240.09), Final (587543.51; 9520908.89); CP-03: Inicio (586652.24; 9520972.22), Final (587095.23; 9519174.91); CP-04: Inicio (586362.53; 9520967.39), Final (587095.23; 9519174.91); CP-05: Inicio (586262.73; 9520829.86), Final (587095.23; 9519174.91); CP-06: Inicio (586156.82;					

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						9520445.44), Final (587095.23; 9519174.91); CP-07: Inicio (586012.45; 9520197.78), Final (587095.23; 9519174.91); CP-08: Inicio (585871.59; 9520039.13), Final (586527.29; 9518938.41); CP-09: Inicio (585789.41; 9519921.69), Final (586527.29; 9518938.41); CP-10: Inicio (585592.98; 9519587.82), Final (586387.59; 9518758.36); y los siguientes corredores secundarios: CS-01: Inicio (587021.60; 9521724.08), Final (587283.04; 9521611.65); CS-02: Inicio (586684.76; 9521876.93), Final (586782.90; 9521731.28); CS-03: Inicio (586451.38; 9521534.33), Final (586673.99; 9521657.47); CS-04: Inicio (586593.12; 9521041.41), Final (587031.55;					

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						9521177.05); CS-05: Inicio (586797.97; 9520939.13), Final (586889.75; 9521099.25); CS-06: Inicio (586907.96; 9520991.95), Final (587421.35; 9520945.29); CS-07: Inicio (586970.50; 9520908.01), Final (587074.21; 9520995.19); y CS-08: Inicio (587099.12; 9520894.76), Final (587465.25; 9520636.29). La ubicación y trazado de esta red se presentan en el mapa de delimitación de corredores biológicos del proyecto.					
PMA-24	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre.	Mantenimiento.	Control de maleza.	Contaminación del suelo y agua	Los controles de maleza se realizarán con herramientas manuales o equipos como desbrozadoras o desmalezadoras. En caso de utilizar herbicidas como sistemas de control de maleza, estos herbicidas no serán aquellos categorizados como "Ia" (extremadamente peligroso), "Ib"	# de herbicidas amigables/# de herbicidas*100	Facturas.	15/10/26	MENSUAL	$698,40

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						(altamente peligroso) y clase "II" (moderadamente peligroso).					
PMA-25	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Transporte.	Riesgo de atropellamiento y desplazamiento	Perdida de la biodiversidad.	Se implementará un sistema integral de señalética ambiental y vial interna dentro del área del proyecto, orientado a la protección de la biodiversidad y la prevención de impactos sobre la fauna. Esta medida contemplará la delimitación e identificación de corredores biológicos, áreas de monitoreo y zonas ambientalmente sensibles mediante señalética visible y adecuada, así como la instalación de avisos para la reducción de ruido en sectores críticos. Adicionalmente, se establecerá y señalizará un límite máximo de velocidad de 10 km/h en estos tramos, incorporando señalización preventiva (cruce de fauna, zonas de precaución y control de velocidad) con el fin de disminuir el riesgo de	# de señales colocadas/# de señales necesarias*100	Registros fotográficos.	15/10/26	ANUAL	$99,20

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						atropellamiento de especies silvestres. Como complemento, se implementarán pasos de fauna en los caminos internos del proyecto fotovoltaico, diseñados en función de las características del terreno y de las especies presentes, favoreciendo la conectividad ecológica. Toda la señalética y las estructuras asociadas serán instaladas en puntos estratégicos, con materiales durables y alta visibilidad, y estarán sujetas a mantenimiento periódico.					
PMA-26	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Instalación de cerramientos perimetrales	Fragmentación del hábitat	Interrupción de corredores biológicos y aislamiento de fauna	Implementar el diseño de cerramientos amigables con la fauna mediante la instalación de cercas vivas o estructuras permeables que permitan el paso de fauna pequeña y mediana, incorporando aperturas de al menos 50 x 50 cm en la base de las mallas. Esta medida evitará el aislamiento de poblaciones, garantizando la	Nro. de tramos de cerramiento con pasos de fauna / Nro. total de tramos instalados * 100	Diseños. Registros fotográficos.	15/10/26	ANUAL	$600,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						conectividad ecológica y el flujo natural de fauna dentro del área del proyecto.					
PMA-27	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Mantenimiento preventivo.	Generación de contaminantes.	Contaminación del agua. Perdida de la biodiversidad acuática.	Establecer la prohibición expresa del lavado de equipos, maquinaria, herramientas y materiales dentro de áreas ambientalmente sensibles, especialmente en las proximidades de cuerpos de agua (ríos, quebradas, drenajes naturales y zonas inundables), con el fin de prevenir la contaminación por hidrocarburos, sedimentos, detergentes u otras sustancias. Esta medida será reforzada mediante señalética visible, capacitación al personal y supervisión periódica.	# de señales colocadas/# de señales necesarias*100	Registros fotográficos.	15/10/26	ANUAL	$100,00
PMA-28	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Desbroce.	Manipulación de vida silvestre.	Daños a la biodiversidad biótica.	Establecer la prohibición expresa de la manipulación, captura, traslado o cualquier tipo de intervención sobre la vida silvestre dentro del área del proyecto por parte de personal no autorizado. Únicamente	# de socializaciones realizadas/# de socializaciones planificadas*100	Registros de socializaciones.	15/10/26	ANUAL	$100,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						el personal calificado, como biólogos y, de ser necesario según la actividad, médicos veterinarios, podrá realizar estas acciones, en el marco de actividades debidamente justificadas como rescate, manejo o monitoreo de fauna. Esta medida será socializada a todo el personal mediante capacitaciones y reforzada con supervisión en campo.					
PMA-29	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Estadía del personal.	Utilización de luminarias.	Contaminación lumínica. Afectación de poblaciones de fauna con hábitos nocturnos.	Se evitará la iluminación artificial innecesaria durante la noche para no afectar los ciclos de vida de insectos nocturnos y otros individuos de fauna con hábitos nocturnos. En los casos en los que es indispensable la iluminación, se utilizará tecnología LED de baja intensidad y dirigidas hacia el suelo para evitar la desorientación de murciélagos y otros animales nocturnos. Para que la medida se	# de señales colocadas/# de señales*100	Registros fotográficos.	15/10/26	ANUAL	$64,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						haga efectiva, se colocará una señal.					
PMA-30	Programa de la prevención de impactos en Flora y Fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Desbroce, monvimiento de tierra.	Afectación a especies de interés para la conservación.	Disminución de poblaciones de especies sensibles y alteración de sus hábitats críticos.	Implementar medidas específicas para la conservación de *Lonchophylla hesperia*, mediante la protección estricta de cuevas y grietas rocosas, evitando la remoción de cobertura vegetal que constituya fuente de alimento y promoviendo la siembra de especies florales nativas en áreas de compensación. Para *Lycalopex sechurae*, mantener corredores ecológicos y ejecutar programas de educación ambiental dirigidos a trabajadores y comunidades para evitar su caza o persecución. Además, establecer mecanismos de regulación y educación ambiental para reducir los impactos derivados de la ganadería extensiva, la tala no planificada y la expansión agrícola.	# de medids implementadas/# de medidas pplanificadas*100	Informem Registros fotográficos.	16/10/26	SEMANAL	$1.000,00
PMA-31	Programa del control de	Construcción, operación -	Estadía del personal.	Generación de aguas residuales.	Contaminación del agua y suelo.	Para el manejo de las aguas residuales	# de unidades sanitarias y	Fotos. Registros de mantenimiento.	15/10/26	ANUAL	$3.742,66

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
	impactos al agua y suelo	mantenimiento y cierre.				generadas por el personal durante las distintas fases del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, se implementará un sistema de saneamiento compuesto por baterías sanitarias portátiles conectadas a un biodigestor prefabricado de polietileno. Este sistema permite el tratamiento eficiente de los efluentes mediante procesos de sedimentación y digestión anaerobia, reduciendo la carga orgánica, sólidos y patógenos. El efluente tratado podrá ser dispuesto de forma segura o reutilizado, siempre que cumpla con los parámetros permisibles establecidos en la normativa vigente. Se establece de manera expresa que no se permitirá la descarga de aguas residuales, tratadas o no tratadas, en los cuerpos de agua permanentes identificados dentro del área del proyecto,	biodigestores instalados/# unidades sanitarias y biodigestores necesarios*100				

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						debido a su alta sensibilidad y a su función como bebederos de fauna silvestre. Se garantizará el mantenimiento periódico del sistema, incluyendo la limpieza y control de su funcionamiento.					
PMA-32	Programa del control de impactos al agua y suelo	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Instalación de faenas, estadía de personal, construcción de subestación, mantenimiento.	Uso irracional del agua.	Escases de líquido vital.	Se implementarán medidas para el uso eficiente y ahorro de agua durante todas las fases del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, incluyendo la instalación de dispositivos ahorradores, la reutilización de agua (cuando sea viable) y la sensibilización del personal. El consumo será monitoreado periódicamente para establecer indicadores de eficiencia y aplicar medidas correctivas si es necesario.	# de acciones implementadas/# de acciones planificadas*100	Registros de consumo	15/10/26	MENSUAL	$331,90
PMA-33	Programa del control de impactos al agua y suelo	Operación - mantenimiento.	Limpieza de paneles solares.	Uso irracional del agua.	Escases de líquido vital.	En vista que la limpieza y el mantenimiento de los módulos fotovoltaicos serán ejecutados por una empresa especializada contratada	# de acciones implementadas/# de acciones planificadas*100	Contrato de prestación del servicio; análisis de calidad del agua; autorización o documentación que	15/10/26	MENSUAL	$360,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						por el operador del proyecto; previamente al inicio de estas actividades, el contratista deberá presentar la identificación de la fuente de abastecimiento de agua, los análisis que demuestren su calidad e idoneidad para la limpieza de los paneles y la documentación que acredite el origen legal del recurso hídrico, incluyendo la Autorización de Aprovechamiento Productivo del Agua emitida por el Ministerio de Ambiente y Energía, cuando corresponda. Las actividades se realizarán aplicando criterios de uso eficiente del agua, evitando el empleo de productos químicos que puedan generar contaminación y manteniendo los respectivos registros de ejecución y control.		acredite el origen legal del recurso hídrico; registros de limpieza y mantenimiento; y registro fotográfico georreferenciado y fechado (Metadata).			
PMA-34	Programa del control de	Construcción.	Excavación y movimiento de tierra.	Generación de escombros y	Contaminación del agua por arrastre	El material inerte resultante de las actividades como el	Nº de m3 de escombros retirados/	Fotografías de almacenamiento temporal.	15/10/26	MENSUAL	$74,40

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
	impactos al agua y suelo			materiales de construcción.	de sedimentos, y suelo. Erosión.	movimiento de tierra, y que no se vaya a utilizar en rellenos en el área del proyecto, no deberá permanecer más de 15 días dentro del área de influencia; con el fin de evitar el arrastre de solidos desde los montículos hacia los cuerpos de agua; esté deberá ser utilizados en relleno dentro de la obra o depositados en una escombrera previamente diseñada y autorizada. El suelo orgánico resultante de excavaciones será almacenado en un área específica del proyecto para su posterior uso en la restauración de áreas degradadas. Está terminantemente prohibido el disponer material de construcción o escombros en las quebradas ya sea del área de influencia directa o indirecta del proyecto (colocar señal de prohibición).	Nº de m3 de escombros Originados * 100	Autorización de la escombrera Informe de almacenamiento de suelo orgánico. Fotografías y factura de compra de señal.			

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
PMA-35	Programa del control de impactos al agua y suelo	Construcción	Movimiento de tierras, nivelación, excavación	Remoción de suelo, exposición de superficies	Erosión del suelo, arrastre de sedimentos	Se implementará un sistema de drenaje pluvial mediante la construcción de cunetas en escombreras y áreas con pendientes, diseñadas hidráulicamente para la captación, conducción y evacuación controlada de las aguas de escorrentía superficial, evitando su acumulación y reduciendo la velocidad del flujo. Estas estructuras serán dimensionadas en función de las condiciones topográficas y pluviométricas del sitio, e incorporarán medidas de disipación de energía y protección contra erosión.	# de m de drenajes construidos/# de m de drenajes necesarios*100	Planos de implementación. Registro fotográfico.	16/10/26	ANUAL	$4.500,00
PMA-36	Programa del control de impactos al agua y suelo	Operación - mantenimiento y cierre	Movimiento de tierras, nivelación, excavación. Pastoreo.	Remoción de suelo, exposición de superficies. Generación de estiércol.	Erosión del suelo, arrastre de sedimentos. Contaminación del agua.	Durante la fase de operación, se garantizará el mantenimiento periódico de los sistemas de drenaje construidos, así como de los cauces naturales presentes en el área del proyecto (incluyendo las quebradas efímeras), asegurando que	# de m de drenajes construidos/# de m de drenajes necesarios*101	Plan de mantenimiento. Registros.	16/10/26	SEMESTRAL	$2.300,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						permanezcan libres de material vegetal, sedimentos, residuos sólidos y residuos orgánicos que puedan obstruir el flujo hidráulico. Para este fin, se implementará un plan de limpieza y mantenimiento, el cual será ejecutado de manera semestral, priorizando su aplicación antes del inicio de la época de precipitaciones intensas, con el objetivo de preservar la funcionalidad de los sistemas de drenaje y prevenir procesos de inundación o erosión.					
PMA-37	Programa del control de impactos al agua y suelo	Operación - mantenimiento y cierre	Movimiento de tierras, nivelación, excavación. Pastoreo.	Remoción de suelo, exposición de superficies. Generación de estiércol.	Erosión del suelo, arrastre de sedimentos. Contaminación del agua.	En zonas con elevada pendiente y en áreas ribereñas que presenten cobertura vegetal insuficiente o degradada, donde exista riesgo de arrastre de sedimentos y residuos orgánicos hacia los cuerpos hídricos, se implementarán barreras temporales, biobarreras y franjas de vegetación (buffer) con especies nativas. Estas se	# de m de barreras instaladas/# de m de riberas desprotegidas*100	Registros fotográficos. Informe de implementación.	16/10/26	ANUAL	$3.700,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						establecerán a lo largo de los márgenes de los cuerpos de agua y en puntos críticos de escorrentía, con el propósito de actuar como filtros naturales que retengan sedimentos, nutrientes y materia orgánica derivados de las actividades pecuarias. Las franjas deberán diseñarse con un ancho acorde a la pendiente y condiciones del terreno, empleando especies locales de rápido crecimiento y alta densidad, que favorezcan la infiltración, disminuyan la velocidad del flujo superficial y contribuyan a la estabilización del suelo. Se garantizará su mantenimiento mediante riego inicial, reposición de plantas y control de malezas, asegurando su funcionalidad continua en la protección de la calidad del agua y la reducción de procesos erosivos.					

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
PMA-38	Programa del control de impactos al agua y suelo	Construcción, Operación - mantenimiento y cierre	Pastoreo caprino dentro del área de implementación del proyecto.	Producción de residuos orgánicos (estiércol).	Contaminación de agua por escorrentía y lixiviados.	Con el fin de controlar la generación de estiércol animal dentro del área de implementación del proyecto y prevenir daños a la infraestructura ocasionados por el comportamiento del ganado, se restringirá el pastoreo caprino en el área de influencia directa, mediante la instalación y mantenimiento de señalética visible que indique la prohibición de ingreso de animales al área del proyecto fotovoltaico. Previo a la aplicación de esta medida, se llevará a cabo un proceso de socialización con las comunidades locales potencialmente afectadas, a fin de informar sobre su alcance, recoger observaciones y prevenir posibles impactos sociales significativos. En función de estos espacios de diálogo, se establecerán medidas de mitigación adecuadas,	# de señales colocadas/# de señales necesarias*100. # de socializaciones ejecutadas/# de socializaciones planificadas*100.	Registros fotográficos. Actas de compromiso.	16/10/26	ANUAL	$180,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						tales como la definición de áreas alternativas de pastoreo o acuerdos comunitarios, garantizando así la viabilidad social de la medida y su implementación efectiva.					
PMA-39	Programa del control de impactos al agua, suelo y aire	Construcción.	Movimiento de tierras, nivelación, excavación.	Remoción de suelo, exposición de superficies. Generación de polvo.	Erosión del suelo, arrastre de sedimentos; Contaminación del aire.	En las áreas de depósito temporal de suelo, se emplearán coberturas temporales, tales como mantas orgánicas, geo textiles o mulch, que permitan disminuir el impacto de la lluvia directa, reducir la escorrentía superficial y evitar la pérdida de material fino por acciones del viento.	# de áreas cubiertas/# de áreas de depósito temporal*100	Registro fotográfico.	16/10/26	MENSUAL	$2.301,00
PMA-40	Programa del control de impactos al agua y suelo	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manipulación de sustancias y/o desechos peligrosos.	Derrame por manipulación de sustancias y/o desechos peligrosos.	Contaminación del agua y suelo por sustancias y/o desechos peligrosos.	Todas las áreas en donde se manipule o almacene sustancias y/o desechos de tipo peligrosos, deben estar debidamente impermeabilizadas, y conectadas a través de un sistema de alcantarillado único e independiente a sistema de contención de	N° sistemas de contención construidas/N° de sistemas de contención programadas *100.	Fotografías. Informe de adecuación de trampas de grasa	15/10/26	ANUAL	$749,90

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						hidrocarburos o separador API.					
PMA-41	Programa del control de impactos al agua y suelo	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manipulación de sustancias y/o desechos peligrosos.	Derrame por manipulación de sustancias y/o desechos peligrosos.	Contaminación del agua y suelo por sustancias y/o desechos peligrosos.	En caso de realizar el abastecimiento de combustibles a la maquinaria y el abastecimiento a equipos como generadores del proyecto, se colocará una protección impermeabilizante (bandeja de contención) en la zona de manipulación; esto con el fin de evitar que por efectos goteos o derrames puedan contaminar el suelo.	N° de bandejas de contención utilizados/N° de bandejas de contención programadas *100.	Fotografías. Factura de compra Informe de uso de bandejas de contención.	15/10/26	MENSUAL	$240,00
PMA-42	Programa de prevención del componente Arqueológico	Construcción y cierre.	Actividades de excavaciones en general.	Riesgo de afectaciones por actividades de excavaciones en general.	Perdida de patrimonio cultural.	Este programa se implementará en caso de identificar restos arqueológicos en el Área de influencia directa del proyecto y de todos sus componentes, durante las fase constructiva y en las actividades de excavación: Permiso de Investigación: - Inicialmente se deberá solicitar un permiso de investigación para la prospección	# permisos obtenidos / # permisos programados * 100	Informe de la identificación y notificación respectiva de restos arqueológicos	15/10/26	ANUAL	$6.000,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						arqueológica y a partir de los resultados de la misma se deberá solicitar la autorización para el rescate. El permiso de investigación, deberá ser gestionado por un arqueólogo acreditado en el registro de profesionales del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural INPC. - A la par de la preparación de la propuesta y de la obtención del permiso por parte del INPC, será necesario contar con el personal de apoyo y cumplir con todos los requisitos de seguridad requeridos para el ingreso al campo. Prospección Arqueológica: - Se trata de un estudio inicial que deberá realizarse antes de cualquier tipo de movimiento de suelo y responde a la necesidad de evitar pérdidas de información y formular estrategias de mitigación					

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						de impactos para potenciales sitios arqueológicos que se encuentren durante el desarrollo de la obra. Se deberán realizar dos tipos de examen, en la superficie y el subsuelo. En esta etapa de investigación, deberá identificarse la sensibilidad arqueológica del área intervenida. En el caso de tratarse de sitios arqueológicos monumentales se deberá reportar al INPC para establecer su manejo más adecuado, será necesario recomendar medidas de protección del bien que incluyan un área de amortiguamiento del impacto. Rescate Arqueológico: - El término rescate arqueológico se utiliza para realizar una excavación en una escala moderada en un sitio arqueológico, antes de que este sea destruido por una obra de infraestructura.					

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						Monitoreo Arqueológico: - Durante las actividades de excavación y en caso de identificar restos arqueológicos, se deberá contar con un equipo conformado por dos Arqueólogos que realizarán el monitoreo respectivo: Durante el monitoreo del área a intervenirse, se supervisará el movimiento de suelos, para lo cual, se establecerá una comunicación adecuada entre el equipo de excavación y el equipo de arqueología a fin de que este suspenda sus actividades cuando se visualicen vestigios culturales, lo que permitirá el rescate sistemático de los mismos de acuerdo a la metodología presentada para el rescate arqueológico. Cierre: - Es la etapa final del programa de investigación arqueológica,					

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						comprende las siguientes actividades: • Redacción y entrega del informe final de investigación al Instituto Nacional de Patrimonio cultural. • Embalaje e inventario de materiales culturales a ser entregados al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. • Obtención del dictamen de conformidad por parte del INPC.					

14.3. Plan de contingencias.

El objetivo de este plan es establecer acciones para enfrentar accidentes y emergencias en la infraestructura durante las diferentes etapas del proyecto, considerando los riesgos endógenos y exógenos identificados; así como implementar un programa anual de simulacros que fortalezcan la preparación y respuesta del personal involucrado.

