

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

**PROYECTO FOTOVOLTAICO
LA CEIBA**



OPERADOR DEL PROYECTO:



ELABORADO POR:



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 reales¹.

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. Impactos en áreas prístinas o con especies sensibles a los cambios en su hábitat.	Entre 100.000 y 1'000.000 de USD
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 simultánea 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.

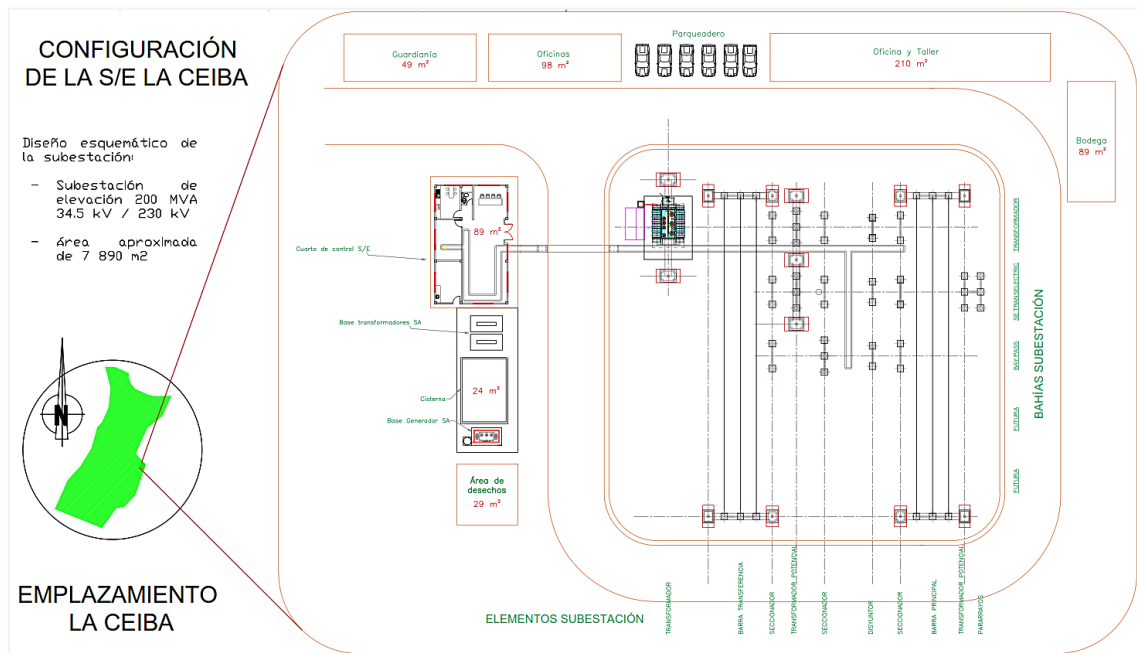
En lo biótico se aborda, cacería y tráfico de especies CITES, incendios por efecto humano o daño silvestre, derrames y vertidos de desechos peligrosos, efecto lumínico, fauna Feral, afectación a cuerpos de agua, extracción de flora y fauna.

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