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
PMA-43	Programa de respuesta ante derrame de hidrocarburos	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manipulación de sustancias y desechos peligrosos.	Derrame de sustancias y/o desechos peligrosos	Contaminación del suelo y/o agua por hidrocarburos.	En las zonas del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba donde se almacenen hidrocarburos, desechos peligrosos, o se ubiquen equipos y motores de combustión o generadores, se deberá disponer y mantener de un kit de respuesta para derrames. Este kit deberá contar, como mínimo, con paños	# de kits/# de bodegas de sustancias y desechos peligrosos*100.	Fotografías Factura de compra de Kit Informe de ubicación de KIT	15/10/26	TRIMESTRAL	$350,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						absorbentes para la limpieza de derrames menores y localizados, mangas absorbentes para contener el derrame, fundas plásticas herméticas para la disposición segura de los residuos generados, y el equipo de protección personal necesario para garantizar la seguridad del personal durante la intervención.					
PMA-44	Programa de respuesta ante derrame de hidrocarburos	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manipulación de sustancias y desechos peligrosos.	Derrame de sustancias o desechos peligrosos.	Contaminación del suelo.	Se elaborará y pondrá en práctica un procedimiento específico para la gestión integral de derrames de hidrocarburos y sustancias peligrosas. Este procedimiento incluirá: la identificación inmediata del derrame, contención rápida mediante los materiales del kit de respuesta (paños y mangas absorbentes), la limpieza segura del área afectada, y la correcta disposición de los residuos generados. En caso de que el derrame afecte el suelo y sea necesaria una remediación ambiental, se deberá cumplir estrictamente con lo establecido en el Código Orgánico del Ambiente (COA) y su reglamento, adoptando las técnicas y medidas necesarias para la restauración del área impactada. El procedimiento contemplará además la capacitación del personal, registro documental de incidentes y	(N° de m^3 de suelo remediado/ N° de m^3 de suelo contaminado) *100.	Procedimiento sobre manejo de derrames. Informes y registro de remediación.	15/10/26	DIARIO	$600,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						acciones correctivas para minimizar riesgos futuros.					
PMA-45	Programa de respuesta ante derrame de hidrocarburos	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manipulación de sustancias y desechos peligrosos.	Derrame de sustancias o desechos peligrosos.	Contaminación del suelo y agua, Afectaciones a la salud y seguridad del personal.	Se deberá contar con un Plan de Contingencias, en el cual se establezcan las acciones específicas a ejecutar ante la eventualidad de un derrame de sustancias o desechos peligrosos. Este plan deberá ser implementado, actualizado y evaluado periódicamente mediante la realización de simulacros. Los resultados de dichos simulacros deberán ser documentados y los registros estarán disponibles para inspección por parte de la Autoridad Ambiental. La frecuencia mínima para la realización de estos simulacros será anual.	# de actividades implementadas/# de actividades planificadas*100. (N° de simulacros realizados/N° de simulacros planificados) *100	Plan de contingencias formulado y aprobado. Registro fotográfico. Informe de simulacro.	15/10/26	ANUAL	$230,00
PMA-46	Programa de respuesta ante derrame de hidrocarburos	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manipulación de sustancias y desechos peligrosos.	Derrame de sustancias o desechos peligrosos.	Contaminación del suelo y agua, Afectaciones a la salud y seguridad del personal.	En cada fase del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se conformará una Brigada de Respuesta ante Derrames de Sustancias Peligrosas, integrado por personal capacitado específicamente para la gestión eficiente y segura de estos eventos.	# de comités conformados/# de comités planificados*100.	Acta	15/10/26	ANUAL	$80,00
PMA-47	Programa de control de incendios	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Almacenamiento y manipulación de sustancias inflamables.	Riesgo de incendios.	Daños a la salud y a la infraestructura. Perdida de la biodiversidad.	Se deberá contar con un Plan de Contingencias que detalle las acciones específicas a ejecutar en caso de incendio, estructurado en secciones claras que incluyan: introducción, firma de responsabilidades, análisis de riesgos, recursos disponibles,	# planes de emergencia diseñado / # planes de emergencia programado x 100.	Copia de Plan Registro de inducción	15/10/26	ANUAL	$230,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						conformación de brigadas, áreas de intervención, números de contacto de instituciones de emergencia, mapas de evacuación y medidas contingentes, entre otros elementos que puedan ser incorporados conforme a las directrices vigentes. Este plan será difundido a todo el personal mediante un proceso de inducción, garantizando así su conocimiento y adecuada aplicación durante las diferentes fases del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba.					
PMA-48	Programa de control de incendios	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Uso de combustibles y energía eléctrica.	Riesgo de incendios	Daños a la salud y a la infraestructura. Perdida de la biodiversidad.	Todos los motores de combustión interna estacionarios deberán tener conexión a tierra. Se realizará un protocolo de mantenimiento detallado de todos los componentes mecánicos que conforman los sistemas de aprovisionamiento, almacenamiento, control y distribución de energía eléctrica.	(N° de protocolos de mantenimiento realizado/ N° de protocolos de mantenimiento planificados) *100.	Fotografías de conexión a tierra Protocolo de mantenimiento.	15/10/26	ANUAL	$360,00
PMA-49	Programa de control de incendios	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Almacenamiento y manipulación de sustancias inflamables.	Riesgo de incendios.	Daños a la salud y a la infraestructura. Perdida de la biodiversidad.	En todas las instalaciones del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, especialmente en las áreas de almacenamiento de sustancias y/o desechos peligrosos, se deberá contar como mínimo con dos extintores de polvo químico de 10 libras, en perfecto estado de funcionamiento. Se llevarán registros detallados de las verificaciones y mantenimientos realizados a cada extintor.	#de extintores colocados/# de extintores necesarios*100.	Fotografías. Matriz de seguimiento. Copia del servicio de recarga.	15/10/26	ANUAL	$240,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						Asimismo, cada vehículo y maquinaria deberá estar equipado con un extintor de polvo químico de 5 libras, garantizando que todos los equipos se mantengan operativos y listos para su uso en caso de emergencia.					
PMA-50	Programa de control de incendios	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manipulación de sustancias peligrosas.	Riesgo de incendios.	Daños a la salud y a la infraestructura. Perdida de la biodiversidad.	En caso que se realice la operación de carga/descarga de combustibles se la hará con conexión a tierra y mediante el uso de elementos antiestáticos.	(N° de descargas con conexión a tierra/N° de descargas) *100.	Registro fotográfico. Informe de la actividad	15/10/26	SEMANAL	$120,00
PMA-51	Programa de control de incendios	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Instalación de facilidades temporales	Riesgo de incendios.	Daños a la salud y a la infraestructura. Perdida de la biodiversidad.	Se deberá solicitar que todas las instalaciones serán inspeccionadas y certificadas anualmente por representantes del Cuerpo de Bomberos según corresponda a la jurisdicción.	(N° de inspección y certificaciones realizadas/N° de inspección y certificaciones planificadas) *100.	Oficio de solicitud de inspección. Certificado del cuerpo de bomberos.	15/10/26	ANUAL	$80,00
PMA-52	Programa de control de incendios	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manipulación de sustancias peligrosas.	Riesgo de incendios.	Daños a la salud y a la infraestructura. Perdida de la biodiversidad.	El programa de respuesta ante un incendio debe ser implementado, mantenido, y evaluado periódicamente a través de simulacros. Los simulacros deberán ser documentados y sus registros estarán disponibles para la Autoridad Ambiental Competente.	(N° de simulacros ejecutados/N° de simulacros planificados) *100	Informe de simulacros, fotografías	15/10/26	SEMESTRAL	$230,00
PMA-53	Programa de control de incendios	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Almacenamiento y manipulación de sustancias inflamables.	Riesgo de incendios forestales en zonas de vegetación nativa.	Pérdida de cobertura vegetal nativa y afectación a la biodiversidad asociada a zonas de quebradas	Diseñar e implementar un Plan de Prevención y Control de Incendios Forestales, que incluya: - Zonificación de áreas de riesgo. - Instalación y mantenimiento de cortafuegos. - Manejo y limpieza de vegetación seca.	# de acciones implementadas/# de acciones planificadas*100	Informe de implementación del plan. Registros fotográficos. Listas de asistencia.	15/10/26	ANUAL	$1.500,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						- Restricción de actividades con fuego. - Capacitación del personal. - Equipamiento básico para primera respuesta. - Coordinación con autoridades locales. - Procedimiento de atención de emergencias. - Plan de restauración post-incendio.		Registro de inspecciones			
PMA-54	Programa de control de incendios	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Almacenamiento y manipulación de sustancias inflamables.	Riesgo de incendios	Daños a la salud y a la infraestructura. Perdida de la biodiversidad.	En cada fase del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se conformará unas Brigada de Respuesta ante contados de incendios, integrado por personal capacitado específicamente para la gestión eficiente y segura de estos eventos.	# de comités conformados/# de comités planificados*100.	Acta	15/10/26	ANUAL	$80,00
PMA-55	Programa de respuesta ante accidentes laborales	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Riesgo de accidentes laborales que pueden afectar la salud y vida del personal, así como la posible generación de situaciones de emergencia que comprometan la operación segura del proyecto y el ambiente laboral.	Daños a la salud del personal.	Se deberá contar con un Plan de Prevención de Riesgos Laborales (PPR) actualizado y aprobado por la autoridad competente, el cual estará alineado con el Plan de Contingencias del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. En el área de intervención, se deberá elaborar, mantener y ejecutar un protocolo de actuación específico para responder ante accidentes que pongan en riesgo la vida del personal. Este protocolo incluirá la disponibilidad y mantenimiento de las facilidades necesarias para la atención inmediata y adecuada de posibles lesionados, garantizando	# de acciones implementadas/# de acciones planificadas*	Plan de Prevención de accidentes. Protocolo de actuación. Informe de implementación.	15/10/26	ANUAL	$1.500,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						una respuesta eficaz y segura ante emergencias laborales.					
PMA-56	Programa de respuesta ante accidentes laborales	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Accidentes laborales. Causados por las condiciones de sitio de trabajo y sus actividades	Daños a la salud del personal.	Se deberá dotar de todos los EPP y RT en base a los puestos de trabajo y riesgos a los que están expuestos los trabajadores. Se realizará el control permanente de uso adecuado.	(N° de accidentes atendidos /N° de accidentes suscitados*100).	Registros de entrega de EPP	15/10/26	SEMESTRAL	$1.700,00
PMA-57	Programa de respuesta ante accidentes laborales	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Riesgos de accidentes laborales. Causados por las condiciones de sitio de trabajo y sus actividades	Daños a la salud del personal.	En un sitio visible, se mantendrá los números telefónicos de las entidades de emergencias más cercanas al área de implementación del proyecto. • ECU 911	N° de señales colocadas/N° de señales planificadas *100.	Fotografía. Factura de compra de señal.	15/10/26	ANUAL	$38,40
PMA-58	Programa de respuesta ante accidentes laborales	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Riesgos de accidentes laborales. Causados por las condiciones de sitio de trabajo y sus actividades	Daños a la salud del personal.	Para actuar en accidentes de menor riesgo, se mantendrán botiquines completos de tipo portátil y equipos para rescate accesibles y en buen estado en todas las áreas de trabajo del proyecto (incluir señal de ubicación) y en cada maquinaria con el fin de dar primeros auxilios al accidentado. Semestralmente se deberá dar el seguimiento a los implementos y ubicación adecuada del botiquín.	#de botiquines colocados/#de botiquines planificados*100.	Fotografías y facturas de compra de implementos y señal. Matriz de seguimiento	15/10/26	SEMESTRAL	$310,00
PMA-59	Programa de respuesta ante accidentes laborales	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Riesgos de accidentes laborales por condiciones de sitio de trabajo	Afectaciones a la salud y seguridad del personal.	El programa de respuesta ante un accidente debe ser implementado, mantenido, y evaluado periódicamente a través de simulacros. Los simulacros deberán ser documentados y sus registros	(N° de simulacros ejecutados/N° de simulacros planificados) *100.	Informe de simulacros	15/10/26	SEMESTRAL	$230,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
				y sus actividades		estarán disponibles para la Autoridad Ambiental Competente.					
PMA-60	Programa de respuesta ante accidentes laborales	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Acciones sub estándar.	Afectaciones a la salud y seguridad del personal.	En cada fase del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se conformará una brigada de Respuesta ante accidentes laborales, integrado por personal capacitado específicamente para la gestión eficiente y segura de estos eventos.	# de comités conformados/# de comités planificados*100.	Acta	15/10/26	ANUAL	$80,00
PMA-61	Programa de respuesta ante accidentes laborales	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Estadía de personal	Riesgo de accidentes por fallos en el sistema de comunicación interna en el área de operación.	Afectaciones a la salud y seguridad del personal.	Establecer sistemas de comunicación interna para reportar accidentes rápidamente (radios, teléfonos, señales).	# de sistemas implementados/# de sistemas planificados*100	Acta	15/10/26	ANUAL	$650,00
PMA-62	Programa de respuesta ante desastres naturales y evacuación del personal	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Estadía de personal	Riesgo por ocurrencia de desastres naturales.	Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores.	Se deberá contar con un Plan de Contingencias, en el cual se establezcan las acciones específicas a ejecutar ante la eventualidad de un desastre natural y posterior evacuación del personal. Este plan deberá ser implementado, actualizado y evaluado periódicamente.	# planes de contingencia elaborados / # planes de contingencia programados* 100.	Plan de contingencias	15/10/26	ANUAL	$230,00
PMA-63	Programa de respuesta ante desastres naturales y evacuación del personal	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Instalación de facilidades temporales, operación del parque fotovoltaico.	Riesgo por ocurrencia de desastres naturales.	Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores.	Se deberá identificar y señalizar las áreas seguras, así como las rutas de evacuación directas. Esto se realizará conforme la Norma INEN 3864 de Señales, Colores y Símbolos de Seguridad. Se deberá colocar señales de tipo: peligro, advertencia, restricción y	(N° de señales colocadas/N° de señales necesarias) *100.	Facturas de señales, Registros fotográficos. Informe de ubicación de señales.	15/10/26	ANUAL	$124,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						salvamento: • Uso obligatorio de EPP • Peligro – riesgo eléctrico. • Ubicación de extintor – Uso de extintor. • Ubicación de botiquín. • Ecu 911. • Salidas de emergencia. • Rutas de evacuación. • Puntos de encuentro.					
PMA-64	Programa de respuesta ante desastres naturales y evacuación del personal	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Estadía del personal.	Riesgo por ocurrencia de desastres naturales.	Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores.	Se debe realizar por lo menos un simulacro de evacuación cada seis meses, delegando responsabilidades y evaluando la metodología.	(N° de simulacros ejecutados/N° de simulacros planificados) *100.	Informe de simulacros	15/10/26	SEMESTRAL	$230,00
PMA-65	Programa de respuesta ante desastres naturales y evacuación del personal	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Instalación de facilidades temporales, operación del parque fotovoltaico.	Riesgo por inundaciones y lluvias intensas	Daños a infraestructura, anegamientos, riesgos para el personal	Elevar y reforzar caminos y áreas de almacenamiento; limpiar zanjas y drenajes; establecer rutas de evacuación internas.	# de acciones implementadas/# de acciones planificadas*100	Registros fotográficos	15/10/26	SEMESTRAL	$1.350,00
PMA-66	Programa de respuesta ante desastres naturales y evacuación del personal	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Instalación de facilidades temporales, operación del parque fotovoltaico.	Falta de información, retrasos en evacuación por mala comunicación y alertas.	Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores.	Mantener canales de comunicación activos; coordinar con autoridades y sistemas de alerta temprana.	# de sistemas activos/# de sistemas necesarios*100	Informes.	15/10/26	DIARIO	$80,00
PMA-67	Programa de respuesta ante desastres naturales y evacuación del personal	Operación - mantenimiento	Instalación de facilidades temporales, operación del parque fotovoltaico.	Riesgo por ocurrencia de desastres naturales.	Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores.	Se elaborarán y colocarán mapas de evacuación en las instalaciones del proyecto. Los mapas deben ser en idioma claro, entendible y visible al público. Dependiendo del área	# mapas elaborados / # mapas programados * 100 N° de accidentes	Copia de mapa Copia de protocolo Registros de accidentes.	15/10/26	ANUAL	$34,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						donde sean instalados su tamaño podría variar de A4 a A2.	atendidos /N° de accidentes suscitados*100.	Registros de atención			
PMA-68	Programa de prevención de accidente y control del tránsito	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Transporte	Instalación y operación de señalización temporal en vías internas y externas del proyecto.	Riesgo de accidentes de tránsito y atropellamientos por falta de señalización adecuada en zonas de intervención, lo que puede afectar la seguridad del personal, comunidades cercanas y usuarios de las vías.	El presente programa es de implementación directa en las vías de circulación externas e internas de acceso al proyecto: Actividades: • Colocación de vallas móviles • Colocación de conos de seguridad • Colocación de cintas de seguridad y Delineadores Tubulares (balizas temporales). • Tanquetas o Canecas • Paletas pare/siga • Letreros luminosos Se colocarán señales temporales de advertencia durante las etapas de construcción del proyecto con la finalidad de evitar accidentes de tránsito según la INEN 439, 1984: Colores, Señales y Símbolos de seguridad. A continuación, se enlista algunos ejemplos de señales: • Letrero con el nombre del proyecto, contratista y plazo de construcción. • Advertencia de obstáculos • Entrada y salida de maquinaria • Límites de velocidad. • Hombres trabajando. • Precaución, trabajos los siguientes Km. • Prohibido arrojar desechos en la vía.	Número de dispositivos de seguridad vial colocados / Número de dispositivos de seguridad vial programados * 100	Informe mensual del Registro de control y ubicación diario de señalización Registro fotográfico Factura de compra de señales y elementos delineadores Informe del uso de dispositivos luminosos o reflectivo en horario nocturno.	15/10/26	ANUAL	$1.800,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						Durante los trabajos de la LAT de 69 Kv y en caso de realizarse trabajos en horarios nocturnos (casos de fuerza mayor) o de baja visibilidad, las señales deben ir acompañadas de dispositivos luminosos o reflectivos. Las lámparas de luces intermitentes deben ser utilizadas de forma apropiada para que llamen la atención a las señales instaladas.					
PMA-69	Programa de control de enfermedades.	Construcción, operación y cierre	Operación de instalaciones, actividades nocturnas, mantenimiento de infraestructura, monitoreo de fauna y tránsito del personal.	Riesgo de interacción entre trabajadores y fauna silvestre, particularmente con quirópteros hematófagos.	Riesgo de mordeduras, rasguños y transmisión de rabia silvestre u otras zoonosis al personal; incremento del riesgo sanitario por presencia de *Desmodus rotundus* en el área de influencia del proyecto.	Implementar un programa de monitoreo sanitario preventivo para *Desmodus rotundus* como especie bioindicadora, realizando monitoreos periódicos y coordinando acciones con el Ministerio de Salud Pública y Agrocalidad cuando se detecten incrementos poblacionales. Ejecutar un análisis de riesgo laboral, capacitar al personal sobre el manejo preventivo de fauna silvestre, sellar infraestructuras que puedan servir como refugio para murciélagos y dotar de equipos de protección personal para actividades nocturnas. En caso de mordeduras o contacto con ejemplares, aplicar el protocolo de emergencia que contemple primeros auxilios, notificación al área de Seguridad y Salud Ocupacional, atención médica inmediata, vacunación antirrábica postexposición, investigación	(# monitoreos sanitarios ejecutados / # monitoreos sanitarios programados) × 100.	Informes de monitoreo sanitario.	Durante toda la vida útil del proyecto.	Semestral	$600,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						epidemiológica y coordinación con las autoridades competentes para la implementación de las medidas de control correspondientes.					

14.4. Plan de capacitación.

Brindar capacitación integral a todas las personas vinculadas al proyecto, con el fin de fortalecer sus conocimientos sobre los componentes físico y biótico del entorno, así como asegurar la correcta comprensión y aplicación del Plan de Manejo Ambiental, promoviendo una ejecución responsable del proyecto en armonía con la normativa ambiental vigente y la conservación del medio ambiente.

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
PMA-70	Programa de capacitación.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Riesgo de accidentes.	Afectaciones en la salud y seguridad del personal.	Antes de iniciada cada etapa del proyecto, a través de un taller se realizará una capacitación de dos horas en Riesgos a la salud ocupacional y seguridad industrial, medidas de prevención, uso correcto de equipos de protección personal, actos sub estándar; dirigida a trabajadores del proyecto. Esta capacitación se la realizará con la ayuda del técnico en seguridad.	# de capacitaciones ejecutadas/# de capacitaciones planificadas*100.	Fotografías. Registros de asistencia a capacitaciones.	15/10/26	ANUAL	$250,00
PMA-71	Programa de capacitación.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Riesgo de accidentes.	Afectaciones en la salud y seguridad del personal.	A través de un taller, se realizará una capacitación teórico – práctica de dos horas en contingencias: primeros auxilios, respuestas ante accidentes, desastres naturales, derrames de hidrocarburos y actuaciones en caso de incendios.	# de capacitaciones ejecutadas/# de capacitaciones planificadas*100.	Fotografías. Registros de asistencia a capacitaciones.	15/10/26	SEMESTRAL	$250,00
PMA-72	Programa de capacitación.	Construcción, operación -	Manejo de hidrocarburos,	Riesgos a la calidad del	Contaminación del	Se realizará una capacitación de dos horas en medidas expuestas en	# de capacitaciones ejecutadas/# de	Fotografías. Registros de	15/11/2026	TRIMESTRAL	$250,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
		mantenimiento y cierre	desbroce de vegetación.	recursos biótico y abiótico	componente biótico y abiótico	el presente plan de manejo ambiental, especialmente en el manejo de hidrocarburos, manejo de desechos peligrosos y no peligrosos, Cuidado del recurso hídrico y Manejo de flora y fauna silvestre. Se hará hincapié en las normas de comportamiento interno y prohibiciones generadas en el diseño del PMA.	capacitaciones planificadas*100.	asistencia a capacitaciones.			
PMA-73	Programa de capacitación.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Riesgos de accidentes.	Afectaciones en la salud y seguridad del personal.	Cada trabajador nuevo será instruido en el manejo de herramientas, equipos y seguridad industrial. Riesgos de manipulación de elementos electrificados.	# de capacitaciones ejecutadas/# de trabajadores nuevos*100.	Fotografías. Registros de asistencia a capacitaciones.	15/11/2026	TRIMESTRAL	$250,00
PMA-74	Programa de capacitación.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Riesgos de accidentes.	Afectaciones en la salud y seguridad del personal.	Se realizará inducciones semanales al inicio de cada jornada laboral, se indicará todo lo referente a temas de seguridad y salud en el trabajo, normativa de seguridad, manejo de equipos, peligros y riesgos, control de derrames, impactos a la flora y fauna, Ubicación de señalización en frentes de obra, control de tránsito, ubicación y beneficios de áreas de conservación en el proyecto, entre otros.	# de inducciones ejecutadas/# de trabajadores nuevos*100.	Fotografías. Registros de asistencia a capacitaciones.	15/12/2026	SEMANAL	$450,00
PMA-75	Programa de capacitación.	Operación - mantenimiento	Todas las actividades.	Riesgos de accidentes.	Afectaciones en la salud y seguridad del personal.	Antes de la etapa operativa y posteriormente de forma anual, se capacitará al personal en riesgos de trabajos con elementos electrificados, procedimientos de operación de inversores, transformadores y	# de capacitaciones ejecutadas/# de capacitaciones planificadas*100.	Fotografías. Registros de asistencia a capacitaciones.	15/12/2026	ANUAL	$450,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
						almacenamiento; inspección y limpieza segura de módulos solares.					
PMA-76	Programa de capacitación.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Estadía del personal.	Generación de residuos sólidos y líquidos. Consumo de agua y energía. Manejo de sustancias peligrosas.	Contaminación del suelo, agua y aire. Conflictos socioeconómicos.	Se implementarán talleres de capacitación ambiental dirigidos al personal del proyecto, con la participación de profesionales especializados, en los que se abordarán temas relacionados con la gestión ambiental, el manejo adecuado de desechos sólidos y líquidos, el uso eficiente del agua y la energía, y la protección del recurso hídrico. Asimismo, se socializarán las disposiciones del Plan de Contingencias y la normativa ambiental vigente, incluyendo sanciones por incumplimiento de prácticas inadecuadas como la disposición incorrecta de residuos. Las capacitaciones tendrán una duración mínima de 2 horas, con contenidos prácticos y de fácil comprensión. Como complemento, se diseñarán y entregarán materiales informativos (afiches y señalética) que refuercen las buenas prácticas ambientales dentro del área del proyecto.	# de charlas ejecutadas/# charlas planificadas*100.	Fotografías. Registros de asistencia a capacitaciones. Copia de diseño de afiches.	15/11/2026	SEMESTRAL	$250,00
PMA-77	Programa de capacitación.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Capacitación al personal y comunidad	Atropellamiento de fauna Pérdida de especies Extracción de Flora y Fauna	Pérdida de biodiversidad. Riesgo de afectación a especies	Se desarrollarán programas de educación ambiental enfocados en la conservación de la flora y fauna del área de influencia, incluyendo la identificación, valoración e importancia ecológica de las	# de charlas ejecutadas/# charlas planificadas*100.	Fotografías. Registros de asistencia a capacitaciones.	16/11/2026	SEMESTRAL	$250,00

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
				silvestre Cacería o maltrato animal Introducción de especies exóticas Incendios Forestales Desconocimiento ambiental	de interés para la conservación	especies silvestres presentes, especies prioritarias, normativa CITES y servicios ecosistémicos, promoviendo prácticas de conservación y uso sostenible de los recursos naturales así como las medidas de mitigación implementadas en el proyecto para su protección. El personal será capacitado en la prevención de impactos sobre la biodiversidad, incluyendo la prohibición de caza, captura o tenencia de fauna silvestre, recolección de flora y la introducción de especies exóticas. Los conductores recibirán capacitación específica sobre procedimientos a seguir en caso de atropellamiento o encuentros fortuitos con fauna. Además, se instruirá al personal sobre la prohibición de desechar semillas de frutas en el entorno del proyecto para evitar la dispersión de especies no controladas. Estas acciones se reforzarán mediante materiales didácticos que faciliten la identificación de especies locales y promuevan su conservación.		Copia de diseño de afiches.			

14.5. Plan de Manejo de Desechos Sólidos

Establecer y aplicar medidas técnicas y administrativas para la adecuada gestión de desechos no peligrosos, peligrosos y/o especiales, así como de efluentes, garantizando el cumplimiento de la normativa ambiental vigente mediante el correcto manejo, registro y documentación de estos procesos, con el fin de minimizar los impactos negativos al ambiente y a la salud humana.

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
PMA-78	Programa de manejo de desechos sólidos no peligrosos	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Generación de desechos sólidos.	Contaminación de suelo y agua; afectaciones de salud y molestias a los pobladores; alteración del paisaje; malos olores.	Se implementará un sistema integral de manejo de residuos en el área de construcción, que incluye la clasificación y jerarquización de desechos desde la fuente de generación conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2841, utilizando recipientes claramente rotulados y diferenciados, prohibiendo su quema o abandono a cielo abierto. Se mantendrán registros detallados del manejo de residuos, indicando cantidad, tipo, fechas de emisión y entrega, lugar de acopio temporal y firmas de responsabilidad. Se acondicionará un área de almacenamiento temporal de desechos no peligrosos, con infraestructura señalizada, cubierta, piso impermeabilizado, kit para derrames, extintor y recipientes según la NTE INEN 2841. Los residuos serán separados para facilitar su reciclaje, recuperación o disposición final adecuada, garantizando la calidad de los aprovechables, y finalmente serán trasladados al relleno sanitario más cercano al proyecto.	# áreas acondicionadas / # áreas planificadas * 100. # de contenedores colocados /# de contenedores planificados *100	Registros de generación, facturas de señalización, actas de inducción, informes de áreas de desechos y fotografías de evidencia.	15/10/2026	DIARIO
PMA-79	Programa de manejo de desechos sólidos no peligrosos	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Generación de residuos sólidos considerados chatarra.	Contaminación de suelo y agua; afectaciones de salud y molestias a los pobladores; alteración del	Proceso a seguir para desechos hasta la disposición final. Chatarras (color naranja): Estos desechos deben ser cuidadosamente transportados, hasta su disposición final en un centro de reciclaje más cercano.	Volumen entregado /volumen generado*100	Registros de entrega o comercialización	15/10/2026	TRIMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
					paisaje; malos olores.					
PMA-80	Programa de manejo de desechos sólidos no peligrosos	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Estadía de personal, desbroce de la vegetación.	Generación de residuos orgánicos.	Contaminación de suelo y agua; afectaciones de salud y molestias a los pobladores; alteración del paisaje; malos olores.	Desechos orgánicos (recipiente verde) Una medida eficaz dentro del programa de manejo de desechos sólidos no peligrosos consiste en la implementación de una compostera destinada al tratamiento de los desechos orgánicos generados, los cuales deben ser depositados exclusivamente en recipientes de color verde, debidamente identificados. Esta compostera permitirá la descomposición controlada de restos de alimentos, residuos vegetales y otros materiales biodegradables, transformándolos en abono natural utilizable en áreas verdes del proyecto o comunidades cercanas. Para su funcionamiento adecuado, se debe realizar una correcta segregación de residuos, mantener la compostera en condiciones óptimas de humedad y ventilación, y realizar un monitoreo periódico para garantizar un proceso higiénico, eficiente y alineado con los principios de sostenibilidad ambiental.	# de compostera implementadas/# de compostera*100	Fotos.	15/10/2026	SEMANAL
PMA-81	Programa de manejo de desechos sólidos no peligrosos	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Generación de residuos sólidos reciclables.	Contaminación de suelo y agua; afectaciones de salud y molestias a los pobladores; alteración del	**Reciclables: Plástico, Vidrio y Papel (recipiente azul)** Estos desechos deben estar limpios de cualquier contaminante toxico como grasas y aceites, para luego ser transportados hasta el centro de reciclaje o	Volumen entregado /volumen generado*100	Registros de entrega o comercialización	15/10/2026	SEMANAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
					paisaje; malos olores.	entregados en el relleno sanitario más cercano.				
PMA-82	Programa de manejo de desechos sólidos no peligrosos	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Estadía de personal.	Generación de residuos sólidos no reciclables.	Contaminación de suelo y agua; afectaciones de salud y molestias a los pobladores; alteración del paisaje; malos olores.	No reciclables (recipiente negro) Estos desechos deben estar limpios de cualquier contaminante toxico como grasas y aceites, para luego ser entregados en el relleno sanitario más cercano.	Volumen entregado /volumen generado*100	Registros de entrega.	15/10/2026	SEMANAL
PMA-83	Programa de manejo de escombros.	Construcción y cierre	Excavación y movimiento de tierras.	Generación de escombros.	Contaminación y Ocupación del Suelo.	Se diseñará un área temporal para el apilamiento de escombros, la misma que deberá estar señalizada y delimitada. La recolección de escombros y el desalojo será semanal. Y disposición en áreas autorizadas. Los escombros producto de los movimientos de tierras por ningún concepto causarán obstrucciones a la movilidad de las personas. De darse esta afectación los trabajos deberán ser suspendidos hasta su inmediata remediación. En la medida de lo posible, los escombros que resulta de las obras de excavación, se utilizarán como relleno en la construcción.	Volumen de escombros dispuestos /volumen de escombros generados*100	Diseños. Fotografías. Informe de disposición de escombros.	15/10/2026	ANUAL
PMA-84	Programa de manejo de desechos peligrosos.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Mantenimiento.	Generación de desechos peligrosos.	Contaminación del suelo y agua.	El Operador del proyecto deberá obtener el Registro de Generador de Desechos Peligrosos, de acuerdo al procedimiento determinado en el Anexo A del Acuerdo Ministerial 026 (Registro de generadores de desechos peligrosos, Gestión de	Nº de registros tramitados/Nº de registros necesarios*100.	Registro de generación.	15/10/2026	ANUAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos).				
PMA-85	Programa de manejo de desechos peligrosos.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Mantenimiento.	Almacenamiento temporal de desechos peligrosos.	Contaminación del suelo y agua por derrames o fugas de residuos peligrosos.	El almacenamiento temporal de desechos peligrosos se realizará conforme a los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 2266. Los desechos peligrosos originados, deberán permanecer temporalmente en una caseta pre construida, con paredes tipo malla electro soldada, piso de concreto y techo. Esta caseta tendrá las respectivas señales y su ingreso será restringido. A más de esto se deberá mantener un cubeto con el 110% de capacidad del tanque más grande. Contará con un kit para control de derrames, extintor. Los recipientes para la recolección de los desechos peligrosos o contaminantes serán de color rojo.	# de áreas construidas/# de áreas necesarias*100	Fotografías	15/10/2026	ANUAL
PMA-86	Programa de manejo de desechos peligrosos.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Mantenimiento.	Generación de desechos peligrosos.	Contaminación del suelo y agua.	El Operador del proyecto deberá cumplir con las obligaciones establecidas en el Registro de Generador de desechos peligrosos; deberá presentar la declaración anual de desechos peligrosos.	Nº de declaraciones presentadas/Nº de declaraciones necesarias*100.	Aprobación Declaración anual	15/10/2026	ANUAL
PMA-87	Programa de manejo de desechos peligrosos.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Mantenimiento.	Generación de desechos peligrosos.	Contaminación del suelo y agua.	El almacenamiento de los desechos peligrosos, dentro del área de influencia, no podrá superar los 12 meses. Para su disposición final, estos desechos serán entregados a un gestor ambiental que mantenga vigente la licencia ambiental. Se	Volumen de desechos peligrosos entregados /volumen de desechos	Fotografías. Registros entrega a gestor. Manifiestos únicos. Certificados de	15/10/2026	ANUAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						deberá elaborar, formalizar y custodiar el manifiesto único de movimiento de los desechos peligrosos para su gestión.	peligrosos generados*100	destrucción / disposición final.		
PMA-88	Programa de manejo de desechos peligrosos.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Mantenimiento.	Generación de desechos peligrosos.	Contaminación del suelo y agua.	Tomar medidas con el fin de reducir o minimizar la generación de desechos peligrosos y/o especiales, para lo cual presentarán ante la Autoridad Ambiental Competente, el Programa de Minimización de Desechos Peligrosos, en el plazo de cuatro meses, una vez emitido el respectivo RGDP.	Nº planes de minimización presentados /Nº de planes de minimización programados *100.	Oficio de presentación del plan. Copia de Plan.	15/10/2026	ANUAL
PMA-89	Programa de manejo de desechos peligrosos.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Mantenimiento.	Generación de desechos líquidos.	Contaminación del suelo y agua.	De existir agua residual generada en la construcción no debe ser vertida al suelo del área del proyecto, ni sus alrededores, ni en quebradas, se prohíben su vertido directo. Instalar sistemas de contención en áreas de bodega y área de desechos peligrosos. Hacer mantenimientos periódicos a las unidades sanitarias y PTAR instalados.	Nro. De medidas ejecutadas / Nro. medidas planificadas * 100	Fotografías. Informe de mantenimiento Informe de disposición final de aguas residuales. Informe de adecuación de sistemas de contención.	15/10/2026	TRIMESTRAL
PMA-90	Programa de manejo de desechos pecuarios.	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Pastoreo caprino.	Producción de residuos orgánicos (estiércol)	Contaminación de agua por escorrentía y lixiviados	En la medida de lo posible ya ante la evidente acumulación de estierco de origen animal (caprino), se procederá a la recolección; posteriormente el estiércol recolectado será dispuesto en un área que cuente con el piso impermeabilizado, y se procederá a su compostaje con el fin de transformar estos desechos en abono de tipo orgánico.	# de kg de residuos recolectados/# de kg de residuos tratados*100	Registros fotográficos. Registros de generación y gestión.	16/10/2026	MENSUAL

14.6. Plan de relaciones comunitarias.

Fomentar una comunicación abierta, transparente y continua con las comunidades locales y actores involucrados, promoviendo la participación, el diálogo constructivo y la cooperación mutua, con el fin de fortalecer las relaciones comunitarias, prevenir conflictos y garantizar que las actividades del proyecto se desarrollen en armonía con el entorno social y cultural.

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
PMA-91	Programa de Información y Comunicación	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Información a la comunidad	Malestar de la comunidad y aumento del nivel de conflictividad social en la zona de influencia del proyecto	Realizar acercamientos individuales con los propietarios donde se instale infraestructura del proyecto fotovoltaico para alcanzar acuerdos y suscribir convenios	Número de propietarios socializados/ Número total de propietarios*100	Registros de generación, Registro de asistencia, informe de acuerdos alcanzados	15/10/2026	SEMESTRAL
PMA-92	Programa de Información y Comunicación	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Información a la comunidad	Malestar de la comunidad y aumento del nivel de conflictividad social en la zona de influencia del proyecto,	Socializar a la población del área de influencia directa las actividades a realizarse las diferentes etapas del proyecto. De esta manera los pobladores y líderes locales podrán exponer inquietudes y recomendaciones	Número de inquietudes o quejas de la población receptados / Número de requerimientos atendidos*100	Registro de asistencia, Registros fotográficos	15/10/2026	ANUAL
PMA-93	Programa de Información y Comunicación	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Información a la comunidad	Malestar de la comunidad y aumento del nivel de conflictividad social en la zona de influencia del proyecto,	Mantener un canal abierto de diálogo para escuchar las inquietudes/quejas de los moradores del sector. Habilitar un buzón de quejas, reclamos y sugerencias, para atender los requerimientos viables de las comunidades del área de influencia,	Número de inquietudes o quejas de la población receptados / Número de requerimientos atendidos*100	Informe de requerimientos atendidos	15/10/2026	ANUAL
PMA-94	Programa de Información y Comunicación	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Información a la comunidad	Malestar de la comunidad y aumento del nivel de	Notificar a las comunidades aledañas del proyecto a través de comunicados oficiales: trípticos, carteleras informativas, oficios, las	Número de comunicaciones ejecutadas / Número	Trípticos, Carteleras informativas, Registros fotográficos	15/10/2026	ANUAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
					conflictividad social en la zona de influencia del proyecto,	actividades a ejecutar y los avances del proyecto.	de comunicaciones planificadas*100			
PMA-95	Programa de contratación de mano de obra local	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Generación de empleo	Dinamización económica en la población del AID Diversificación de actividades comerciales, de servicios y actividades no tradicionales	En todas las fases del proyecto fotovoltaico La Ceiba se priorizará la contratación de mano de obra calificada y no calificada de la localidad, conforme a los requerimientos técnicos y operativos de la empresa y la normativa vigente. Para asegurar la transparencia del proceso, la empresa publicará en carteleras informativas comunitarias los perfiles y requisitos del personal requerido en cada etapa del proyecto.	Número. de trabajadores contratados del área de influencia / Número de trabajadores requeridos *100	Medios de comunicación (carteleras, publicaciones, entre otros)	15/10/2026	ANUAL
PMA-96	Programa de contratación de mano de obra local	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Generación de sub empleo	Diversificación de actividades comerciales, de servicios y actividades no tradicionales	Se priorizará en la contratación de servicios, insumos y materiales requeridos para las diferentes fases del proyecto; estos serán adquiridos en casas comerciales del área de influencia del proyecto, dinamizando de esta manera la economía local.	# de compras en comercios locales/# de compras*100.	Facturas	15/10/2026	ANUAL
PMA-97	Programa de Indemnización y Compensación Social	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Problemas sociales	Aumento del nivel de conflictividad en la zona de influencia del proyecto	Proceder al análisis y solución del conflicto, en caso de existir alguna denuncia o queja por parte de la Comunidad ubicada en la zona de influencia del proyecto, que involucre un impacto generado por las actividades realizadas.	Número de denuncias atendidas /Número total de denuncias recibidas *100	Acuerdos de compensación Informe de solución implementada	15/10/2026	ANUAL
PMA-98	Programa de Indemnización y	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Problemas sociales	Aumento del nivel de conflictividad en la zona de	CELEC EP realizará estudios técnicos y sociales para garantizar una compensación justa por la afectación a tierras, mejoras, pérdida de	(Número de acuerdos firmados/ Número. Total de	Acuerdos firmados Registro de denuncias y afectaciones	15/10/2026	ANUAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
	Compensación Social				influencia del proyecto	producción y servidumbres de paso, en cumplimiento con la Constitución, el Código Orgánico del Ambiente y demás normativa ecuatoriana vigente. Estas acciones se basan en criterios técnicos y de mercado, respetando los derechos de las comunidades y garantizando procesos transparentes, equitativos y socialmente responsables.	afectaciones identificadas*100	identificadas Acuerdos de indemnizaciones		
PMA-99	Programa de Indemnización y Compensación Social	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Problemas sociales	Aumento del nivel de conflictividad en la zona de influencia del proyecto	Establecer convenios de reparación integral entre la empresa y los propietarios de los predios donde se asienta la planta fotovoltaica. Previo a iniciar los trabajos en cualquier terreno la empresa deberá contar con la autorización escrita emitida por el propietario de las tierras, de la forma en la que se acordó entre las principales están: -Arriendo. -Compra y venta tierras, Servidumbre.	(Número de acuerdos o negociaciones con los propietarios/ Número. Total de negociaciones o acuerdos planificados con propietarios) *100	Informe de negociaciones o acuerdos firmados de indemnizaciones	15/10/2026	ANUAL
PMA-100	Programa de Indemnización y Compensación Social	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Problemas sociales	Molestias a la Comunidad establecida en el área de influencia del proyecto por el desarrollo de las actividades	En caso de ocurrir daños en la vegetación u otro bien privado o comunitario, previa verificación, se cancelará una indemnización al afectado, después de un proceso de negociación y mutuo acuerdo.	Número de propietarios indemnizados / Número de propietarios afectados	Convenios de pago de indemnizaciones. Actas de entrega de indemnizaciones	15/10/2026	ANUAL
PMA-101	Programa Capacitación y Educación Ambiental	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Medio ambiente	Contaminación ambiental	Desarrollar jornadas de capacitación ambiental dirigidas a la población de los barrios ubicados en el Área de Influencia Directa (AID) del Proyecto La Ceiba y a las unidades educativas locales, con el fin de fortalecer la conciencia y participación	(No. de capacitaciones brindadas / No. capacitaciones planificadas) *100	Informe técnico de la implementación de la actividad Material didáctico empleado en la capacitación	15/10/2026	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						comunitaria en temas relacionados con la conservación de la flora y fauna del entorno intervenido, los impactos de la deforestación derivada de actividades del proyecto, la prevención de la contaminación de cuerpos de agua cercanos, y la promoción del uso responsable de energías renovables, considerando la naturaleza fotovoltaica del proyecto.				
PMA-102	Programa de Monitoreo Comunitario	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Problemas sociales	Conflictividad social	Involucrar y capacitar a la población del área de influencia directa, en actividades de monitoreo ambiental Informar a la población local de los resultados obtenidos en los monitoreos ambientales Dependiendo de los resultados, la población podrá emitir sugerencias encaminadas al cumplimiento la norma ambiental vigente	Número. de reuniones realizadas / Número. de reuniones planificadas* 100	Registro de asistentes Informe técnico de la actividad Registro fotográfico	15/10/2026	SEMESTRAL
PMA-103	Programa de Desarrollo Territorial Comunitario	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Desarrollo de proyectos para atender necesidades básicas insatisfechas de las comunidades	Mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades	Gestionar, desarrollar o financiar proyectos en los diferentes ejes de desarrollo sociales, productivos, saneamiento, ambiental, viales, educativos, salud, entre otros; con las diferentes instituciones competentes que tienen jurisdicción en el área de influencia del proyecto de generación de energía eléctrica, con base en la normativa aplicable para desarrollo territorial para el sector eléctrico. Reglamento a Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica; Art. 74.- Recursos para Proyectos de Desarrollo Territorial.- Las empresas eléctricas de generación deberán	Número. de convenios y/o proyectos ejecutados / Número. de convenios y/o proyectos planificados* 100	Convenios o contratos suscritos Informes técnicos Registro fotográfico	16/10/2026	ANUAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						destinar recursos para la ejecución de proyectos de desarrollo territorial en el área de influencia de las centrales de generación, una vez iniciada su operación comercial. Art. 75 Proyectos de desarrollo territorial. - Son proyectos de desarrollo territorial aquellos cuyo propósito es la cobertura de necesidades básicas insatisfechas, la inversión social y la disminución de la pobreza en base a la sostenibilidad del espacio socio-territorial, en el área de influencia de las centrales de generación. Todos los proyectos de desarrollo territorial a ejecutarse en las áreas de influencia de la empresa eléctrica de generación deberán ser compatibles con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y los planes de desarrollo zonal, territorial o local, según sea el caso, y las directrices que dicte la Entidad Nacional de Planificación y Desarrollo.				

14.7. Plan de rehabilitación de áreas afectadas

Ejecutar acciones técnicas y sostenibles orientadas a la recuperación de las áreas intervenidas o degradadas por las actividades del Proyecto La Ceiba, mediante la remoción de desechos, estabilización del suelo, reforestación con especies nativas y otras prácticas de restauración ecológica, con el fin de restablecer las funciones ambientales del ecosistema y cumplir con los lineamientos establecidos en la normativa ambiental vigente.

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
PMA-104	Programa de restauración de áreas afectadas	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Remoción de cobertura vegetal y alteración del suelo por actividades constructivas.	Remoción de cobertura vegetal y alteración del suelo por actividades constructivas.	En el marco de las acciones de rehabilitación en el área de influencia del Proyecto La Ceiba, se realizará la identificación, delimitación y evaluación de las áreas afectadas o degradadas por las actividades constructivas, considerando la pérdida de cobertura vegetal, alteración del suelo y afectación a la biodiversidad, con el fin de planificar acciones de restauración que permitan recuperar la funcionalidad ecológica. Previo al inicio de la rehabilitación, se ejecutará un inventario de flora en las áreas intervenidas mediante levantamientos de campo sistemáticos y técnicas de muestreo adecuadas (parcelas, transectos u otros); con	#de evaluaciones realizadas/# de evaluaciones planificadas*100. Área inventariada/Área total intervenida*100	Informes de la evaluación. Mapas georreferenciados (SIG) de las áreas afectadas, Fichas de caracterización ambiental (cobertura vegetal, suelo, biodiversidad), Registro fotográfico georreferenciado (antes de la restauración), Bases de datos del inventario de flora de datos ambientales del proyecto para posterior ser revegetado.	15/10/2026	ANUAL

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						el objetivo de identificar las especies presentes, su abundancia y estado de conservación, generando información que permita diseñar e implementar adecuadamente las acciones de revegetación y restauración ecológica.				
PMA-105	Programa de restauración de áreas afectadas	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Acumulación de desechos, escombros e inertes en áreas naturales intervenidas.	Contaminación del suelo y paisajística, afectación a la regeneración natural, limitación en la restauración ecológica.	En las áreas afectadas se deberá retirar los desechos, escombros, inertes, etc. que se encuentre afectando la zona. Estos desechos, según el tipo deberán ser depositados en el relleno sanitario, o en una escombrera autorizada.	Volumen de desechos entregados/Volumen desechos generados*100.	Fotografías antes y después.	15/10/2026	ANUAL
PMA-106	Programa de restauración de áreas afectadas	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Acumulación de desechos, escombros e inertes en áreas naturales intervenidas.	Contaminación del suelo y paisajística, afectación a la regeneración natural, limitación en la restauración ecológica.	El suelo potencialmente contaminado con desechos líquidos peligrosos será previamente evaluado mediante inspecciones técnicas periódicas (al menos trimestrales) y, de ser necesario, mediante análisis de	(Número de áreas evaluadas / Número total de áreas potencialmente afectadas) × 100.	Informes de inspección. Resultados de análisis de laboratorio. Registros fotográficos. Hojas de manifiesto único y	15/10/2026	ANUAL

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						laboratorio de muestras de suelo que permitan determinar la presencia y concentración de contaminantes. En función de los resultados obtenidos, y en caso de confirmarse la contaminación, se procederá a su manejo y tratamiento bajo las especificaciones técnicas y el alcance de un gestor ambiental autorizado, en cumplimiento de la normativa ambiental vigente, incluyendo la remoción, transporte y disposición final del material afectado.		resgistro de disposición final.		
PMA-107	Programa de restauración de áreas afectadas	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Desbroce de la vegetación.	Perdida de la biodiversidad.	Una vez despejada el área a rehabilitar se deberá mejorar el suelo mediante la adicción de suelo fértil o abono de ser el caso.	Volumen de abono utilizado/Volumen de abono planificado*100.	Facturas. Fotografías. Informe.	15/10/2026	ANUAL
PMA-108	Programa de restauración	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Desbroce de la vegetación.	Perdida de la biodiversidad.	En el área sujeta a rehabilitación se realizará la revegetación mediante la siembra de especies	#de plantas utilizadas/# de plantas requeridas*100.	Facturas. Fotografías. Informe.	15/10/2026	ANUAL

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
	de áreas afectadas					nativas, priorizando el uso de material vegetativo proveniente de áreas de conservación del proyecto, zonas aledañas y viveros locales, promoviendo además la regeneración natural mediante la protección de plántulas y árboles semilleros para recuperar la estructura y funcionalidad del ecosistema. Se dará preferencia a especies propias del ecosistema de bosque seco de Zapotillo, adaptadas a condiciones de sequía y con valor ecológico y cultural. La revegetación no se limitará únicamente a especies arbóreas, sino que incluirá un arreglo ecológico integral compuesto por especies de diferentes estratos, incorporando especies arbóreas,				

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						especies de sotobosque, especies pioneras y especies maderables, dispuestas de manera alternada para favorecer la sucesión ecológica, la cobertura del suelo, la estabilidad del ecosistema y la recuperación de hábitats. Entre las especies recomendadas se incluyen *Handroanthus chrysanthus, Piscidia carthagenensis, Caesalpinia glabrata, Bursera graveolens, Cordia lutea y Loxopterygium huasango*; complementadas con especies de sotobosque y pioneras propias del bosque seco.				
PMA-109	Programa de restauración de áreas afectadas	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Todas las actividades.	Desbroce de la vegetación.	Perdida de la biodiversidad.	Realizar el mantenimiento de las plantas establecidas en las áreas revegetadas, mediante actividades como riego de apoyo,	# de áreas mantenidas/# de áreas revegetadas*100. # de monitoreos realizados/# de	Facturas. Fotografías. Informes de monitoreo.	15/10/2026	MENSUAL

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						control de malezas, reposición de individuos muertos, protección contra factores externos y seguimiento del desarrollo vegetal, con el fin de asegurar su adecuado establecimiento y crecimiento. Complementariamente, se implementará un programa de monitoreo de las especies revegetadas que incluya evaluaciones frecuentes durante el primer año, enfocadas en indicadores como mortalidad y porcentaje de prendimiento. Posteriormente, el monitoreo se realizará de forma semestral y luego anual, hasta que las especies alcancen un nivel de desarrollo que no requiera intervención adicional del proyecto.	monitoreos planificados*100			

14.8. Plan de abandono y entrega del área.

Garantizar un proceso ordenado, ambientalmente responsable y conforme a la normativa vigente para el abandono y entrega del área intervenida por el Proyecto La Ceiba, mediante la implementación de acciones de limpieza, retiro de estructuras temporales, manejo adecuado de residuos, y la verificación del cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos, asegurando que el sitio quede en condiciones adecuadas para su uso posterior o recuperación natural.

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
PMA-110	Programa de cierre y abandono	Cierre y abandono	Monitoreo biológico previo al cierre y planificación de la rehabilitación	Alteración de la composición y estructura de la flora y fauna	Modificación de la biodiversidad y de las condiciones ecológicas del área intervenida	Previo al inicio de las actividades de cierre y abandono se realizará un monitoreo de flora y fauna utilizando las mismas metodologías, esfuerzo de muestreo y puntos establecidos en la línea base y en los programas de monitoreo del proyecto, con el propósito de evaluar el estado de conservación de los componentes bióticos, identificar el grado de recuperación de los hábitats y determinar las acciones de rehabilitación o restauración que resulten necesarias para favorecer la recuperación ecológica del área intervenida. Los resultados del monitoreo constituirán el sustento técnico para el diseño e implementación de las medidas de rehabilitación y serán incorporados en el informe de cierre del proyecto.	Informe de monitoreo ejecutado/Informe de monitoreo planificado*100	Informe técnico de monitoreo de flora y fauna; fichas de campo; registros fotográficos georreferenciados y fechados (Metadata); bases de datos de especies registradas; mapas de ubicación de los puntos de monitoreo.	14/10/2026	ANUAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
PMA-111	Programa de cierre y abandono	Construcción y cierre	Todas las actividades.	Percepción del Paisaje	Alteración del paisaje.	Actualizar el Plan de Cierre del proyecto, incorporando las disposiciones y lineamientos establecidos en la normativa ambiental vigente, en particular lo señalado en el Código Orgánico del Ambiente y su reglamento, que establecen la obligación de prevenir, mitigar y remediar los impactos ambientales generados por las actividades productivas, incluyendo las fases de cierre y abandono. Esta actualización deberá contemplar medidas técnicas, cronograma de ejecución, responsabilidades, manejo de residuos y restauración del área intervenida.	Plan de abandono etapa de construcción elaborado / Plan de abandono de etapa de construcción gestionado * 100	Acta de cierre de actividades. Oficio de aprobación del Plan	15/10/2026	ANUAL
PMA-112	Programa de cierre y abandono	Construcción y cierre	Todas las actividades.	Percepción del Paisaje	Alteración del paisaje.	Control de acceso: Durante las actividades de la fase de Cierre y Abandono, en vista de que existirá utilización de maquinaria, vehículos de transporte pesado, etc., se deberán asumir los mismos procedimientos de cautela que se adoptaron durante la construcción para garantizar la seguridad de las personas. Para este fin se deberá limitar la accesibilidad de las personas a las zonas de trabajo, cumpliendo en todo momento los	Plan de abandono etapa de construcción elaborado / Plan de abandono de etapa de construcción gestionado * 100	Acta de cierre de actividades.	15/10/2026	ANUAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						procedimientos respectivos. Todas las zonas en las que se realicen trabajos de cierre, se rodearán con cintas de señalización, las mismas que advertirán a los pobladores y trabajadores la presencia de peligros.				
PMA-113	Programa de cierre y abandono	Construcción y cierre	Todas las actividades.	Percepción del Paisaje	Alteración del paisaje.	**Limpieza del sitio:** Una vez finalizados los trabajos de desmantelamiento de las instalaciones se confirmará que éstos se hayan realizado convenientemente, de forma que proporcione una protección ambiental al área a largo plazo, que vayan de acuerdo con las auditorias, en particular en la rehabilitación de las superficies dedicadas a la bodega.	#de áreas limpias/# de áreas *100	Fotografías, facturas. Informes técnicos	15/10/2026	ANUAL
PMA-114	Programa de cierre y abandono	Cierre	Actividades de cierre del proyecto.	Generación de residuos sólidos.	Contaminación del suelo	Durante la fase de cierre del proyecto, se implementarán medidas específicas para el manejo adecuado de los desechos sólidos y líquidos generados, que incluirán la segregación en la fuente, almacenamiento temporal en áreas acondicionadas, etiquetado, transporte mediante gestores autorizados y disposición final en sitios	# de medidas implementadas/# de medidas planificadas*100	Registros de generación y disposición final. Manifiesto único (DP). Registro fotográfico.	15/10/2026	ANUAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						debidamente autorizados, conforme se lo señala en el respectivo Plan de Manejo de Desechos sólidos. Asimismo, los residuos líquidos serán manejados evitando descargas directas al suelo o cuerpos de agua, priorizando su tratamiento de acuerdo a la medida señalada en el Plan de Prevención y Mitigación de impactos para el tratamiento de los efluentes.				
PMA-115	Programa de cierre y abandono	Construcción y cierre	Todas las actividades.	Percepción del Paisaje	Alteración del paisaje.	**Restauración de las zonas afectadas:** En las actividades de restauración de las superficies afectadas, será de sumo interés el reacondicionamiento de la topografía a una condición similar a su estado original, restaurando las superficies. La conformación de la topografía será para las áreas que fueron afectadas por efectos de la actividad constructiva.	#de áreas restauradas/#de áreas.	Fotografías, facturas. Informes técnicos	15/10/2026	ANUAL
PMA-116	Programa de cierre y abandono	Construcción y cierre	Todas las actividades.	Percepción del Paisaje	Alteración del paisaje.	**Acondicionamiento final y rehabilitación.** Se considera el reacondicionamiento, que consiste en devolver la superficie de la tierra en las zonas alteradas a su condición natural original o a su uso deseado y aprobado. Una vez que el suelo, en estas áreas	#de áreas restauradas/#de áreas.	Fotografías, facturas. Informes técnicos	15/10/2026	ANUAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						haya sido transformado a su estado original, se pondrá en marcha las medidas de Recuperación Ambiental, propuestas en el Plan de Manejo.				

14.9. Plan de rescate de vida silvestre

El objetivo del Plan de Rescate de Vida Silvestre es garantizar la protección, rescate, reubicación y liberación adecuada de los individuos de fauna silvestre que puedan verse afectados durante las diferentes fases del proyecto fotovoltaico La Ceiba, asegurando su integridad y contribuyendo a la conservación de la biodiversidad local, en cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana.

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
PMA-117	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción (previo al desbroce)	Desbroce de vegetación	Alteración de hábitat	Afectación a flora y fauna	En la fase de construcción, previo al inicio de las actividades de desbroce, se ejecutará la liberación progresiva del área de intervención. Esta actividad garantizará el rescate, manejo, protección y liberación de la flora y fauna presentes, mediante recorridos de inspección, rescate dirigido y reubicación de individuos en sitios ecológicamente adecuados, en cumplimiento de la	(N° de áreas liberadas / N° de áreas planificadas)*100	Informe técnico semestral, registros de rescate, fichas de campo, registro fotográfico georreferenciado.	15/10/2026	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						normativa ambiental vigente.				
PMA-118	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción (previo al desbroce)	Desbroce de vegetación	Alteración de hábitat y cobertura vegetal	Afectación a flora y desplazamiento o muerte de fauna silvestre	Las actividades de rescate de flora y fauna silvestre se realizaran de manera previa e inmediata al desbroce de la vegetación, evitando la existencia de periodos prolongados entre ambas acciones con el fin de prevenir el reingreso de especies al área intervenida.	(N° de actividades ejecutadas/ N° de actividades planificadas)*101	Informes técnicos semestrales Fichas de campo de rescate Registro fotográfico	15/10/2026	SEMESTRAL
PMA-119	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Planificación.	Intervención de hábitats	Afectación a biodiversidad	Previo al inicio de obras, y en base a los resultados del EIA respecto del diagnóstico de biodiversidad e identificación de especies sensibles; se se elaborará un protocolo de rescate en el cual se sefinan las metodologías de rescate, protocolos de manejo, rutas de evacuación de fauna, identificación de sitios de liberación y asignación de responsabilidades técnicas.	# de protocolos elaborados/# de protocolos necesarios*100.	Protocolo.	15/10/2026	ANUAL
PMA-120	Programa de	Construcción, operación -	Todas las actividades	Interacción con fauna	Afectación directa a fauna	Se conformará un equipo técnico multidisciplinario	Nro. profesionales contratados / Nro.	Copia de contratos,	15/10/2026	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
	rescate de flora y fauna	mantenimiento y cierre				integrado por profesionales calificados, incluyendo biólogos especializados en fauna terrestre, avifauna, herpetofauna, entre otros, liderado por un biólogo con experiencia en manejo de fauna silvestre, quien será responsable de planificar, ejecutar y supervisar las actividades de rescate, manejo y liberación en las áreas intervenidas del proyecto; dichas actividades se desarrollarán conforme a los lineamientos establecidos en las Normas Técnicas correspondientes para la liberación o traslocación de individuos de vida silvestre, garantizando la adecuada identificación, manipulación, registro, transporte y liberación de los individuos en sitios seguros y ecológicamente adecuados, para lo cual el equipo contará con herramientas apropiadas	profesionales planificados * 100	Informes de seguimiento.		

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						como guantes, redes, trampas no letales y cajas de transporte.				
PMA-121	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Desbroce de vegetación	Alteración de hábitat	Pérdida de biodiversidad	Antes del desbroce, se realizará un barrido sistemático del área mediante recorridos técnicos para identificar especies presentes, localizar refugios (nidos, madrigueras, cavidades), rutas de desplazamiento y zonas críticas. Esta información permitirá planificar el rescate y reducir impactos directos sobre la fauna.	(N° evaluaciones realizadas / planificadas)*100	Informe técnico semestral, fichas de campo, mapas.	15/10/2026	SEMESTRAL
PMA-122	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Desbroce de vegetación	Alteración de hábitat	Desplazamiento de fauna	Se inducirá la migración voluntaria de fauna mediante métodos no invasivos, tales como generación de ruido controlado, presencia progresiva de personal y maquinaria, evitando causar estrés extremo o daño a los individuos. Este proceso se realizará de forma gradual antes del inicio del desbroce.	(N° actividades ejecutadas / planificadas)*100	Informe técnico, registros fotográficos	15/10/2026	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
PMA-123	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Desbroce de vegetación	Alteración de hábitat	Mortalidad de fauna	Durante el desbroce, el equipo técnico ejecutará el rescate activo de fauna mediante captura manual o con herramientas especializadas. Se priorizará la protección de individuos vulnerables (crías, especies amenazadas), evitando manipulación innecesaria y reduciendo el estrés.	(N° individuos rescatados / estimados)*100	Fichas de rescate, informe semestral, fotografías georreferenciadas	15/10/2026	SEMESTRAL
PMA-124	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Desbroce de vegetación	Alteración de hábitat	Afectación a fauna sensible	Se realizará la inspección detallada de nidos, madrigueras, troncos caídos, rocas y hojarasca. En caso de encontrar huevos, juveniles o individuos heridos, estos serán protegidos y trasladados a zonas seguras o a centros de manejo autorizados.	(N° rescates específicos / planificados)*100	Informe técnico, registros georreferenciados	15/10/2026	SEMESTRAL
PMA-125	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Desbroce de vegetación	Alteración de hábitat	Afectación a herpetofauna	Se realizarán búsquedas dirigidas de reptiles y anfibios tanto en horario diurno como nocturno, considerando sus hábitos ecológicos. Se inspeccionarán microhábitats específicos como grietas, troncos,	(N° recorridos ejecutados / planificados)*100	Informe técnico, fichas de campo	15/10/2026	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						debajo de rocas y zonas húmedas.				
PMA-126	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manejo temporal	Estrés en fauna	Mortalidad indirecta	Los individuos rescatados serán colocados en contenedores adecuados con condiciones de ventilación, temperatura y humedad controlada, evitando el hacinamiento y reduciendo el estrés. Se limitará el tiempo de permanencia antes de su liberación.	(N° individuos manejados adecuadamente / total)*100	Registros de manejo, informe semestral	15/10/2026	SEMESTRAL
PMA-127	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manejo de fauna	Salud de fauna	Riesgo sanitario	Se realizará una evaluación básica del estado de salud de los individuos rescatados, identificando signos de estrés, lesiones o enfermedades. En caso necesario, se coordinará su traslado a centros de rescate autorizados.	(N° individuos evaluados / total)*100	Fichas clínicas, informe semestral	15/10/2026	SEMESTRAL
PMA-128	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Liberación	Alteración de hábitat	Fallo en adaptación	La liberación se realizará únicamente cuando el individuo esté en condiciones óptimas. Se priorizará la liberación en el mismo sitio o en áreas ecológicamente equivalentes, evaluando disponibilidad de	(N° liberaciones adecuadas / total)*100	Actas de liberación, coordenadas GPS, informe semestral	15/10/2026	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						alimento, refugio y ausencia de amenazas.				
PMA-129	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Traslocación	Alteración ecológica	Desbalance ecológico	La traslocación se aplicará únicamente cuando la liberación in situ no sea viable. Se seleccionarán sitios receptores con condiciones similares y se evitará introducir individuos en ecosistemas no compatibles.	(N° traslocaciones justificadas / total)*100	Informe técnico, actas, registros	15/10/2026	SEMESTRAL
PMA-130	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Desbroce de vegetación	Remoción de cobertura vegetal	Pérdida de biodiversidad vegetal	Se ejecutará el rescate de individuos vegetales mediante técnicas adecuadas como: extracción con cepellón, trasplante de plántulas, recolección de semillas y material vegetativo (estacas, rizomas). Se priorizarán las especies nativas y de importancia ecológica registradas en el Inventario Forestal del Capítulo 9 y en la caracterización biótica del Estudio de Impacto Ambiental, procurando conservar la composición florística característica del ecosistema Bosque	(N° individuos rescatados / N° planificados)*100	Informe técnico semestral, fichas de rescate, registro fotográfico	15/10/2026	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						Deciduo de Tierras Bajas Jama–Zapotillo durante las actividades de rescate, propagación, revegetación y compensación ambiental.				
PMA-131	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manejo de flora	Estrés vegetal	Mortalidad de plantas	Se implementará un vivero temporal para el rescate, manejo y propagación de flora del área de influencia del proyecto, en el cual se trasladarán los individuos rescatados garantizando condiciones adecuadas de sombra, riego, sustrato y protección contra plagas, con el fin de favorecer su adaptación y supervivencia; asimismo, este vivero permitirá el rescate de semillas y la propagación de especies vegetales mediante la aplicación de buenas prácticas de manejo y reproducción, priorizando el uso de especies nativas y contribuyendo a los procesos de restauración ecológica de las áreas intervenidas..	(N° individuos sobrevivientes / N° rescatados)*100	Registros de vivero, informe semestral, fotografías	15/10/2026	MENSUAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
PMA-132	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Manejo de flora	Pérdida de germoplasma	Disminución de diversidad genética	Se realizará la recolección sistemática de semillas y su almacenamiento en condiciones controladas, asegurando la conservación del germoplasma local para procesos de restauración.	(N° semillas recolectadas / planificadas)*100	Base de datos, registros de colección, informe semestral	15/10/2026	SEMESTRAL
PMA-133	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Reubicación de flora	Alteración de hábitat	Baja adaptación	Se realizará el trasplante de individuos vegetales hacia áreas cercanas que presenten condiciones ecológicas similares, tales como tipo de suelo, régimen de humedad y cobertura vegetal, priorizando la reubicación in situ o en zonas ecológicamente equivalentes.	(N° individuos reubicados exitosamente / total)*100	Informe técnico, coordenadas geográficas, registro fotográfico	16/10/2026	SEMESTRAL
PMA-134	Programa de rescate de flora y fauna	Construcción, operación - mantenimiento y cierre	Restauración	Pérdida de cobertura vegetal	Degradación del paisaje	Se utilizarán las plantas rescatadas y propagadas para la revegetación progresiva de áreas intervenidas, asegurando la recuperación de la cobertura vegetal.	(N° áreas revegetadas / N de áreas intervenidas) *101	Informe técnico semestral, fotografías comparativas	17/10/2026	SEMESTRAL

14.10. Plan de Monitoreo y Seguimiento.

Establecer y ejecutar sistemas integrales de seguimiento, evaluación y monitoreo ambiental y social para garantizar el control efectivo de las medidas de mitigación y prevención establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto La Ceiba, asegurando el cumplimiento normativo y la implementación oportuna de acciones correctivas, a través del monitoreo continuo de parámetros como calidad del agua, emisiones, calidad del aire, ruido, suelo, rehabilitación de áreas afectadas, y del proceso de cierre y abandono.

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
PMA-135	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Todas las actividades,	Generación de contaminación al medio natural.	Alteración de las condiciones naturales del medio.	Se deberá realizar un seguimiento sistemático y permanente mediante registros continuos, observaciones visuales, y control de las medidas propuestas en el Plan de Manejo. Además, este elaborará informes (mensual por parte del técnico ambiental) y mantendrá copias de los medios verificables que serán entregados a la autoridad ambiental (en caso de ser requeridos). Esto se realizará para todas las fases del proyecto. Se exigirá al contratista, sub contratistas y proveedores el cumplimiento obligatorio del PMA y normativa vigente.	#de informes de cumplimiento realizados/# de informes planificados*100.	Notificaciones a contratista, sub contratistas y proveedores. Informes de cumplimiento.	15/10/26	MENSUAL
PMA-136	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Actividades generadoras de ruido.	Generación de ruido.	Contaminación acústica.	Se realizará el monitoreo de ruido ambiental en el parque fotovoltaico, tanto en horario diurno como nocturno, siguiendo el procedimiento del Libro VI, anexo 5 del TULAS (AM 097-A), con un sonómetro calibrado por un laboratorio acreditado. El control será semestral, evaluando fuentes generadoras y puntos críticos de afectación (PCA), comparando los resultados con los límites establecidos en la normativa	#de informes de cumplimiento realizados/# de informes planificados*100.	Registro fotográfico. Informes de monitoreos. Acreditación del laboratorio ante la SAE	15/04/27	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						ambiental vigente. El monitoreo se realizará en ocho puntos de muestreo georreferenciados bajo el sistema de coordenadas DATUM WGS84, Zona 17S, correspondientes a los puntos PCA-RA-1 (X: 586337; Y: 9522345), RA-1 (X: 586369; Y: 9521912), RA-2 (X: 587739; Y: 9521365), RA-3 (X: 587676; Y: 9519836), RA-4 (X: 586700; Y: 9519179), RA-5 (X: 585984; Y: 9519132), RA-6 (X: 585540; Y: 9519458) y PCA-RA-2 (X: 585652; Y: 9518274).				
PMA-137	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Transporte, excavación, funcionamiento de equipos y maquinaria.	Generación de polvo.	Alteración de las características de la calidad del aire.	Se realizará el monitoreo semestral de la calidad del aire en el área del proyecto, siguiendo el procedimiento descrito en el Libro VI (AM 097-A), con el fin de evaluar los parámetros de calidad del aire ambiente en puntos de generación de material particulado. Los resultados se compararán con los valores establecidos en la Tabla 1 de concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, alarma y emergencia. El monitoreo de la calidad del aire ambiente se realizará en dos puntos de muestreo georreferenciados bajo el sistema de coordenadas UTM, DATUM WGS84, Zona 17S, correspondientes a los puntos CA-1 (X: 586109; Y: 9519234) y CA-2 (X: 587133; Y: 9520483).	#de informes de cumplimiento realizados/# de informes planificados*100.	Registro fotográfico Informes de monitoreos. Acreditación del laboratorio ante la SAE	15/04/27	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
PMA-138	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Estadía del personal, mantenimiento preventivo y correctivo. Pastoreo de ganado.	Generación de descargas y/o vertidos. Generación de desechos orgánicos y sedimentación.	Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua	Se realizará el monitoreo de la calidad del agua en ríos y quebradas con caudal dentro del área del proyecto, tanto en época lluviosa como en época seca, conforme al procedimiento establecido en el Libro VI del Acuerdo Ministerial 097-A, tomando en cuenta los parámetros físico-químicos y microbiológicos establecidos en la línea base y evaluándolos respecto de los límites permisibles. Los puntos base de muestreo estarán georreferenciados en el sistema UTM, DATUM WGS84, Zona 17S como AL-APT-335-25 (X 586613, Y 9521730) y AL-APT-336-25 (X 586537, Y 9518310). Adicionalmente, durante la época lluviosa se ejecutarán campañas específicas de muestreo en puntos ubicados aguas arriba y aguas abajo de estos cursos de agua representativos, con el objetivo de analizar gradientes de calidad, identificar posibles fuentes de aporte de contaminantes y evaluar la variabilidad estacional a nivel de microcuenca. Para ello, se han definido como puntos aguas arriba AL-APT-335-25-A (X 586551, Y 9520734) y AL-APT-336-25-A (X 586592, Y 9521299), mientras que los puntos aguas abajo corresponden a los previamente establecidos (AL-APT-335-25 y AL-APT-336-25). Con los resultados se deberá evaluar el	#de informes de cumplimiento realizados/# de informes planificados*100.	Registro fotográfico Informes de monitoreos y análisis comparativo. Acreditación del laboratorio ante la SAE	15/04/27	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						impacto potencial asociado al arrastre de materia fecal animal y residuos sólidos, incluyendo la caracterización de la carga orgánica y microbiológica.				
PMA-139	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Mantenimientos preventivos y/o correctivos.	Derrame de sustancias y/o residuos peligrosos.	Alteración de las propiedades físicas, químicas y del suelo	Se realizará el monitoreo semestral de la calidad del suelo mediante muestras compuestas en áreas cercanas a sitios de manipulación de sustancias y desechos peligrosos, siguiendo el procedimiento descrito en el Libro VI (AM 097-A). Los resultados se evaluarán conforme a los límites establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A. Los puntos de monitoreo de calidad de suelo, georreferenciados en el sistema UTM, DATUM WGS84, Zona 17S, corresponden a S-1 (X: 587091; Y: 9521159) y S-2 (X: 586543; Y: 9520234), en los cuales se realizará la toma de muestras compuestas.	#de informes de cumplimiento realizados/# de informes planificados*100.	Registro fotográfico. Informes de monitoreos. Acreditación del laboratorio ante la SAE	15/04/27	SEMESTRAL
PMA-140	Programa de seguimiento y monitoreo	Operación – mantenimiento	Generación eléctrica.	Generación de radiaciones no ionizantes.	Alteración de las propiedades físicas del aire.	Se realizará el monitoreo de radiaciones no ionizantes con una frecuencia semestral, siguiendo el procedimiento establecido en el Libro VI del Acuerdo Ministerial 097-A y demás normativa ambiental aplicable. El monitoreo comprenderá la medición del parámetro radiaciones no ionizantes en los puntos georreferenciados bajo el sistema UTM, DATUM WGS84, Zona 17S, correspondientes a RNI-1 (X: 587101; Y: 9520037), ubicado en las inmediaciones de la subestación, y	#de informes de cumplimiento realizados/# de informes planificados*100.	Registro fotográfico Informes de monitoreos. Acreditación del laboratorio ante la SAE	15/04/27	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						RNI-2 (X: 586687; Y: 9519164), ubicado en la vivienda más cercana al proyecto. Los resultados obtenidos serán comparados con los límites y criterios establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A (Libro VI), con el fin de verificar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente y asegurar que la operación del proyecto no genere afectaciones por exposición a radiaciones no ionizantes.				
PMA-141	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Todas las actividades.	Generación de contaminantes.	Alteración de componentes ambientales por efectos de actividades constructivas.	Se deberá contratar a tiempo completo los servicios profesionales de técnicos ambientales y de seguridad, que se encargarán del cumplimiento del PMA y normativa vigente. Contratar los servicios de un Sociólogo o Antropólogo a tiempo parcial para la ejecución del Plan de Relaciones comunitarias y resolver conflictos socio ambientales que se puedan generar. En caso de identificar restos arqueológicos, se deberá contratar los servicios de un Arqueólogo y ejecutar el Plan programa de control Arqueología.	Nro. profesionales contratados / Nro. profesionales planificados * 100	Copia de contratos Informes de seguimiento y control mensual	15/10/26	ANUAL
PMA-142	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Monitoreo de flora.	Alteración de la cobertura vegetal	Cambios en la estructura y composición de la flora.	Se realizará el monitoreo de la cobertura vegetal en época lluviosa y seca dentro del área de influencia del proyecto, evaluando la regeneración natural, supervivencia de especies prioritarias, dinámica poblacional y cambios en la composición florística para verificar la efectividad de las medidas implementadas. Estos monitoreos se realizaran en los puntos establecidos en la	# monitoreos ejecutados / # monitoreos planificados * 100	Fotografías Informe de monitoreos de flora y fauna	15/10/2027	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						línea base y aplicando las mismas metodologías y esfuerzo de muestreo del Estudio de Impacto Ambiental, con el fin de evaluar cambios en la composición, estructura y estado de conservación de la vegetación. Los puntos de monitoreo de flora, georreferenciados en el sistema UTM, DATUM WGS84, Zona 17S, corresponden a las parcelas de muestreo cuantitativo de 50 m × 100 m PFC-FL001, delimitada por los puntos P1 (X: 586829,11; Y: 9521300,36), P2 (X: 586929,11; Y: 9521300,36), P3 (X: 586929,11; Y: 9521250,36) y P4 (X: 586829,11; Y: 9521250,36); PFC-FL002, delimitada por los puntos P1 (X: 586773,84; Y: 9519316,88), P2 (X: 586773,84; Y: 9519366,88), P3 (X: 586873,84; Y: 9519366,88) y P4 (X: 586873,84; Y: 9519316,88); PFC-FL003, delimitada por los puntos **P1 (X: 586388,94; Y: 9519095,13), P2 (X: 586388,94; Y: 9519145,13), P3 (X: 586488,94; Y: 9519145,13) y P4 (X: 586488,94; Y: 9519095,13); y PFC-FL004, delimitada por los puntos P1 (X: 587663,00; Y: 9521392,00), P2 (X: 587663,00; Y: 9521292,00), P3 (X: 587713,00; Y: 9521292,00) y P4 (X: 587713,00; Y: 9521392,00). Adicionalmente, se realizarán muestreos cualitativos mediante transectos de 100 m × 2 m en PFC-T, desde P1 (X: 587529,00; Y: 9521339,00) hasta P2 (X: 587607,00; Y: 9521272,00), y en PFC-T1, desde P1 (X: 586328,00; Y: 9519109,00) hasta P2 (X: 586260,00; Y: 9519180,00). Adicionalmente, se incluirá el monitoreo de áreas reforestadas, la barrera natural				

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						perimetral y zonas rehabilitadas, a fin de verificar su recuperación ecológica.				
PMA-143	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Monitoreo de avifauna.	Alteración del hábitat.	Desplazamiento y afectación de fauna.	Se realizará el monitoreo de aves en los transectos definidos en la línea base, evaluando la diversidad, abundancia y comportamiento de las especies en época lluviosa y seca, manteniendo las metodologías y esfuerzo aplicados en la línea base para garantizar la comparabilidad de resultados. El monitoreo se efectuará en los transectos georreferenciados en el sistema UTM, DATUM WGS84, Zona 17S, correspondientes a PFC-OR001-RN, desde Inicio (X: 586190; Y: 9519256) hasta Final (X: 586362; Y: 9519153); PFC-OR001-PC, desde Inicio (X: 585826; Y: 9519535) hasta Final (X: 586487; Y: 9518805); PFC-OR002-RN, desde Inicio (X: 587623; Y: 9519571) hasta Final (X: 587437; Y: 9519513); PFC-OR002-PC, desde Inicio (X: 586827; Y: 9520896) hasta Final (X: 587498; Y: 9520255); PFC-OR003-RN, desde Inicio (X: 586498; Y: 9521816) hasta Final (X: 586688; Y: 9521706); y PFC-OR003-PC, desde Inicio (X: 586608; Y: 9521983) hasta Final (X: 587313; Y: 9521427).	# monitoreos ejecutados / # monitoreos planificados * 100	Fotografías Informe de monitoreos de flora y fauna	15/10/2027	SEMESTRAL
PMA-144	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Monitoreo de fauna terrestre	Alteración del hábitat	Modificación de la composición, abundancia, distribución y dinámica poblacional de la mastofauna.	Implementar un programa de monitoreo de fauna terrestre bajo un enfoque estacional comparativo, ejecutando campañas durante la época seca y lluviosa.El monitoreo se ejecutará mediante recorridos y transectos establecidos en la línea base, evaluando la presencia, distribución y comportamiento	# monitoreos ejecutados / # monitoreos planificados * 100	Fotografías Informe de monitoreos de flora y fauna	15/10/2027	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						de mastofauna y herpetofauna, así como su respuesta frente a cambios en el hábitat. Se utilizarán las mismas metodologías y esfuerzo de muestreo de la línea base para asegurar consistencia en los resultados. Los transectos de monitoreo de mastofauna y herpetofauna, georreferenciados en el sistema UTM, DATUM WGS84, Zona 17S, corresponden, para **mastofauna**, a PFC-MA001-TO, Inicio (X: 585669.12; Y: 9519694.89), Final (X: 586438.08; Y: 9519036.34); PFC-MA001-RdN, Inicio (X: 586333.61; Y: 9519106.72), Final (X: 586525.69; Y: 9519164.16); PFC-MA001-TSh, Inicio (X: 586219.78; Y: 9519679.98), Final (X: 586255.83; Y: 9519275.51); PFC-MA001-TTwk, Inicio (X: 586225.51; Y: 9519615.73), Final (X: 586249.20; Y: 9519349.90); PFC-MA002-TO, Inicio (X: 586389.56; Y: 9520735.69), Final (X: 586886.98; Y: 9519871.39); PFC-MA002-RdN, Inicio (X: 586954.29; Y: 9519831.93), Final (X: 587061.51; Y: 9520001.78); PFC-MA002-TSh, Inicio (X: 587265.10; Y: 9519620.09), Final (X: 587186.40; Y: 9519233.75); PFC-MA002-TTwk, Inicio (X: 587196.67; Y: 9519284.18), Final (X: 587245.94; Y: 9519526.05); PFC-MA003-TO, Inicio (X: 587305.51; Y: 9521208.46), Final (X: 586489.00; Y: 9521807.00); PFC-MA003-RdN, Inicio (X: 586742.01; Y: 9521836.36), Final (X: 586817.77; Y: 9521653.35); PFC-MA003-TSh, Inicio (X: 586822.46; Y: 9521252.65), Final (X: 587211.90; Y: 9521226.82); PFC-MA003-TTwk, Inicio (X: 586888.87; Y: 9521248.25), Final (X: 587139.87; Y: 9521231.60). Para **herpetofauna**, los transectos corresponden a PFC-HR01,				

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						desde Inicio (X: 586762,89; Y: 9518882,00) hasta Final (X: 586318,00; Y: 9519132,00); PFC-HR02, desde Inicio (X: 586956,65; Y: 9520822,00) hasta Final (X: 586650,72; Y: 9520399,00); y PFC-HR03, desde Inicio (X: 586628,00; Y: 9521715,00) hasta Final (X: 587028,54; Y: 9521442,00)..				
PMA-145	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Monitoreo de fauna acuática	Alteración del hábitat	Desplazamiento y afectación de fauna.	Se realizará el monitoreo en los cuerpos de agua permanentes, tanto en época seca como en época lluviosa dentro del área del proyecto, evaluando la composición, abundancia y calidad ecológica de las comunidades de ictiofauna y macroinvertebrados, manteniendo los puntos y técnicas de muestreo definidos en la línea base. Los puntos de monitoreo de **ictiofauna**, georreferenciados en el sistema UTM, DATUM WGS84, Zona 17S, corresponden a PFC-PEA-001 (X: 586547,98; Y: 9518372,66); PFC-PEA-002 (X: 589151,21; Y: 9519091,87); PFC-PEA-003 (X: 588769,77; Y: 9520704,11); PFC-PEE-004 (X: 586622,00; Y: 9521714,00); y PFC-PEE-005 (X: 586541,00; Y: 9520753,00) y los **macroinvertebrados acuáticos**, georreferenciados en el sistema UTM, DATUM WGS84, Zona 17S, corresponden a PFC-MC-001 (X: 586548; Y: 9518373), PFC-MC-002 (X: 589151; Y: 9519092), PFC-MC-003 (X: 588770; Y: 9520704), PFC-MC-004 (X:	# monitoreos ejecutados / # monitoreos planificados * 100	Fotografías Informe de monitoreos de flora y fauna	15/10/2027	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
						586622; Y: 9521714) y PFC-MC-005 (X: 586541; Y: 9520753).				
PMA-146	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Monitoreo de Entomofauna	Alteración del hábitat	Desplazamiento y afectación de fauna.	El monitoreo de Entomofauna se llevará a cabo mediante transectos y métodos establecidos en la línea base, evaluando la diversidad y abundancia de especies, identificando cambios en las cadenas tróficas y en la funcionalidad del ecosistema. Los transectos de monitoreo de entomofauna, georreferenciados en el sistema UTM, DATUM WGS84, Zona 17S, corresponden a PFC-EN001-TP, Inicio (X: 586193; Y: 9519261), Final (X: 586415; Y: 9519058); PFC-EN001-VR, Inicio (X: 585968; Y: 9519483), Final (X: 586217; Y: 9519316); PFC-EN001-RE, Inicio (X: 585606; Y: 9519546), Final (X: 585776; Y: 9519298); PFC-EN002-TP, Inicio (X: 586906; Y: 9520609), Final (X: 587005; Y: 9520326); PFC-EN002-VR, Inicio (X: 587109; Y: 9520099), Final (X: 586970; Y: 9519833); PFC-EN002-RE, Inicio (X: 587399; Y: 9520103), Final (X: 587259; Y: 9519837); PFC-EN003-TP, Inicio (X: 586444; Y: 9521851), Final (X: 586670; Y: 9521654); PFC-EN003-VR, Inicio (X: 587023; Y: 9521755), Final (X: 587281; Y: 9521600); y PFC-EN003-RE, Inicio (X: 586829; Y: 9521578), Final (X: 587049; Y: 9521374)..	# monitoreos ejecutados / # monitoreos planificados * 100	Fotografías Informe de monitoreos de flora y fauna	15/10/2027	SEMESTRAL

Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad
PMA-147	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Monitoreo biótico en corredores biológicos	Alteración del hábitat	Desplazamiento y afectación de fauna.	Se realizará el monitoreo biótico en los corredores biológicos y puntos de control dentro del área del proyecto, evaluando la conectividad ecológica y la efectividad de las medidas de manejo implementadas. Los puntos de control estarán ubicados en remanentes del bosque que no serán intervenidos, sitios de flujo de especies, senderos, quebradas o paralelos a quebradas, puede ser al norte/sur – este / oeste del proyecto, sirven como línea base para comparar si la fauna se desplaza fuera del proyecto.	# monitoreos ejecutados / # monitoreos planificados * 100	Fotografías Informe de monitoreos de flora y fauna	15/10/2027	SEMESTRAL
PMA-148	Programa de seguimiento y monitoreo	Construcción, operación – mantenimiento y cierre.	Actividades constructivas en general	Incumplimiento de normativa ambiental	Sanciones administrativas.	Con el fin de cumplir lo que establece el Código Orgánico del Ambiente y su respectivo Reglamento, se procederá a elaborar la Auditoría Ambiental de cumplimiento AAC conforme al periodo establecido. La primera AAC al primer año de emitida la Autorización Administrativa Ambiental y posterior cada tres años. Cabe destacar que se debe presentar los términos de referencia 90 días antes de cumplir el año de emitida la Licencia Ambiental.	# AAC elaboradas / # AAC planificadas * 100	Oficio de presentación o aprobación de TDR Copia de contrato con la empresa Consultora Ambiental o Consultor Ambiental individual acreditado ante el MAATE	15/10/2027	ANUAL

14.11. Cronograma valorado PMA

Nro.	MEDIDAS	COSTOS	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN - MANTENIMEINTO Y CIERRE												P.P.
			Meses												
		USD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Plan de Prevención y Mitigación de Impactos															
PMA-01	Tanques de almacenamiento de combustible	$5.700,00	*												1
PMA-02	Adecuación de área de almacenamiento de sustancias peligrosas.	$2.553,00	*												1
PMA-03	Hojas de seguridad	$30,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-04	Cerramiento perimetral	$3.290,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-05	Mantenimiento permanente y rutinario a las instalaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas	$1.900,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-06	Materiales cubiertos con lonas.	$150,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-07	Cubrimiento de volquetes con lonas	$390,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-08	Limitar la velocidad con el uso de señales.	$74,40	*												0,5
PMA-09	Humedecimiento de vías y sitios en donde se origine polvo.	$2.988,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,4
PMA-10	Prohibido quemar desechos.	$24,80	*												0,5
PMA-11	Maquinaria y vehículos en buen estado; mantenimiento preventivo.	$2.200,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,4
PMA-12	Trabajos en horario diurno, revisión de silenciadores, prohibición de uso incorrecto de bocinas.	$49,60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,4
PMA-13	Aislamiento de equipos ruidosos	$1.841,02	*												0,4
PMA-14	Programa de control de ruido en la operación	$840,00	*						*						0,4
PMA-15	Delimitación de áreas de protección	$2.400,00													0,4
PMA-16	Control del tránsito de maquinaria, restricción del aprovechamiento forestal no autorizado, prevención de incendios	$2.400,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,4
PMA-17	Señal de prohibición de desbroce de vegetación en franjas ripiaras	$74,70	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-18	Señal de prohibido mantener animales domésticos en el área de implantación.	$43,20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-19	Se evitará la introducción de especies de flora o fauna exóticas ajenas a la zona.	$43,20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-20	Evitar la construcción de trochas, caminos y vías internas o de acceso.	$300,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-21	Establecer una franja de protección de al menos 20 m en los márgenes de las quebradas	$3.200,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,2
PMA-22	Compra de madera en locales con permisos.	$60,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,2
PMA-23	Se implementarán corredores biológicos y franjas de vegetación ripiara	$3.275,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,2

Nro.	MEDIDAS	COSTOS	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN - MANTENIMEINTO Y CIERRE												P.P.
			Meses												
		USD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PMA-24	Control de la maleza con herramientas y equipos manuales. Uso de herbicidas amigables.	$698,40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,2
PMA-25	Sistema integral de señalética ambiental y vial	$99,20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,2
PMA-26	Implementar diseño de cerramientos amigables con la fauna.	$600,00	*												1,2
PMA-27	Prohibición expresa del lavado de equipos dentro de áreas sensibles.	$100,00	*												0,5
PMA-28	Prohibición la manipulación, captura, traslado de la vida silvestre.	$100,00	*												0,5
PMA-29	Evitar iluminación artificial en la noche	$64,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-30	Unidad básica sanitaria y biodigestor	$3.742,66	*	*											1
PMA-31	Medidas específicas para la conservación de Lonchophylla hesperia	$900,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-32	Medidas para el uso eficiente y ahorro de agua durante todas las fases del Proyecto Fotovoltaico.	$331,90	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-33	Mantenimiento de los paneles solares bajo criterios de sostenibilidad.	$360,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,2
PMA-34	Prohibición de depósito de escombros en quebradas y zonas de protección.	$74,40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-35	Sistema de drenaje pluvial.	$4.500,00	*												1
PMA-36	Mantenimiento del sistema de drenaje construido.	$2.300,00	*					*							1
PMA-37	Barreras temporales, biobarreras y franjas de vegetación.	$3.700,00												*	1
PMA-38	Restricción del pastoreo caprino.	$180,00			*										1,2
PMA-39	Coberturas en depósito de suelo.	$2.031,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-40	Piso impermeabilizado y separador API en área de sustancias/desechos peligrosos.	$749,90	*												1,2
PMA-41	Uso de bandejas para evitar goteos o derrames de sustancias peligrosas.	$240,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,2
PMA-42	Programa de prevención del componente Arqueológico.	$6.000,00	*												1,2
	Plan de contingencias														
PMA-43	Kit anti derrames en área de almacenamiento de sustancias y desechos peligrosos.	$350,00	*												0,4
PMA-44	Procedimiento sobre el manejo y control de derrames.	$600,00	*												0,4
PMA-45	Plan de contingencias para control de derrames.	$230,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-46	Conformación de brigada para control de derrames	$80,00	*												0,5
PMA-47	Plan de contingencias para actuación en caso de incendios.	$230,00	*												0,5
PMA-48	Conexión a tierra de todos los equipos	$360,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-49	Implementación de extintores	$240,00	*												1

Nro.	MEDIDAS	COSTOS	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN - MANTENIMEINTO Y CIERRE												P.P.
			Meses												
		USD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PMA-50	Actividades de descarga de combustibles con conexión a tierra.	$120,00	*												0,5
PMA-51	Inspección anual del cuerpo de bomberos	$80,00	*												0,4
PMA-52	Simulacros	$230,00	*						*						0,5
PMA-53	Plan de Prevención y Control de Incendios Forestales.	$1.500,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-54	Conformación de brigada para control de incendios.	$80,00	*												0,5
PMA-55	Plan de Prevención de Riesgos Laborables PPR actualizado	$1.500,00	*												0,7
PMA-56	Dotación de equipos de protección	$1.700,00	*												0,7
PMA-57	Señal con números telefónicos de entidades de emergencia 911	$38,40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-58	Botiquín	$310,00	*												1
PMA-59	Simulacros	$230,00	*												0,7
PMA-60	Establecer brigada de emergencia para accidentes.	$80,00	*												0,7
PMA-61	Sistema de comunicación	$650,00	*												0,7
PMA-62	Plan de contingencias para actuar ante desastres naturales y evacuación	$230,00	*												0,7
PMA-63	Identificar y señalizar las áreas seguras	$124,00													0,7
PMA-64	Simulacro de evacuación	$230,00	*												0,7
PMA-65	Limpiar zanjas y drenajes; establecer rutas de evacuación internas	$1.350,00	*												0,7
PMA-66	Canales de comunicación activos con autoridades.	$80,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,7
PMA-67	Mapa de evacuación	$34,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,7
PMA-68	Señalización para evitar accidentes de transito	$1.800,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,7
PMA-69	Implementar un programa de monitoreo sanitario preventivo para *Desmodus rotundus*	$600,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,7
	Plan de capacitación														
PMA-70	Capacitación en seguridad industrial, salud ocupacional y contingencias.	$250,00	*												0,5
PMA-71	Taller de contingencias.	$250,00		*						*					0,5
PMA-72	Taller sobre el PMA	$250,00	*			*			*			*			0,5
PMA-73	Instrucción personal nuevo.	$250,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-74	Inducciones semanales de uso de herramientas y equipos	$450,00	*			*			*			*			0,5

Nro.	MEDIDAS	COSTOS	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN - MANTENIMEINTO Y CIERRE												P.P.
			Meses												
		USD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PMA-75	Capacitación en trabajos con elementos electrificados, procedimientos de operación de inversores, transformadores y almacenamiento; inspección y limpieza segura de módulos solares	$450,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-76	Charla ambiental a los trabajadores del proyecto.	$250,00		*							*				0,5
PMA-77	Educación ambiental enfocada en la conservación de la flora y fauna.	$250,00	*						*						0,5
	Plan de manejo de desechos sólidos														
PMA-78	Adecuación de contenedores. Acondicionar un área de almacenamiento temporal de desechos no peligrosos	$1.500,00	*												0,5
PMA-79	Disposición chatarras	$350,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-80	Compostera	$700,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-81	Disposición reciclables	$350,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-82	Disposición no reciclables	$351,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-83	Diseño del área temporal para el apilamiento de escombros	$250,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-84	Registro de generador de desechos peligrosos	$500,00	*												1
PMA-85	Área para desechos peligrosos	$1.750,00		*											0,6
PMA-86	Declaración anual de desechos peligrosos	$450,00												*	0,6
PMA-87	Entrega a un gestor ambiental	$300,00												*	0,6
PMA-88	Plan de minimización	$750,00												*	0,6
PMA-89	Mantenimiento de unidades de tratamiento de efluentes.	$500,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,6
PMA-90	Gestión de estiércol de ganado.	$700,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,6
	Plan de relaciones comunitarias														
PMA-91	Realizar acercamientos individuales con los propietarios	$200,00	*						*						0,9
PMA-92	Socializar a la población del área de influencia directa	$500,00	*						*						0,9
PMA-93	Mantener un canal abierto de diálogo.	$500,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-94	Notificar y comunicar a las comunidades aledañas	$350,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-95	Realizar contrataciones de mano de obra calificada y no calificada local	$700,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-96	Compra en comercios locales	$320,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5
PMA-97	Solución de conflictos mediante la atención de denuncias.	$320,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5

Nro.	MEDIDAS	COSTOS	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN - MANTENIMEINTO Y CIERRE												P.P.
			Meses												
		USD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PMA-98	Análisis para ejecutar compensación a la población del AIDS-Barrios por posibles afectaciones	$1.500,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,4
PMA-99	Convenios de reparación integral.	$1.000,00	*							*					0,4
PMA-100	Indeminazión en caso de daños.	$1.000,00	*							*					1
PMA-101	Capacitar a todo el personal que labora en el proyecto y a la población de los barrios del AID	$500,00	*	*	*	*	*	*							0,4
PMA-102	Involucrar y capacitar a la población en actividades de monitoreo.	$400,00	*	*	*										1
PMA-103	Gestionar, desarrollar o financiar proyectos en los diferentes ejes de desarrollo sociales.	$89.344,99												*	1
Plan de rehabilitación de áreas afectadas															
PMA-104	Identificación, delimitación y evaluación de áreas afectadas	$250,00												*	0,4
PMA-105	Retiro de desechos	$1.800,00												*	1
PMA-106	Gestión de suelo contaminado	$1.400,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
PMA-107	Mejoramiento del suelo	$1.380,00												*	1
PMA-108	Revegetación	$2.300,00												*	0,8
PMA-109	Mantenimiento de plantas sembradas	$1.300,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,6
Plan de cierre y abandono															
PMA-110	Monitoreo biotico antes del cierre	$3.500,00												*	-0,4
PMA-111	Actualización del plan de cierre	$1.200,00												*	0,6
PMA-112	Control de accesos	$160,00												*	0,6
PMA-113	Limpieza del sitio	$2.130,00												*	0,6
PMA-114	Medidas específicas para el manejo adecuado de los desechos sólidos y líquidos generados.	$3.900,00												*	0,6
PMA-115	Restauración de las zonas afectadas	$1.900,00												*	0,6
PMA-116	Acondicionamiento final y rehabilitación	$1.200,00												*	0,6
Plan de rescate de vida silvestre															
PMA-117	Liberación de área	$1.000,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-118	Rescate previo inmediato	$900,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-119	Protocolo de rescate	$1.500,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-120	Equipo técnico especializado	$7.200,00	*	*	*				*	*					0,5

Nro.	MEDIDAS	COSTOS	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN - MANTENIMEINTO Y CIERRE												P.P.
			Meses												
		USD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PMA-121	Inspección pre-desbroce	$2.600,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-122	Inducción migración fauna	$400,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-123	Rescate activo fauna	$1.600,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-124	Protección fauna vulnerable	$1.200,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-125	Búsqueda herpetofauna	$1.200,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-126	Manejo temporal fauna	$1.500,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-127	Evaluación sanitaria fauna	$1.200,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-128	Liberación controlada fauna	$500,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-129	Traslocación controlada fauna	$500,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-130	Rescate vegetación nativa	$2.500,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-131	Vivero temporal flora	$2.000,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-132	Recolección de semillas	$1.800,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-133	Reubicación de flora	$1.500,00	*	*	*				*	*					0,5
PMA-134	Revegetación de áreas	$3.000,00	*	*	*				*	*					0,5
Plan de monitoreo y seguimiento															
PMA-135	Seguimiento ambiental general	$2.500,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,7
PMA-136	Monitoreo de ruido ambiental	$780,00							*					*	0,7
PMA-137	Monitoreo de calidad del aire	$1.760,00							*					*	0,7
PMA-138	Monitoreo de calidad del agua	$1.047,00							*					*	0,7
PMA-139	Monitoreo de calidad de suelo	$1.800,00							*					*	0,7
PMA-140	Monitoreo de radiaciones	$540,00							*					*	0,7
PMA-141	Personal técnico ambiental	$19.900,00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,7
PMA-142	Monitoreo de flora	$4.500,00							*					*	0,7
PMA-143	Monitoreo de avifauna	$2.200,00							*					*	0,7
PMA-144	Monitoreo de fauna terrestre	$2.200,00							*					*	0,7
PMA-145	Monitoreo de fauna acuática	$2.200,00							*					*	0,7
PMA-146	Monitoreo de entomofauna	$2.200,00							*					*	0,7

Nro.	MEDIDAS	COSTOS	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN - MANTENIMEINTO Y CIERRE												P.P.
			Meses												
		USD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PMA-147	Monitoreo de corredores biológicos	$2.900,00							*					*	0,7
PMA-148	Auditoría ambiental de cumplimiento	$12.500,00												*	0,7
Total		$291.307,77													100

Nota:

El análisis estimado del presupuesto para los programas de desarrollo territorial se basa en la información de los "Estudio de prefactibilidad del proyecto fotovoltaico La Ceiba, CELEC EP-GENSUER,2025", que corresponde a la proyección de los excedentes de generación de energía y al costo estimado de la venta, y en aplicación del Art. 56 de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica. En el siguiente cuadro se indica los valores analizados:

Ítems	Descripción	Valor	Unidades
A	Excedentes de generación estimado en estudio de prefactibilidad	12200,00	MWh
B	Precio de venta energía estimado en estudio de prefactibilidad	69,35	US/MWh
C	Ingreso estimado por venta de energía de excedente (A*B)	$846.070,00	US
D	3 % de C (Porcentaje de utilidades destinado a trabajadores de Empresas generadoras de capital privado y de economía mixta a Art. 56 LOSPEE)	$101.528,40	US
E	Saldo (C-D)	$744.541,60	US
F	12% de E (Porcentaje de utilidades destinado a Desarrollo Territorial para Empresas generadoras de capital privado y de economía mixta a Art. 56 LOSPEE)	$ 89.344,99	US

Contenido

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 1131
15.1. CONCLUSIONES. 1131
15.2. RECOMENDACIONES 1135
16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: 1139

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

15.1. CONCLUSIONES.

- El ACV del Parque Fotovoltaico La Ceiba, definido con unidad funcional de 1 MWh y límites "cuna-a-tumba", estima una carga total de 13,072 millones de mPt; el uso de recursos concentra el 97,0%, seguido de residuos (2,51%), materiales/procesos/transporte (0,47%) y emisiones (0,01%), evidenciando que la huella global está dominada por insumos materiales y energéticos en fases tempranas.
- La fase de construcción es el punto crítico del ciclo de vida por su alta demanda de materiales y combustibles: hormigón (2.500 m³), áridos (1.500 m³), agua (72–120 m³/mes), electricidad (2.000 kW/mes) y diésel (800 m³/mes), con emisiones asociadas de MP10 (1.176 kg/mes) y NOx (1.530 kg/mes); en la ponderación, los combustibles fósiles explican el mayor aporte (≈12.654 millones mPt), por lo que las medidas de mitigación deben priorizar eficiencia material y energética.
- Durante la operación, el perfil de impacto es bajo: emisiones directas del orden de décimas de kg/mes (p. ej., NOx y CO ~0,3 kg/mes), consumo auxiliar de 400 kW/mes y un uso de agua para limpieza de ≈1,5 L por módulo por evento; en consecuencia, la gestión hídrica se perfila como el vector sensible de esta fase (Equipo consultor, 2025).
- La Descripción del Proyecto confirma la viabilidad locacional del Parque FV La Ceiba: el polígono (≈401,31 ha) se emplaza en Zapotillo, junto a la E25, sin intersección con áreas del SNAP; la accesibilidad vial y el entorno de bosque seco tropical favorecen la logística de montaje y operación.
- El dimensionamiento eléctrico-mecánico está definido y consistente para 200 MWp (≈159,6 MWac): ~400.088 módulos mono sobre seguidores a un eje (±55°), 38 inversores centrales y red interna a 34,5 kV hacia una S/E elevadora 34,5/230 kV (≈2×100 MVA), configurando una topología estándar para evacuación en AT.
- El recurso solar (≈1947 kWh/m²·año) soporta una producción P50 de ~396,5 GWh/año y factor de planta ~22,6%, con meta de disponibilidad >95%; estos indicadores son coherentes con el arreglo propuesto y la infraestructura de control/SCADA prevista en subestación.
- Las condiciones topográficas (pendientes dominantes hasta 20°, máximas 25°) exigirán movimientos de tierra y adecuaciones (terrazas/rellenos) sobre ~322,4 ha útiles, priorizando control de erosión en plataformas y obras civiles iniciales; la secuencia constructiva propuesta (preparación del sitio, montaje estructural y eléctrico, pruebas) reduce riesgos de interferencias y retrabajos.
- La evaluación multicriterio del PFV La Ceiba concluye que la Alternativa B—que respeta franjas de protección hídrica y reubica infraestructura fuera de zonas de riesgo—es la opción óptima (puntaje global 6,643 vs. 5,957 de la Alternativa A), sin comprometer eficiencia energética ni confiabilidad operativa, por lo que prioriza integridad ambiental y estabilidad hídrico-geotécnica del sitio.
- La selección se sustentó en MCDA/AMC con consulta experta (tipo Delphi simplificado), ponderando criterios en 30% ambiental, 27% socioeconómico y 21,5% técnico-económico; los subcriterios críticos fueron biodiversidad y cuerpos hídricos (15% cada uno), seguidos por empleo y aceptación social (13,5%), y por eficiencia, confiabilidad y

costos (10,75% cada uno), asegurando trazabilidad y equilibrio técnico-ambiental en la decisión.

- Comparativamente, la Alternativa A reduce costos CAPEX/OPEX por su compacidad pero incumple márgenes de protección, incrementando riesgos de afectación a cauces (inundación, socavación, sanciones) y vulnerabilidad operacional; la Alternativa B implica mayor huella y costos logísticos, pero disminuye riesgos hídricos, mejora aceptación social por cumplimiento normativo y mantiene desempeño técnico equivalente.
- En consecuencia, se recomienda adoptar la Alternativa B y formalizar su diseño con franjas riparias y áreas de conservación como medida estructural de mitigación, dado que preserva funciones ecológicas (estabilización de suelos, filtrado de contaminantes, regulación térmica y corredores biológicos), reduce exposición a contingencias y fortalece la legitimidad social del proyecto.
- La demanda de recursos del PFV La Ceiba está dominada por agua en construcción: consumo humano estimado en 0,12 m³/hab·día (64,8 m³ por trabajador en 18 meses) y control de polvo con una tasa de aplicación promedio de 0,27 m³/m²·mes sobre 8 400 m² de vía (máximo teórico 68 040 m³/mes), a ejecutarse sólo en días de alta radiación; el suministro será mediante tanqueros autorizados. Complementariamente, se prevé 1 generador de 120 kVA (combustibles fósiles) y 1 500 m³ de áridos para caminos, con manejo de suelo por reutilización interna y acopio de capa orgánica para restauración, evitando préstamos externos.
- En operación y mantenimiento, el uso de agua es bajo y predecible: limpieza anual de módulos de 0,011 m³/panel (derivado de 0,004 m³/m²·año y 2,77 m²/panel), equivalente a 4 400,96 m³/año para 400 088 paneles; adicionalmente, 0,12 m³/hab·día para personal (43,2 m³/hab·año). El único recurso explotado es la radiación solar, sin extracción adicional de recursos naturales.
- No se contempla explotación de áridos/pétreos ni adquisición de suelos externos; los materiales se comprarán a canteras autorizadas y el manejo de suelos prioriza reutilización y restauración, lo que reduce presión sobre fuentes locales y facilita el cumplimiento ambiental.
- El área del proyecto presenta un clima árido–semiárido con sequía estacional prolongada, elevada heliofanía y balance hídrico negativo; estas condiciones son favorables para la captación solar, pero exigen considerar variabilidad interanual y eventos extremos (El Niño) en el diseño de obras.
- El emplazamiento se asienta sobre la Formación Zapotillo —lutitas negras carbonosas, areniscas tobáceas y calcilutitas— con pliegues suaves; afloran coluviales/aluviales recientes de baja consolidación. Geotécnicamente, las lutitas son potencialmente expansivas y los coluviales presentan baja capacidad portante, por lo que las cimentaciones y taludes deben diseñarse para controlar asentamientos y fisuración.
- Predominan planicies aluviales–coluviales con pendientes dominantes <12%, aunque localmente se registran laderas de 25–40% en flancos de pliegues y encañonamientos; el modelado es fluvial estacional, por lo que la susceptibilidad a erosión laminar y concentración de escorrentía exige drenajes longitudinales/transversales en plataformas y vías.
- La matriz edáfica está dominada por Entisoles poco desarrollados: Aridic Lithic Ustorthents (51,84%), Aridic Lithic Haplustepts (25,11%) y Aridic Ustorthents (23,03%), de escasa profundidad y alta pedregosidad; presentan limitaciones para agricultura y alta

erodabilidad, condiciones coherentes con uso fotovoltaico y que demandan control de erosión y manejo de escorrentías.

- El drenaje converge a la cuenca binacional Catamayo–Chira mediante quebradas estacionales (p. ej., La Lima, Mangahurco); el régimen efímero y los cauces no permanentes obligan a mantener fajas de protección, pasos hidráulicos y continuidad de escorrentías bajo caminos y plataformas.
- La línea base indica pH, DQO y DBO_5 dentro de límites permisibles y metales por debajo de umbrales; TPH reportado como "<20 mg/L" no permite contrastar con criterio (0,5 mg/L), aunque sugiere niveles muy bajos; no se evidencian aportes antrópicos significativos en temperatura y conductividad.
- En la línea base de calidad ambiental, el aire cumple en la mayoría de parámetros, pero presenta excedencia puntual de $PM_{2.5}$ (144,08 µg/m³) asociada a suelo desnudo y arrastre eólico de polvo; el ruido ambiental diurno y nocturno se mantiene por debajo de los límites del TULSMA para zonas Agrícola-Residencial (AR), evidenciando un escenario acústico de cumplimiento.
- Se estableció el nivel de fondo diurno con sonometría conforme TULSMA (ponderaciones A/C, verificación de estabilidad y tiempos ≥30 min/punto), útil para comparar y gestionar incrementos durante obra/operación y definir medidas correctivas donde existan PCA.
- El sitio corresponde al bosque deciduo de tierras bajas Jama–Zapotillo y muestra alta intervención: ausencia de traslape con SNAP/Bosques Protectores/PFE, mosaico con amplias áreas sin cobertura/pastizales y remanentes de bosque en laderas y quebradas; la superficie efectivamente boscosa para valoración se estimó en 217,57 ha dentro del polígono de 401,311 ha.
- La comunidad vegetal inventariada registra 758 individuos, 16 especies (12 familias) y diversidad media (H'=1,706) con baja dominancia (Simpson 1−D=0,77); estructuralmente predomina diámetro 10–20 cm, con mayor IVI en Piscidia carthagenensis (59,68) y Tabebuia sp. (56,23), seguidas por Caesalpinia glabrata (37,55) y Bougainvillea peruviana (26,07); el área basal está liderada por Piscidia (9,76 m²) y Tabebuia (7,91 m²).
- La valoración económica total (VET) por bienes/servicios ecosistémicos asciende a USD 100 547,26 para 217,57 ha, destacando regulación de GEI (almacenamiento/fijación de C) con USD 77 346,14 (supuesto 150 tC/ha y USD 2,37/tC) y productos maderables con USD 23 201,13; no se asignó valor a agua, belleza escénica, medicinales u ornamentales por no aplicar al contexto del sitio y política vigente.
- La red de drenaje es estacional (quebradas intermitentes) y el AID se definió por franjas técnicas de retiro: 15 m a lado y lado en cauces temporales y 55 m para el río Chira; el AII añade 5 m al AID, asegurando conectividad hidrológica bajo un criterio precautorio. El AID coincide con la huella efectiva de obras (planta, subestación, campamentos y vías), excluyendo márgenes hídricos; el AII se delimitó con un buffer de 50 m para capturar efectos de erosión/escorrentía inducidos por obra, coherente con proyectos FV análogos.
- La modelación SCREEN3 ubicó picos a 205 m (NOx≈876 µg/m³; CO≈347 µg/m³; PM≈47 µg/m³), por lo que el AID=205 m desde el perímetro del proyecto y el AII=1000 m como zona de dispersión atenuada; las concentraciones decrecen hacia el fondo ambiental a ≥1 km. Con escenario pesimista y atenuación en campo libre, el AID se asimila a la huella de implantación; el AII se fijó en 22,43 m (peor caso nocturno, 45 dB(A) AR), garantizando cumplimiento del AM 097-A. El AID corresponde al área operativa de la subestación (0,8486 ha); el AII precautorio es un buffer de 300 m alrededor del polígono, muy por debajo de umbrales ICNIRP/OMS para ELF-60 Hz.

- La zonificación se fundamenta en un índice S = Degradación × Tolerancia (1–5), implementado en SIG y aplicado al AID para garantizar trazabilidad fuente–vía–receptor; el esquema de clasificación (muy alta–nula) sigue criterios de tolerancia y degradación validados en EsIA.
- Resultados de la sensibilidad por subcomponente: suelo S=16 (baja) por mosaico agropecuario/áreas descubiertas pero alta capacidad asimilativa con salvaguardas; agua S=8 (alta) por vulnerabilidad de drenajes estacionales aunque sin efluentes de proceso; ruido S=8 (alta) con fondo ≤LMP y fuentes temporales; aire S=16 (baja) por emisiones esencialmente fugitivas en obra; RNI S=20 (baja) con operación de SE/LT dentro de umbrales e inexistencia de receptores cercanos.
- La matriz es un bosque seco tumbesino altamente intervenido con núcleos remanentes; flora global media con especies de alta prioridad (p. ej., *Loxopterygium huasango* VU/EN → sensibilidad alta local); fauna global media con focos de alto valor (p. ej., *Lycalopex sechurae* y *Lonchophylla hesperia*, EN) y mayoría de ensambles generalistas LC; a nivel de ecosistemas, bosques secos remanentes = sensibilidad alta, matorral/pastizales = baja.
- La sensibilidad se estructura por modos de vida: rural (sensibilidad alta, resiliencia baja), rural-urbano (alta/baja) y urbano (baja/alta), con riesgo de profundizar pobreza por NBI si la sustitución de base productiva no se maneja con medidas diferenciales. El componente arqueológico con Potencial bajo (puntaje 16) y mitigación con monitoreo de toda remoción de suelos según lineamientos INPC; no se justifica rescate previo.
- La evaluación cualitativa con matriz Probabilidad (1–5) × Consecuencia (A–E) identifica como riesgos endógenos principales la explosión/incendio (3C, moderado) y la extracción/afectación biótica por desbroce (3C, moderado); son bajos los riesgos por fugas/derrames de aceites dieléctricos (3B) y ruido ambiental (3B), sustentado en la configuración de subestación y prácticas previstas de operación y mantenimiento.
- En riesgos exógenos, el sitio presenta peligro sísmico con aceleración horizontal 0,31–0,40 g e intensidad histórica VIII, clasificado bajo (3B); el volcánico es bajo (3B) por lejanía de centros activos; movimientos en masa y inundaciones son bajos (3B) por morfología local; destacan como críticos incendios forestales (3C, moderado) y sequías (4D, alto) por recurrencia y severidad en el Bosque Seco tumbesino.
- El análisis de riesgo climático (PNA–SPRACC, Nivel I) muestra, hacia 2016–2040, temperaturas altas con riesgo moderado (3) por mayor exposición y sensibilidad, mientras lluvias intensas y sequía resultan bajos (2) por muy baja vulnerabilidad del sistema; el contraste con la cartografía de amenaza general (sequía alta) exige gestión adaptativa focalizada en calor y aridez.
- En el ámbito social, los eventos de paralizaciones, atentados, huelgas y sabotaje son bajos (2C) por contexto local, mientras que los accidentes de tránsito en la E25 alcanzan alto (4D) por exposición vial, por lo que el riesgo social dominante es el transporte vinculado a obra/operación.
- La evaluación aplica una matriz causa–efecto tipo Leopold adaptada por Arregui, con cálculo de Magnitud M = NAT × PROB × (DUR+REV+INT+EXT), Importancia 1–10 y Significancia por rangos (±NS, ±PS, ±MEDS, ±S, ±MS), lo que permite jerarquizar fuentes–vías–receptores por fase del ciclo de vida (construcción, operación y cierre). Esta estructura metodológica es consistente con Conesa y la parametrización de De la Maza para magnitudes parciales, garantizando trazabilidad y repetibilidad del análisis.

- En construcción, la sumatoria ponderada arroja −9479,8 (−22,57 % del peor caso), con 83,05 % de interacciones negativas y 16,94 % positivas; los mayores aportes negativos provienen de remoción de vegetación (−1111,7), adecuación del terreno (−859,7), excavación y tendido (−798,5), nivelación (−791), y actividades de la línea de transmisión (huellas de acceso y tendido) (−733,3; −740). Los factores más sensibles: salud y seguridad, paisaje, ruido, herpetofauna/entomofauna y calidad del suelo; los efectos positivos se concentran en empleo y áreas de conservación.
- En operación y mantenimiento, la sumatoria es −3040,6 (−22,52 % del peor caso), con 84,44 % de interacciones negativas y 18,42 % positivas; destacan por impacto mantenimiento de la LAT, puesta en marcha, estadía de personal, operación de SE y mantenimiento de paneles. Los receptores más afectados: salud y seguridad, avifauna/herpetofauna/mastofauna/entomofauna, ruido y campos magnéticos; los positivos siguen en empleo, comercio y turismo.
- El PMA del PFV La Ceiba es un instrumento integral y obligatorio para todas las fases (construcción, operación, mantenimiento y cierre) que organiza la gestión en subplanes con medidas específicas, responsables, indicadores, medios de verificación, frecuencias y ponderaciones; articula prevención/mitigación, contingencias, capacitación, manejo de desechos (no peligrosos, peligrosos y efluentes), relaciones comunitarias, rehabilitación, cierre y monitoreo, alineado con el COA/RCOA y buenas prácticas (API 650, NFPA 30, INEN-IEC 62305, INEN 2266, INEN 2841). Su diseño basado en la evaluación de impactos y riesgos asegura trazabilidad fuente–vía–receptor y capacidad de demostrar cumplimiento normativo y desempeño ambiental.

15.2. RECOMENDACIONES

- Diseñar y construir con control hidrológico y geotécnico: conservar zonas de infiltración y cauces temporales, implementar drenaje superficial (canales/zanjas de infiltración) y pendientes seguras (<20%) con bermas/terrazas para minimizar erosión y deslizamientos; evitar cortes profundos en lutitas y monitorear niveles freáticos cuando haya perforaciones.
- Establecer franjas de amortiguamiento y mantener cobertura vegetal junto a quebradas, con obras de retención de sedimentos (trampas/biofiltros) y control de tránsito de maquinaria para reducir compactación; alinear los anchos de protección con la normativa de ordenamiento territorial local.
- Antes de movimientos de tierra, ejecutar investigación geotécnica de detalle para definir capacidad portante, expansividad y comportamiento tensodeformacional de lutitas/flysch; evitar cortes profundos en lutitas meteorizadas y fundar en estratos arenosos-tobáceos intactos o mejorar con drenaje subterráneo y sub-base granular, priorizando soluciones que mantengan la estabilidad de taludes y minimicen infiltración en coluviales.
- Ubicar paneles y vías fuera de cárcavas activas, abanicos y laderas >15–25 % para reducir erosión; incorporar zanjas de coronación, bermas de desvío y cunetas revestidas aguas arriba de plataformas; estabilizar taludes con revegetación y geotextiles donde el riesgo erosivo sea moderado-alto.
- Conservar y acopiar capa orgánica (topsoil) para restauración; limitar tránsito de maquinaria en Entisoles/Inceptisoles de textura franco-arenosa para evitar compactación; aplicar control de erosión (mulch, hidrosiembra, barreras de sedimentos)

y drenajes superficiales que respeten el rápido escurrimiento propio de Aridic Lithic Ustorthents y Haplustepts.

- Mantener la conectividad de escorrentías locales hacia quebradas y, aguas abajo, al río Chira; prohibir rellenos en cauces temporales; dimensionar drenajes (cunetas, alcantarillas, bajantes) para tormentas de diseño y disponer trampas de sedimentos antes de descarga; proteger zonas coluvio-aluviales de recarga.
- Implementar monitoreo de control (aguas arriba/abajo) en ejecución y operación —pH, DBO5, DQO, TPH, metales— comparando con Libro VI-Anexo 1 del TULSMA; confinar/impermeabilizar manejo de combustibles y talleres, y usar BMPs de control de sedimentos para mantener los valores de referencia observados.
- Programar movimientos de tierra y acarreos considerando régimen seco y vientos dominantes SE-SO; priorizar riego de vías, cubrimiento de volquetas y límites de velocidad internos para mitigar polvo en días soleados, cuando el suelo desnudo incrementa emisiones difusas.
- Aplicar Plan de Control de Polvo: humectación rutinaria, estabilización de superficies, mallas corta-viento, cobertura de pilas y camiones, y mantenimiento preventivo de equipos; verificar cumplimiento de $PM_{2.5}$/PM_{10} y gases criterio con muestreos periódicos bajo TULSMA-Anexo 4, dado el antecedente de un punto con excedencia de $PM_{2.5}$ en línea base.
- Planificar frentes ruidosos en horario diurno, ubicar equipos fijos lejos de receptores y usar barreras/aislamientos cuando se aproxime a límites; mantener monitoreo operativo para asegurar cumplimiento de 65 dB(A) día y 45 dB(A) noche en suelo Agrícola-Residencial conforme TULSMA-Anexo 5.
- Confirmar que todos los apoyos, viales y patios se mantengan en suelo rural y fuera de franjas urbanas o de protección definidas por los instrumentos cantonales (PUGS/PDOT) para prevenir conflictos de compatibilidad (MBS, 2024).
- Priorizar el micro-sitio de infraestructura en áreas sin cobertura/pastizales y fuera de remanentes riparios o laderas con vegetación nativa; mantener corredores ribereños y parches conectores para evitar efecto barrera y sostener flujo génico.
- Aplicar jerarquía de mitigación en el desbroce: i) progresivo por frentes, ii) retención de árboles semilleros y relictos estructurales donde el diseño lo permita (especialmente de especies con alto IVI), iii) rescate de propágulos (semillas/estacas) y revegetación post-obra con nativas del mismo ecosistema.
- Establecer y hacer cumplir fajas de protección en quebradas/cauces estacionales, con drenajes y control de sedimentos aguas abajo para no alterar la conectividad hídrica–biológica del bosque seco.
- Ejecución del Plan de Compensación Forestal y pago de VET conforme AM 134 (2012): compensación in situ o en la misma cuenca, con metas de restauración equivalentes/superiores al área impactada y monitoreo de supervivencia ≥80% a 2 años.
- Implementar un programa de monitoreo post-implantación (parcelas permanentes tipo 100×50 m, DAP ≥10 cm) con seguimiento de H’, Simpson, IVI y área basal como indicadores de éxito; activar medidas correctivas si H’ desciende por debajo del rango “medio” o si disminuye la representación de especies dominantes locales.
- Gestionar la biomasa resultante del desbroce sin quemas: astillado y mulching para control de erosión y conservación de humedad; cero aprovechamiento comercial salvo autorizaciones expresas y trazabilidad en sitio.

- Mantener y señalizar las franjas de protección (15–55 m) y su AII (+5 m) sin ocupación ni rellenos; proyectar pasos hidráulicos y trampas de sedimentos para conservar caudales de estiaje y crecida. Gestionar el AID con control de erosión (cunetas, bermas, mulching) y exclusión de zonas ribereñas; en el AII de 50 m implementar revegetación/bioingeniería y monitoreo post-lluvias para activar medidas correctivas.
- Escalonar frentes de obra para minimizar fuentes simultáneas dentro del AID=205 m; aplicar riego de vías, control de velocidad y cubrimiento de acopios, con verificación periódica de PM y gases criterio en receptores a barlovento/sotavento. Concentrar actividades ruidosas en horario diurno, ubicar equipos fijos lejos del borde del AID y, si aplica, instalar barreras temporales para asegurar ≤45 dB(A) nocturno en el límite del AII=22,43 m.
- Actualizar el geodatabase de AID/AII tras cambios de diseño, registrar monitoreos georreferenciados y emplear la sumatoria ponderada como capa rectora para el PMA y trazabilidad de decisiones.
- Aplicar jerarquía de mitigación: micro-ubicación en áreas sin cobertura, exclusión de remanentes (corredores riparios y laderas con bosque seco), rescate/propagación de especies con sensibilidad alta (p. ej., *L. huasango*), revegetación con nativas y consolidación de corredores a escala AII; monitoreo de biodiversidad con umbrales de alerta.
- Implementar censo de propietarios y paquetes diferenciados (rural, rural-urbano, urbano): compensación + reconversión productiva y restauración de medios de vida para quienes pierden base agropecuaria; fortalecer gobernanza y comunicación temprana para reducir vulnerabilidad y elevar resiliencia.
- Estandarizar POE arqueológico con monitoreo en obra, inducción al personal, paros de hallazgo fortuito y reporte inmediato al INPC; no se requiere excavación sistemática ex-ante salvo evidencias nuevas.
- Implementar un Plan integral de protección contra incendios en SE y patios: análisis de arco eléctrico, detección y supresión, segregación de combustibles, control de trabajos en caliente y fajas corta-fuego perimetrales, enfocando el binomio explosión/incendio (3C) y incendio forestal (3C) como escenarios de diseño.
- Adoptar contenedores para transformadores y manejo de aceites (canales, cubetos, kits de respuesta, mantenimiento predictivo) para mantener el riesgo de fugas/derrames (3B) en nivel bajo y asegurar rápida contención/limpieza.
- Diseñar obras civiles y soportes conforme al sismo de diseño (0,31–0,40 g) con control de estabilidad de taludes y plataformas, drenajes longitudinales/transversales y criterios de no ocupación de cauces para sostener condiciones bajas frente a sismo, movimientos en masa e inundaciones (3B).
- Desplegar un Plan de Gestión de Tráfico en la E25 y accesos: límites de velocidad, señalización, rutas y horarios, control de fatiga, inducción a conductores y registro de incidentes, mitigando el riesgo alto (4D) por accidentes de tránsito.
- Implementar medidas de adaptación climática: gestión de estrés térmico (sombreados en equipos auxiliares, ventilación de centros de control, selección de componentes con derating térmico), programas de limpieza para polvo por aridez, y mantenimiento estacional previo a picos de calor/lluvia, alineado a los resultados de riesgo climático (temperaturas moderado; lluvias/sequía bajo).

- Aplicar jerarquía de mitigación biótica en desbroce (frentes secuenciales, retención de semilleros, rescate de fauna/flora) y compensación del VET, reduciendo el riesgo moderado (3C) de afectación a biodiversidad por cambio de uso de suelo.
- Establecer un sistema de monitoreo con umbrales de acción (clima, incendios, derrames, tráfico) y simulacros periódicos, vinculando alertas tempranas a protocolos de respuesta y a la actualización de la matriz de riesgos como instrumento vivo del PMA.
- Implementar gestión de suelo y agua: contención secundaria y respuesta a derrames, segregación y trazabilidad de residuos/desechos (peligrosos, especiales), buffers en drenajes estacionales y mantenimiento de conectividad hidráulica para minimizar afectación a calidad del agua/suelo y flujo.
- Control aire/ruido en obra y O&M: plan antipolvo (humectación, cobertura de acopios, límites de velocidad), mantenimiento preventivo de equipos y ventanas horarias; verificar PM y NPS en receptores según el AID/AII definidos en la evaluación.
- Medidas bióticas: exclusión de remanentes, corredores internos, rescate de flora/fauna, y en LAT aplicar marcadores anticolisión y gestión de franja (poda dirigida, control de invasoras) para reducir riesgos de colisión/electrocución e interrupción de tránsito de fauna, con monitoreo adaptativo por grupos (aves, herpetofauna, mastofauna, entomofauna).
- El Plan SST con control de energías peligrosas, trabajos en altura, fatiga y plan de tráfico en E25/accesos, dado el peso relativo de salud y seguridad en ambas fases; ejercicios y auditorías de cumplimiento.
- Consolidar una gestión por desempeño que priorice las medidas según su peso ponderado y la significancia de los impactos críticos (suelo/agua, aire/ruido, biodiversidad, SST y tráfico), asegurando: (i) contención secundaria, superficies impermeables y PTAR tipo biodigestor plenamente operativos; (ii) control de polvo/ruido con verificación contra LMP del AM 097 A; (iii) ejecución estricta de planes de fauna/flora (exclusión de franjas ribereñas, corredores, señales, control de invasoras, marcadores anticolisión y luminancia responsable); (iv) preparación y respuesta con brigadas, simulacros documentados y mejora continua; (v) gestión de desechos con RGDP, caseta INEN 2266, manifiestos y plan de minimización; (vi) relacionamiento comunitario con mecanismos de quejas y reporte periódico de monitoreos; y (vii) rehabilitación/cierre progresivos con revegetación nativa y seguimiento de éxito. Integrar todo en un tablero MRV (monitoreo–reporte–verificación) que alimente auditorías internas y la actualización del PMA.

16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- American Clean Power Association. (2021). What happens when a solar project is decommissioned? [Ficha técnica].
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2025, 31 de marzo). Parque Fotovoltaico La Orquídea 200 MW obtuvo licencia ambiental.
- Aguilera, M. (2008). Propuesta Proyecto de investigación arqueológica, prospección, rescate y monitoreo (NAIQ Z3B1-075). Quito: NAIQ.
- Andrefsky, W. (2008). Lithic tecnology: Measures of prodution, use, and curation. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ardilla, G. (1983). Arqueología de Rescate". Proyecto Carbonífero de El Carrejón, zona norte, área el Palmar. Bogota: Intercor, EPAM Ltda.
- Aschero, C. (1975). Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos. Informe al CONICET. Buenos Aires. ms. .
- Ashmore, W., & Sharer, R. (2010). Discovering our past: A brief introduction to archaeology (5th ed.). Boston: McGraw-Hill.
- Ayala, E. (1983). Nueva Historia del Ecuador: Época Aborigen. (Vol. 2). Quito: Corporación Editora Nacional.
- Aguirre, W., Anaguano-Yancha, F., Burgos-Morán, R., Carrillo-Moreno, C., Guarderas, L., Jácome-Negrete, I., Jiménez-Prado, P., Laaz, E., Nugra, F., Revelo, W., Rivadeneira, J., Utreras, V., & Valdiviezo-Rivera, J. (2019). Lista roja nacional de peces de agua dulce de Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador (MAATE)
- Alba-Tercedor, J., & Sánchez-Ortega, A. (1988). Manual de identificación de macroinvertebrados bentónicos de agua dulce de la Península Ibérica. Universidad de Navarra.
- Albuja, L. (Ed.). (2011). Fauna de Guiyero, Parque Nacional Yasuní. Escuela Politécnica Nacional – EcoFondo
- Álvarez, F., & Pérez, R. (2007). Macroinvertebrados bentónicos y su rol en los ecosistemas acuáticos. Editorial Universitaria.
- Álvarez, J., López, M., & Torres, G. (2018). Evaluación del recurso solar en la región sur de Ecuador. Universidad Nacional de Loja.
- Álvarez, M., Jara, J., & Molina, E. (2014). Evaluación del recurso solar en el sur de Ecuador. Universidad Nacional de Loja.
- Álvarez, M., Solano, J. C., & Montaño, T. (2018). Evaluación del recurso solar en la región sur del Ecuador. Universidad Nacional de Loja.
- Álvarez, O., Montaño, T., Solano, J. C., & Maldonado-Correa, J. (2018). La radiación solar en la región sur de Ecuador. Universidad Nacional de Loja.
- Arnold, J. G., Srinivasan, R., Muttiah, R. S., & Williams, J. R. (1998). Large area hydrologic modeling and assessment part I: Model development. Journal of the American Water Resources Association, 34(1), 73–89.
- Ballivan, J. (2009). La arqueología de Paisaje como Teoría y Método. Seminario de arqueología y arte rupestre (págs. 169-176). La Paz: Anales de la XXIII Reunion Anual de Etnologia Museo de Etnografia y Floklore.
- Barreiro Martínez, D. (2000). Evaluación de Impacto Arqueológico. Revista Capa, Criterios e Convencións en Arqueoloxía da Paisaxe No. 14, 1-78.

- Barreiro, D. (2000). Evaluación de Impacto Arqueológico. Revista Capa, Criterios e Conve, 1-78.
- Barros, C., & Javier Nastri. (1995). Estudio preliminar. En C. Barros, & J. Nastri, La perspectiva espacial en arqueología (págs. 7-26). Buenos Aires: Centro editor de América latina.
- Bate, F. (1998). El proceso de Investigación en Arqueología. Madrid: Critica.
- Botiva, A. (1990). Teoría y práctica de la arqueología de rescate. Boletín de arqueología FIAN, 41-54.
- Botiva, A., Campo, C., López, G., & López, C. (1994). Arqueología de Rescate Oleoducto Vasconia-Coveñas. Un Viaje por el Tiempo a lo Largo del Oleoducto, Cazadores Recolectores, Agro alfareros y Orfebres. Bogotá: Editora Guadalupe.
- Bravo, C. (2021). Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Fotovoltaico El Aromo. Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables – MERNNR.
- Bravo, E. (2012). Prospección y delimitación arqueológica en el bosque seco de la provincia de Loja, fase 1: cantón Zapotillo . INPC.
- Brunet, T., Gonzalez, A., Vicent, J., Herrera, V., & Sieso, J. (2003). Propuesta metodológica para una prospección arqueológica sistemática: el caso del Guadiana Menor. Trabajos de prehistoria, 11-34.
- Burke, H., & Smith, C. (2007). Archaeology to Delight and Instruct: Active Learning in the University Classroom. Walnut Creek, CA: Left Coast Press: Routledge.
- Baev, P. V., & Penev, L. D. (1995). BIODIV: Program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Pensoft.
- Barnett, A. A., & Dutton, J. S. (1995). Small mammal community structure and composition in Amazonian flooded and unflooded forest. Journal of Zoology, 236(2), 211–223.
- Barriga, R. (1994). Peces del Noroeste del Ecuador. Revista Politécnica, 19, 43–154.
- Begossi, A., Salivonchyk, S., Lopes, P. F. M., & Silvano, R. A. M. (2016). Fishers' knowledge on the coast of Brazil. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 12, 20.
- BOLFOR, Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz de la Sierra: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). The Nature and Properties of Soils (15th ed.). Pearson Education.
- Brito, J., Camacho, M. A., & Romero, V. (2023). Lista de los mamíferos de Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Bull, W. B. (1979). Threshold of critical power in streams. Geological Society of America Bulletin, 90(5), 453–464.
- Burga, M., Herrera, G., & Pacheco, V. (2024). Indicadores de conservación en mamíferos neotropicales: el caso de los cánidos en bosques secos. Revista Neotropical de Biodiversidad, 20(1), 45–60.
- Benítez, J. (2007). Propuesta metodológica para la identificación de áreas de sensibilidad ambiental. MAAE–PRAS.
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (2015). Principles of geographical information systems. Oxford University Press.

- CELEC EP – Unidad de Negocio GENSUR. (2025). Perfil del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba: Generación de Energía Limpia 200 MWp. Loja, Ecuador. .
- CELEC EP – UN GENSUR. (2024). Anexo 1: Plan Detallado del Sitio – Proyecto La Ceiba. (Estudio de aptitud e impacto del emplazamiento). Loja, Ecuador.
- CELEC EP – UN GENSUR. (2024). Anexo 3: Informe de Evaluación Tecnológica – Proyecto La Ceiba. (Diseño conceptual y dimensionamiento). Loja, Ecuador.
- CELEC EP – UN GENSUR. (2025). Planos de Implantación de La Ceiba 200 MW. (Diseño en autocad, 1 plano general)..
- CELEC EP – UN GENSUR. (2025). Configuración de la S/E La Ceiba – 230 kV. (Diagrama unifilar y layout de subestación, 2 planos).
- CELEC EP – UN GENSUR. (2025). Vías de Implantación de La Ceiba. (Plano de accesos y caminos internos, 1 plano).
- CELEC EP. (2025). Perfil del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba – 200 MW. Corporación Eléctrica del Ecuador, Unidad de Negocio GENSUR.
- Collado, E. (2015). Claves en la operación y mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas. Energías Renovables.
- Camino, B. (2000). Reconocimiento de plataformas para helipuertos bloques Palanda, Yuca Sur y Pindo . Esingeco petroleos Sud Americanos PetroRiva.
- Cañadas, L. (1983). El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Quito: MAG – PRONAREG, Editores Asociados.
- Chacón, R. (2021). Prospección arqueológica en 15 plataformas mineras al interior de la concesión minera El Guayabo (código 225). fase de exploración inicial-provincia de El Oro. Quito: INPC.
- Chacón, R. (2022). Prospección arqueológica en siete plataformas para sondeos de prueba o reconocimiento – al interior de las concesiones mineras Tierras Coloradas 1 (cód.60000369) y Aparecida (cód. 60000379) del proyecto minero Tierras Coloradas- fase de exploración inici. Quito: Planamb.
- Chacón, R. (2023). Prospección, Excavación y Monitoreo Arqueológico para la Ampliación de la Plataforma Culebra 21 y Área de Instalación de la Línea de Flujo, al interior del Bloque 61, Provincia de Orellana, Cantón Francisco de Orellana, Parroquia Taracoa.
- Cool, A. (2015). Aerial Thermography in Archaeological Prospection: Applications & Processing.
- Criado, F. (1997). Introduction: combining the different dimensions of cultural space: Is a total archaeology of landscape possible?". Landscape, Archaeology, Heritag.
- Carrera, A., & Fierro, P. (2001). Macroinvertebrados acuáticos: guía para la identificación de familias. Editorial Universidad del Valle.
- CELEC EP. (2025). Perfil del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. Corporación Eléctrica del Ecuador.
- Chao, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics, 11(4), 265–270.
- Chao, A., Ma, M. C., & Yang, M. C. K. (1992). Bias-corrected nonparametric estimation of species richness. Journal of Statistical Planning and Inference, 33(1), 1–17.
- Chorley, R. J., Schumm, S. A., & Sugden, D. E. (1984). Geomorphology. Methuen.
- Colwell, R. K. (2009). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Version 9.1.0). User's Guide and application.

- CONALI. (2019). Cartografía climática del Ecuador.
- CONELEC. (2008). Atlas Solar del Ecuador con fines de generación eléctrica. Consejo Nacional de Electricidad.
- Cuesta, F., Peralvo, M., & Merino, A. (2005). Los bosques secos del sur del Ecuador: diversidad, amenazas y perspectivas de conservación. Fundación EcoCiencia.
- Cummins, K. W., & Andrade, P. C. N. (2005). The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 40(1), 69–89.
- Dodson, C. H., & Gentry, A. H. (1993). Biological extinction in western Ecuador. Annals of the Missouri Botanical Garden, 80(2), 273–295.
- Domínguez, E., & Fernández, H. R. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: taxonomía, ecología y claves de identificación. Fundación Miguel Lillo.
- Domingo, I., Burke, H., & Smith, C. (2007). Manual de campo del arqueólogo. Barcelona: Ariel prehistoria .
- Domingo, I., Burke, H., & Smith, C. (2007). Manual de Campo del Arquéologo. Madrid: Ariel.
- Domingo, I., Burke, H., & Smith, C. (2007). Manual de Campo del Arquéologo . Madrid: Ariel.
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2016). Advancing Sustainable Materials Management: 2014 Fact Sheet. Assessing Trends in Material Generation, Recycling, Composting, Combustion with Energy Recovery and Landfilling in the United States. U.S. Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/
- Echeverría, J. (2011). Glosario Arqueológico y Temas Afines. Quito: Ediecuatorial.
- Emmons, L. H., & Feer, F. (1999). Mammals of the Neotropics: The central neotropics. University of Chicago Press.
- Escobar-Camacho, D., López-Casas, S., & Ríos-Pulgarín, M. I. (2015). Freshwater fish faunas, habitats and conservation challenges in the Caribbean river basins of north-western South America. Journal of Fish Biology, 87(6), 1339–1359.
- Espinosa, C., Cueva, R., & Cabrera, M. (2018). Bosques secos del Ecuador: diagnóstico, amenazas y oportunidades de conservación. Ministerio del Ambiente.
- Eswaran, H., Reich, P. F., & Beinroth, F. H. (2001). Global distribution of soils with moderate and severe constraints. In Bridges et al. (Eds.), Response to Land Degradation. Science Publishers.
- Fassbinder, J., & Irlinger, W. (1999). Archaeological Prospection. Munich: ICOMOS Hefte des deutschen Nationalkomitees. Munich: ICOMOS.
- FAO. (2006). World Reference Base for Soil Resources 2006. FAO.
- FAO. (2015). Estrategias de adaptación en zonas áridas y semiáridas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Feinsinger, P. (2004). Measuring biological diversity. University of Chicago Press.
- Froese, R., & Pauly, D. (Eds.). (2025). FishBase (versión 04/2025). Publicación electrónica mundial.
- GAD Municipal de Zapotillo. (2020). Plan de Uso y Gestión de Suelo (PUGS) del cantón Zapotillo. Zapotillo, Loja.

- GAD Municipal de Zapotillo. (2024). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT 2023–2027. Zapotillo, Loja.
- Gillam, S. (2025). A detailed guide to the solar project development process. PF Nexus.
- Gnecco, C., & Schmidt, A. (2017). Crítica de la razón arqueológica: arqueología de contrato y capitalismo. Bogota: Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
- Granja, A. (2015). Prospección arqueológica en el EIA y PMA para la construcción de la plataforma Sami sur, su correspondiente vía de acceso y línea de flujo, facilidades de superficie y la perforación de cuatro (4) pozos de desarrollo bloque 64 Palanda. PROCAPCON Cía. Ltda.
- Guffroy, Jean. (2004). Catamayo Precolombino. Investigaciones arqueológicas en la provincia de Loja (Ecuador). Loja, Ecuador: Edición UTPL-BCE-IFEA-IRD.
- Galvis, G., Maldonado-Ocampo, J. A., Usma Oviedo, J. S., Ortega-Lara, A., & Villa-Navarro, F. A. (2005). Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Zapotillo. (2020). Plan de Uso y Gestión del Suelo del Cantón Zapotillo (PUGS). GAD Zapotillo.
- Granado, M. (2002). Ritmos biológicos y sincronización de actividades. Revista de Psicología, 20(1), 45-58.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica, 4(1), 9.
- Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. Tropical Science Center.
- Harris, M. (1990). Antropología Cultural. Madrid: Alianza Editorial.
- Herrera, V., Cuenca , E., & Pérez, S. (2009). Métodos de prospección arqueológica intensiva en el marco de un proyecto regional: el caso de la comarca de La Serena . Trabajos de prehistoria, Badajoz.
- Hester, T., & Heizer, R. (1997). Manual de excavación arqueológica. Barcelona: Critica.
- Instituto Sindical ISTAS (2012). Guía de solventes: Efectos sobre la salud y ambiente. (Riesgos por inhalación de vapores orgánicos)osha.gov.
- International Finance Corporation (IFC). (2007). Environmental, Health, and Safety Guidelines for Electric Power Transmission and Distribution. World Bank Group. https://www.ifc.org/
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). (2012). Guía de solventes: efectos sobre la salud y el ambiente. Madrid: ISTAS – CCOO.
- INPC. (1997). Resolución 003-DNPC-2007 Instructivo para la custodia, bodegaje y clasificación del material arqueológico. Quito: INPC.
- INPC. (2010). Sistema de Información del Patrimonio Cultural Ecuatoriano. Quito: INPC.
- INPC. (2025). RESOLUCIÓN Nro. 0013-DE-INPC-2025. Quito: Instituto Nacional de Patrimonio del Ecuador.
- IGM (Instituto Geográfico Militar). (2010). Atlas Climático del Ecuador. Instituto Geográfico Militar.
- IGM (Instituto Geográfico Militar). (2013). Geomorfología del Cantón Loja (Memoria técnica). Quito: IGM.
- IIGE (Instituto de Investigación Geológico y Energético). (2017). Hoja Geológica Zapotillo (Escala 1:100.000). Quito: Ministerio de Energía y Recursos Naturales.

- INAMHI & SENAGUA. (2014). Datos climatológicos de la estación Zapotillo (1970–2014). En Estudio Agrosocioeconómico Cantón Zapotillo – SGR Zona 7.
- INAMHI. (2023). Anuario Meteorológico Nacional 2010–2022. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador.
- Instituto Geográfico Militar. (2013). Cartografía base nacional, escala 1:250.000. Quito: IGM.
- Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico. (2012). Mapa Geológico de Loja. IIGE.
- IPCC. (2021). Sixth Assessment Report: Climate Change 2021 – The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- INAMHI. (2020). Estadísticas climáticas para la región sur del Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología, 8, 151–161.
- Jones, C., McShea, W. J., Conroy, M. J., & Kunz, T. H. (1996). Capturing mammals. En D. E. Wilson, F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, & M. S. Foster (Eds.), Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals (pp. 115–155). Smithsonian Institution Press.
- Jost, L., & González-Oreja, J. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. Acta Zoológica Lilloana, 56(1-2), 3–14.
- Klitgaard, B., Nee, M., & Vargas, C. (1999). Diversity and conservation of Neotropical dry forests. Biodiversity and Conservation, 8(4), 439–455.
- Kunz, T. H., Hodgkison, R., & Weise, C. D. (2009). Methodological and ecological considerations in the study of bat ecology. Acta Chiropterologica, 11(2), 181–196.
- King, T. (2003). Places that count: Traditional cultural properties in cultural resource management. Walnut Creek: AltaMira Press.
- León-Yánez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., & Navarrete, H. (Eds.). (2011). Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador (2.ª ed.). Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Linares-Palomino, R. (2004). Los bosques estacionalmente secos de la región Neotropical: Una revisión regional. Biodiversity & Conservation, 13(5), 811–828.
- Lozano, P. (2002). Ecosistemas terrestres del Ecuador. Ministerio del Ambiente.
- Larrea, C., & Larrea , I. (2017). ¿Hemos Sembrado el Petróleo en el Ecuador? En C. Larrea, ¿Está Agotado el Periodo Petrolero en Ecuador? Alternativas Hacia una Sociedad más Sustentable y Equitativa: Un Estudio Multicriterio (págs. 25-48). Quito: Ediciones La Tierra; Universidad Andina.
- Lecop, P. (1983). El periododel Desarrollo regional en el sur de Loja. En Cultura No. 15 Revista del Banco Central del Ecuador (págs. 73-88). Banco Central del Ecuador.
- Lecoq, P. (1987). La periode des developpements regionaux. En J. Guffroy, Loja préhispanique. Recherches archéologiques dans les Andes meridionales de l'Equateur (págs. 217-258). Institut Français D'Études Andines Editions Recherche sur les Civilisations.
- Lumbreras, L. (1982). Andes Septentrionales. Gaceta Arqueológica Andina. Vol.1 N° 4-5 , 1.

- MAATE. (2018). Sistema Nacional de Información Ambiental. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- MAATE. (2019). Guía metodológica para amenazas climáticas. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- MAATE. (2019). Guía metodológica para determinación de amenazas climáticas. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- MAATE. (2021). Guía metodológica para estudios de impacto ambiental. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- MAATE. (2021). Guía técnica para caracterización climática en EIA. Quito: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- MAATE. (2021). Sistema Nacional de Información Ambiental del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- MacSwiney, M. C., Clarke, F. M., & Racey, P. A. (2008). What you see is not what you get: The role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. Journal of Applied Ecology, 45(5), 1364–1371.
- MAE. (2018). Información climatológica y mapas de isoyetas/isotermas, Cantón Zapotillo. Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press.
- Maldonado, N. (2007). Climatología Agrícola del Ecuador. Universidad Nacional de Loja.
- Maldonado-Ocampo, J. A., Usma, J. S., Villa-Navarro, F. A., Ortega-Lara, A., Prada-Pedreros, S., Jiménez, L. F., Jaramillo, U., Arango, A., Rivas, T., & Sánchez, G. C. (2012). Peces dulceacuícolas del Chocó biogeográfico de Colombia. WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP, Pontificia Universidad Javeriana.
- Mancomunidad Bosque Seco. (2024). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Zapotillo (PDOT 2023–2027). MBS.
- Mandaville, S. M. (2002). Benthic macroinvertebrates in freshwater ecosystems monitoring and assessment. Canadian Wildlife Service.
- Margalef, R. (1972). Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, 44, 211–235.
- Mendoza, G., Álvarez, D., & Cárdenas, J. (2017). Gestión integrada de cuencas hidrográficas: herramientas para la conservación y manejo sostenible. Revista de Hidrología Latinoamericana, 9(2), 55–70.
- Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (1996). An introduction to the aquatic insects of North America (3.ª ed.). Kendall/Hunt Publishing Company.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2013). Mapa de ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural, Quito.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). Guía técnica para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Quito, Ecuador.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, 1, 84.
- Moreno, C. E., & Halffter, G. (2001). Spatial and temporal analysis of alpha, beta and gamma diversities of bats in a fragmented landscape. Biodiversity & Conservation, 10(3), 367–382.

- Moreno, C. E., Barragán, F., & Pineda, E. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82(4), 1249–1261
- Morisawa, M. (1985). Rivers: Form and process. Longman.
- Moroñas, M. E., & Marzorratti, G. (2010). Guía para el estudio de macroinvertebrados: Introducción a la metodología del muestreo y análisis de datos. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Argentina.
- Meggers, B. (1966). Ecuador. (Ancient Peoples and Places, Vol. XLIX; Glyn Daniel, Ed.), London.
- Meggers, B., & Evans, C. (1968). Archaeological Investigations on the Rio Napo, Eastern Ecuador. Washington: Smithsonian Institute.
- Mejía, F. (2023). Prospección arqueológica en dos plataformas de perforación, una estación de bombeo y un camino de acceso en el proyecto minero Gamora-sector Oso Pintado. Quito: ECUAMBIENTE CONSULTING GROUP.
- Mejía, F., & Chacón, R. (2006). royecto arqueológico Mirador: prospección de las escombreras 1 y 2, piscina de relaves 1, vía de acceso, campamento, planta, cantera de agregados y sector gabarra-puente-cruce de tubería, cantón Pangui, provincia de Zamora-Chinchipe. Quito: Ecuacorriente.
- Mena, E., & Plaza, M. (2018). Informe de la consolidación y análisis de los restos humanos óseos, cerámicos y metales, recuperados durante el monitoreo arqueológico del proyecto de construcción del sistema de agua potable, alcantarillado mixto en la ciudad de Villa de la Unión . Riobamba: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural Zonal 3.
- Meunier, A. (2007). Ganadería en el sur de la Amazonía ecuatoriana: Motor de la colonización inmutable base de la economía agraria. En M. Vaillant, D. Cepeda, P. Gondard, & Q. A, ¿Será capaz de adaptarse a los nuevos retos? Valle del río del Upano, provincia de Morona Santiago.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2015). Acuerdo Ministerial No. 061: Reforma al Libro VI del TULSMA – Normas para la gestión de desechos peligrosos y especiales. Registro Oficial Edición Especial 316.
- MAATE. (2021). Guía General para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador.
- MAATE (2021). Reglamento al Código Orgánico del Ambiente RCODA. Registro Oficial N.º 507, 12 de junio de 2021.
- Moreira, M. (2019). rescate y monitoreo arqueológico en la plataforma y vía de acceso sami sur como parte del EIA y PMA para la construcción de dichas facilidades. provincia de Orellana. ECOTONO CÍA. LTDA CONSORCIO PALANDA YUCA SUR.
- Morlano, J. (1995). Arqueología del Paisaje. Cuadernos de Geografía, Vol. V, No. 2, 1-10.
- Murra, J. (1972). El control vertical de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas. Documentos para la Historia y la Etnología de Huánuco y la Selva Central, tomo 2.
- Neill, D. A. (2000). Bosques secos del Ecuador: Estado actual y perspectivas. Fundación EcoCiencia.
- Nelson, J. S. (2006). Fishes of the world (4.ª ed.). John Wiley & Sons.

- Neubauer, W., Trinks, I., Salisbury , R., & Einwögerer, C. (2013). Archaeological Prospection. Proceedings of the 10th International Conference- Vienna, Vienna: Ludwig Boltzmann Institute for Archaeological Prospection and Virtual Archaeology . Vienna.
- NTE INEN 2266. (2013). Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- O'Brien, R. B., Smith, M. J., & Jones, P. L. (2016). Use of aquatic macroinvertebrates as bioindicators for river health assessment. Freshwater Biology, 61(12), 2012–2025.
- Ogbeibu, A. E., & Oribhabor, B. O. (2002). Ecological impact of human activities on macroinvertebrate assemblages in Nigerian rivers. Environmental Monitoring and Assessment, 76, 1–13.
- Oliveira, L. C., Lima, T. S., & Costa, F. S. (2016). Protocolo para medición de rasgos funcionales en peces dulceacuícolas. En B. Salgado-Negret (Ed.), La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: Protocolos y aplicaciones (pp. 180–211). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Pérez, L., & Esparza, L. (2004). Historia y Perspectivas de la arqueología de Salvamento en México. México: Escuela Nacional de antropología e Historia.
- Porras, P. (1987). Nuestro Ayer, Manual de Arqueología Ecuatoriana. Quito.
- Price, S., Adams , M., & Tepper, Y. (2022). An integrated spatial approach to archaeological prospection using GIS and pedestrian survey data at Tell Abu Shusha. Archaeological Prospection, 1-15.
- Paaby, P., Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (1998). Aquatic insect sampling techniques for freshwater streams. Journal of the North American Benthological Society, 17(3), 370–381.
- Perdomo, R., & Zambrano, M. A. (2007). Estructura y composición de la ictiofauna de la cuenca media del río Hacha en el piedemonte amazónico. Universidad de la Amazonia
- Peres, C. A. (1999). General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. Neotropica, 7(1), 11–16.
- Pielou, E. C. (1969). An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience.
- Pielou, E. C. (1975). Ecological diversity. Wiley.
- Reice, S. R., & Wohlenberg, M. (1992). Advantages of using benthic macroinvertebrates in freshwater biomonitoring. Freshwater Biology, 28(1), 1–7.
- República del Ecuador. (2019). Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. Registro Oficial Suplemento No. 507. Quito, Ecuador.
- Rodríguez, R. (2012). Hidrología de cuencas. Editorial Limusa.
- Roldán, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Editorial Presencia.
- Roldán, G. (1992). Fundamentos de limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia.
- Roldán-Pérez, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 23(88), 375–387.
- Roldán-Pérez, G. (2003). Los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua. Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 27(1), 43–56.

- Romero, V. (2021). Distribución y ecología de murciélagos nectarívoros en bosques secos del Ecuador. Revista Ecuatoriana de Mastozoología, 7(2), 55–72.
- Resolución No. 003-DMQ (2018). Norma Técnica de Desechos Peligrosos y Especiales – Distrito Metropolitano de Quito. Define características CRETIB y obligaciones del generador.
- Rathje, W. (1979). Modern material culture studies. Advances in archaeological method and theory, 2, 1-37.
- Renfrew, C., & Bahn. (2008). Archaeology: theories, methods and practice. USA: Thames & Hudson.
- Renfrew, C., & Bahn, P. (1991). Archaeology: Theories. Methods and Practice, 5.
- Rivadeneira, M. (2013). Arqueología de rescate, patrimonio arqueológico y consumo del pasado en la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito (Tesis de grado). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Rodríguez, A. (2009). Metodología de prospección de yacimientos Tardo antiguos y altomedievales: una reflexión teórica a partir de una experiencia concreta en el entorno de Santiago de Compostela. Gallaecia , 187-198.
- Rosero, D. (2025). Prospección, Rescate Y Monitoreo Arqueológico Para La Ampliación De La Plataforma De Auca 37 y Su vía De Acceso. Parroquia De Dayuma, Cantón Francisco De Orellana, Provincia Orellana. Quito: PecksAmbiente.
- Sancho, B. (1992). Tafonomía y Prehistoria. Métodos y procedimientos de investigación. Zaragoza: Departamento de Ciencias, Universidad de Zaragoza. . España.
- Schiffer, M. (1987). Formation processes of the archaeological record. Albuquerque, NM: University of New Mexico Press.
- Shepard, A. (1985). Ceramics for the Archeologist. Washington: Carnegie institution of Washington.
- Shiffer, M., Butts, T., & Grimm, K. (1994). Taking Charge: The Electric Automobile in America. Washington DC.: Smithsonian Institution Press.
- Sourdat, M., & Winckell, A. (1997). Los paisajes de la Amazonía Ecuatoriana Tomo II- Las regiones y paisajes del Ecuador. En A. Winckell, C. Zebrowski, & M. Sourdat, Los Paisajes Naturales del Ecuador (págs. 324-349). Quito: IPGH, ORSTOM.
- SGR. (2015). Caracterización climática del cantón Zapotillo. Coordinación Zonal 7 Gestión de Riesgos, Loja.
- Siddig, A. A. H., Ellison, A. M., Ochs, A., Villar-Leeman, C., & Lau, M. K. (2016). How do species respond to environmental change? Lessons from 14 years of monitoring freshwater macroinvertebrates. Ecological Indicators, 64, 1–10.
- Soil Survey Staff. (2014). Keys to Soil Taxonomy (12th ed.). USDA-NRCS.
- Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker, T. A., & Moskovits, D. K. (1996). Neotropical birds: Ecology and conservation. University of Chicago Press.
- Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, 63(11), 1117–1142.
- Suárez, L., & Ulloa, C. (1993). Áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador. Ministerio del Ambiente y Conservación Internacional.
- Tellería, J. L. (1986). Manual para el censo de aves en Europa. SEO/BirdLife.
- Tirira, D. (2007). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador (1.ª ed.). Ediciones Murciélago Blanco.

- Tirira, D. (2017). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador (2.ª ed.). Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 11. Ediciones Murciélago Blanco.
- Tirira, D. (2021). Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador (2.ª ed.). Fundación Mamíferos y Conservación & Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Thomas, H., & Williams, E. (2019). High resolution terrestrial thermography of archaeological sites. Archaeological Prospection 26, 189-198.
- U.S. EPA (2020). Residuos Peligrosos: Guía para Pequeñas Empresas (EPA530-K-01-005, español). Criterios de inflamabilidad y ejemplos (pinturas, solventes)epa.gov.
- UNEP-WCMC. (2024). CITES species checklist. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). https://checklist.cites.org
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2023). UICN 2022: Informe anual de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Gland, Suiza: IUCN.
- USDA. (2014). Soil Salinity: Assessment and Management (2nd ed.). Agriculture Handbook No. 60.
- USEPA. (2005). AERMOD: Description of Model Formulation. United States Environmental Protection Agency.
- USEPA. (1995). SCREEN3 Model User's Guide. United States Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards.
- Villamarín, J. (2019). Proyecto Fotovoltaico La Ceiba – Estudio de Impacto Ambiental. Consorcio Energético, Loja.
- Villamarín, J. (2024). Estudio Ambiental del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. CELEC EP – Unidad de Negocio Hidroazogues.
- Vernieri, J., Piña, F., & Rodríguez, D. (2020). Física III: Campos electromagnéticos. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Wallace, R. B. (1999). Evaluation of a standardized line transect method for surveying primates in a Bolivian rainforest. Neotropical Primates, 7(1), 11–16.
- Walling, D. E., & Webb, B. W. (1983). Patterns of sediment yield. In Gregory, K. J. (Ed.), Background to paleohydrology (pp. 69–100). Wiley.
- Wilson, D. E., Cole, F. R., Nichols, J. D., Rudran, R., & Foster, M. S. (1996). Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press.
- WorldClim2. (2017). High-resolution climate surfaces for global land areas.
- Watershed Watch (2020). Eliminación correcta de residuos domésticos peligrosos (HHW). (Sección sobre bombillas fluorescentes y mercurio)mywatershedwatch.org.
- Watson, P., Leblanc, S., & Redman, C. (1987). El Método Científico en Arqueología. Madrid: Editorial Alianza Universidad.
- WHO. (2007). Fact sheet Nº 322: Exposure to extremely low frequency fields. World Health Organization.
- WHO. (2016). Environmental Health Criteria 238: Extremely Low Frequency Fields. World Health Organization.
- World Meteorological Organization. (2017). WMO guidelines on the calculation of climate normals (WMO-No. 1203). https://library.wmo.int/records/item/55797-wmo-guidelines-on-the-calculation-of-climate-normals

- World Meteorological Organization. (2019). Technical regulations, Volume I: General meteorological standards and recommended practices (WMO-No. 49) [Actualización 2021]. https://library.wmo.int/
- Yépez, A. (2000). Arqueología Particular y Arqueología de Rescate: Posiciones Teórico-Metodológicas en la Arqueología de la Amazonía Ecuatoriana. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Zamorano, D. (2022). Impactos ambientales de proyectos solares: análisis de procesos físicos y manejo de suelos. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Zetterlund, D. (2025). What it really takes to build a utility-scale solar plant. BEI Construction.
- Zeidler, J., & Pearsall, D. (1994). Arqueología Regional del Norte de Manabí, ecuador, volumen 1, Medio ambiente, Cronología Cultural y subsistencia Prehistórica en el Valle del Río Jama. Pittsburg: Universidad de Pittsburg/Librimundi.
- Zúñiga, M., & Cardona, L. (2009). Manual de métodos para el muestreo de macroinvertebrados acuáticos en ríos de Colombia. Universidad de Antioquia.
- López, A., & Manzini, F. (2022). Guía ambiental y social para proyectos de generación fotovoltaicos e híbridos menores o iguales a 1 MW. Ministerio de Energía y Minas del Perú & GIZ.
- OLADE. (2011). Buenas Prácticas Ambientales para Proyectos de Energía Renovable en América Latina. Organización Latinoamericana de Energía – OLADE.
- Lakes Environmental. (2021). SCREEN View User's Guide (Version 4.0.1). Retrieved from https://www.weblakes.com
- Blaubach Consultores S.A. (2023). Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Fotovoltaico. Informe técnico no publicado.
- CEDEX. (2017). Guía para la evaluación del impacto acústico en infraestructuras lineales de transporte. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- GIZ. (2022). Guía ambiental y social para proyectos de generación fotovoltaicos e híbridos menores o iguales a 1 MW. GIZ – Ministerio de Energía del Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2015). Acuerdo Ministerial 097-A: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua y ruido ambiental. Quito, Ecuador.
- Baan, R. A., Grosse, Y., Lauby-Secretan, B., El Ghissassi, F., Bouvard, V., Benbrahim-Tallaa, L., ... & Straif, K. (2011). Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. The Lancet Oncology, 12(7), 624. https://doi.org/10.1016/S1470-2045(11)70147-4
- CEDEX. (2017). Guía para la evaluación del impacto acústico y electromagnético de infraestructuras eléctricas. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, España.
- European Commission. (1999). Council Recommendation 1999/519/EC on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz). Official Journal of the European Communities.
- ICNIRP. (1998). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics, 74(4), 494–522.
- ICNIRP. (2010). ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz–100 kHz). Health Physics, 99(6), 818–836.

- IARC. (2011). Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, No. 102.
- OMS. (2007). Campos electromagnéticos y salud pública: campos magnéticos y eléctricos de frecuencia extremadamente baja. Nota descriptiva N.º 322. Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2016). Environmental Health Criteria 238: Extremely Low Frequency Fields. World Health Organization.
- Cadavid, M., Gómez, J., & Yepes, S. (2010). Mitigación de campos magnéticos en líneas de transmisión eléctrica. Ingeniería y Ciencia, 6(12), 57–76.
- CEDEX. (2017). Guía para la evaluación del impacto acústico y electromagnético de infraestructuras eléctricas. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- ICNIRP. (2010). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). Health Physics, 99(6), 818–836.
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (2015). Principles of geographical information systems. Oxford University Press.
- CELEC EP. (2025). Perfil del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. Unidad de Negocio GENSUR.
- Colmachi, P. (2015). Metodología para la determinación de áreas de sensibilidad ambiental en estudios de impacto. Editorial Universitaria.
- Gómez Orea, D. (2013). Evaluación de impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa.
- MAATE. (2023). Guía técnica para la determinación de áreas de sensibilidad ambiental en estudios de impacto. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (2015). Principles of geographical information systems. Oxford University Press.
- Colmachi, P. (2015). Metodología para la determinación de áreas de sensibilidad ambiental en estudios de impacto. Editorial Universitaria.
- Conesa, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa.
- Gómez Orea, D. (2013). Evaluación de impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa.
- MAATE. (2023). Guía técnica para la determinación de áreas de sensibilidad ambiental en estudios de impacto. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press.
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2005). Fundamentals of ecology (5th ed.). Brooks/Cole.
- Forman, R. T. T. (1995). Land mosaics: The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press.
- Gómez Orea, D. (2013). Evaluación de impacto ambiental. Mundi-Prensa.
- Benítez, R. (2007). Propuesta Metodológica para el Análisis de Sensibilidad Ambiental. Quito, Ecuador: Manuscrito técnico (Ingeniería Geológica). Citado en: PRAS – MAE (2017).
- Burlington Resources (2004). Definición de sensibilidad ambiental y social. Manual de Buenas Prácticas Ambientales. Houston, TX. Citado en: REIAS Puerto de Manta
- finanzas.gob.ec
- Cuesta, F., Peralvo, M., & Merino, A. (2005). Los bosques secos del sur del Ecuador: diversidad, amenazas y perspectivas de conservación. Quito: EcoCiencia.

- International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2023). The IUCN Red List of Threatened Species (ver. 2023-1). Disponible en: https://www.iucnredlist.org
- León-Yánez, S. et al. (2011). Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador. Quito: Publicación Miscelánea 14, Jardín Botánico de Quito.
- MAE – Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental 1:250.000. Quito, Ecuador.
- MAAE – Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador. (2020). Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS) – Metodología para la identificación de áreas sensibles. Acuerdo Ministerial DM-2020-01. Quito, Ecuador.
- MAATE – Min. Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). Lista de Especies Amenazadas de Ecuador – Categorías de mamíferos, aves, anfibios y reptiles. Quito, Ecuador: Dirección de Biodiversidad.
- Ron, S. R., Merino-Viteri, A., & Ortiz, D. A. (2019). Red List of Amphibians of Ecuador. Quito: Museo de Zoología QCAZ – Pontif. Univ. Católica del Ecuador.
- Torres-Carvajal, O., Salazar-Valenzuela, D., Merino-Viteri, A., & Nicolalde, D. (2021). Red List of Reptiles of Ecuador. Quito: Ministerio del Ambiente (MAE) & Museo QCAZ.
- Tirira, D. (2017). Mamíferos resistentes a la perturbación y homogeneización biótica. En Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (p. 48). Quito: Fundación Mamíferos y MAE. Citado en informe de línea base.
- UICN/SSC. (2016). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria (ver. 12). Gland, Suiza: IUCN Standards and Petitions Subcommittee.
- Consultora Ambiental CGA. (2025). Informe de Caracterización Biótica – Proyecto Fotovoltaico “La Ceiba”. Zapotillo, Loja. (Documento técnico, cap. 8.2: Flora y Fauna). [Fuente principal de datos].
- Gómez Orea, D. (2013). Evaluación de impacto ambiental (7.ª ed.). Mundi-Prensa.
- PRAS–MAAE. (2020). Guía metodológica de peritaje ambiental: identificación y valoración de áreas sensibles.
- UICN. (2023). The IUCN Red List of Threatened Species.
- MAATE. (2021). Listas rojas de especies del Ecuador (mamíferos, aves, anfibios, reptiles).
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2025). Datos meteorológicos del período 1991-2020 [Base de datos]. https://www.inamhi.gob.ec/
- Open-Meteo. (s. f.). Historical weather API. https://open-meteo.com/en/docs/historical-weather-api
- Broadbent, E. N., Asner, G. P., Keller, M., Knapp, D. E., Oliveira, P. J. C., & Silva, J. N. (2008). Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. Biological Conservation, 141(7), 1745–1757.
- Allan, J. D., & Castillo, M. M. (2007). Stream ecology: Structure and function of running waters (2nd ed.). Springer.
- Canter, L. W. (1998). Environmental impact assessment (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Canaday, C. (1996). Loss of insectivorous birds along a gradient of human impact in Amazonia.
- Canaday, C., & Rivadeneyra, J. (2001). Initial effects of a petroleum operation on Amazonian birds.
- Foppen, R., Reijnen, R., & colleagues. (1997). Disturbance by traffic of breeding birds: Evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors.

- Reijnen, R., Foppen, R., & colleagues. (1995, 1996). Studies on the effects of road traffic noise on breeding birds.
- Van der Zande, A. N., ter Keurs, W. J., & van der Weijden, W. J. (1980). The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat.
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., … Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. Science Advances, 1(2), e1500052.
- Shannon, G., McKenna, M. F., Angeloni, L. M., Crooks, K. R., Fristrup, K. M., Brown, E., Warner, K. A., Nelson, M. D., White, C., Briggs, J., McFarland, S., & Wittemyer, G. (2016). A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. Biological Reviews, 91(4), 982–1005
- Caorsi, V. Z., Daneri, G., Delgado, C., Chalar, C., & Pereyra, M. O. (2019). Anthropogenic substrate-borne vibrations impact anuran calling. Scientific Reports, 9, 19456.
- Hill, P. S. M. (2001). Vibration and animal communication: A review. American Zoologist, 41(5), 1135–1142.
- Jochimsen, D. M., Peterson, C. R., Andrews, K. M., & Gibbons, J. W. (2004). Literature review of the effects of roads on amphibians and reptiles. Idaho Fish and Game.
- Maynard, R. J., Grayson, K. L., & others. (2016). Road-edge effects on herpetofauna in a lowland Amazonian rainforest. Tropical Conservation Science, 9(1).
- Posse-Sarmiento, V., Suazo-Ortuño, I., & others. (2024). The effects of edge influence on the microhabitat, diversity and life-history traits of amphibians in western Ecuador. Journal of Tropical Ecology.
- Santos-Barrera, G., Arroyo-Rodríguez, V., Moreno, C. E., & Pineda, E. (2011). The role of the matrix-edge dynamics of amphibian conservation in tropical montane fragmented landscapes. Mesoamerican Herpetology / Revista Mexicana de Biodiversidad (según edición consultada).
- Schneider-Maunoury, L., Lefebvre, V., Ewers, R. M., Medina-Rangel, G. F., Peres, C. A., Somarriba, E., & Pfeifer, M. (2016). Abundance signals of amphibians and reptiles indicate strong edge effects in Neotropical fragmented forest landscapes. Biological Conservation, 200, 207–215.
- Ewers, R. M., & Didham, R. K. (2008). Pervasive impact of large-scale edge effects on a beetle community. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(14), 5426–5429.
- González, E., Salvo, A., & Valladares, G. (2015). Arthropods on plants in a fragmented Neotropical dry forest: A functional analysis of area loss and edge effects. Insect Science, 22(1), 129–138.
- Nichols, E., Larsen, T., Spector, S., Davis, A. L. V., Escobar, F., Favila, M., & Vulinec, K. (2007). Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. Biological Conservation, 137(1), 1–19.
- Shannon, G., McKenna, M. F., Angeloni, L. M., Crooks, K. R., Fristrup, K. M., Brown, E., Warner, K. A., Nelson, M. D., White, C., Briggs, J., McFarland, S., & Wittemyer, G. (2016). A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. Biological Reviews, 91(4), 982–1005.

- Doretto, A., Piano, E., Laini, A., Bona, F., & Fenoglio, S. (2018). Fine sediment in running waters: An overlooked diffuse pollutant? Current Pollution Reports, 4, 230–242.
- Environmental Protection Agency. (2013). Connectivity of streams and wetlands to downstream waters: A review and synthesis of the scientific evidence. U.S. EPA.
- eibowitz, S. G., Mushet, D. M., & Alexander, L. C. (2018). Hydrologic, biologic, and chemical functions of headwater streams and downstream waters. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 54(2), 298–311.
- Wang, B., et al. (2024). A model for evaluation of sediment exposure and burial downstream from the sediment release point. Ecological Engineering, 204, 107337.
- Wood, P. J., & Armitage, P. D. (1997). Biological effects of fine sediment in the lotic environment. Environmental Management, 21(2), 203–217.
- Brücken Consult Bolivia. (2018). Estudio de determinación de costos de operación, mantenimiento y administración fijos de generación con base en energías alternativas.
- IRENA, & IEA-PVPS. (2016). End-of-life management: Solar photovoltaic panels. Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050. World Bank. Metcalf & Eddy. (2014). Wastewater engineering: Treatment and resource recovery (5th ed.). McGraw-Hill. Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues. McGraw-Hill.
- Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4.ª ed.). Mundi-Prensa.
- Laurance, W. F., & Curran, T. J. (2008). Impacts of wind disturbance on fragmented tropical forests: A review and synthesis. Austral Ecology, 33(4), 399–408.
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: Implications for conservation. Trends in Ecology & Evolution, 10(2), 58–62.
- WALSH Environmental Scientists and Engineers Consulting. (2024). Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental para la Construcción, Operación y Abandono del Proyecto Solar Intiyana y Línea de Transmisión.
- Bennett, A. F., & Saunders, D. A. (2010). Habitat fragmentation and landscape change. Conservation Biology for All.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 34, 487–515.
- Foley, J. A., et al. (2005). Global consequences of land use. Science, 309(5734), 570–574.
- Forman, R. T. T., & Godron, M. (1986). Landscape Ecology. Wiley.
- IUCN. (2020). The IUCN Red List of Threatened Species.
- Lambin, E. F., et al. (2003). Dynamics of land-use and land-cover change. Annual Review of Environment and Resources, 28, 205–241.
- MAATE. (2013). Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Aguirre, Z., Kvist, L. P., & Sánchez, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad.
- Duellman, W. E. (1978). The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador.
- Miserendino, M. L. (2009). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad ambiental.
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia.

- Schulenberg, T. S., Stotz, D. F., Lane, D. F., O'Neill, J. P., & Parker, T. A. (2010). Birds of Peru.
- Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker, T. A., & Moskovits, D. K. (1996). Neotropical birds: Ecology and conservation.
- Tirira, D. G. (2021). Mamíferos del Ecuador: Lista actualizada y estado de conservación.
- AMPYR. (s.f.). Environmental and social impact assessment for a 200 MWac / 260 MWp solar power project in Mhasale Village, Dhule District,Maharashtra.
- Frischknecht, R., Stolz, P., Krebs, L., de Wild-Scholten, M., & Sinha, P. (2020). Life cycle inventories and life cycle assessments of photovoltaic systems.
- Ministery of Housing, S. P. (2000). Eco-Indicator 99 Manual for Designers: A Damege Orientes Method for life Cycle Impact Assessmentes. Den Haag, The Netherlands.
- Vidal, O., Rostom, F., François, C., & Giraud, G. (2017). Global Trends in Metal Consumption and Supply: The Raw Material–Energy Nexus.
- Ampyr Renewable Energy Resources Twelve Private Limited. (s.f.). Environmental and social impact assessment for a 200 MWac / 260 MWp solar power project in Mhasale Village, Dhule District, Maharashtra.
- Banco Mundial. (2017). EHS guidelines: Environmental, health, and safety guidelines. World Bank Group.
- Frischknecht, R., Wyss, F., Büsser Knöpfel, S., Lützkendorf, T., & Balouktsi, M. (2020). Cumulative energy demand in LCA: The energy harvested approach. International Journal of Life Cycle Assessment.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. IPCC.
- International Organization for Standardization (ISO). (2006). ISO 14044: Environmental management—Life cycle assessment—Requirements and guidelines. ISO.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (2002). Onsite wastewater treatment systems manual. U.S. EPA.
- Vidal, R., Martínez, P., & Sánchez, J. (2017). Life cycle assessment of photovoltaic systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews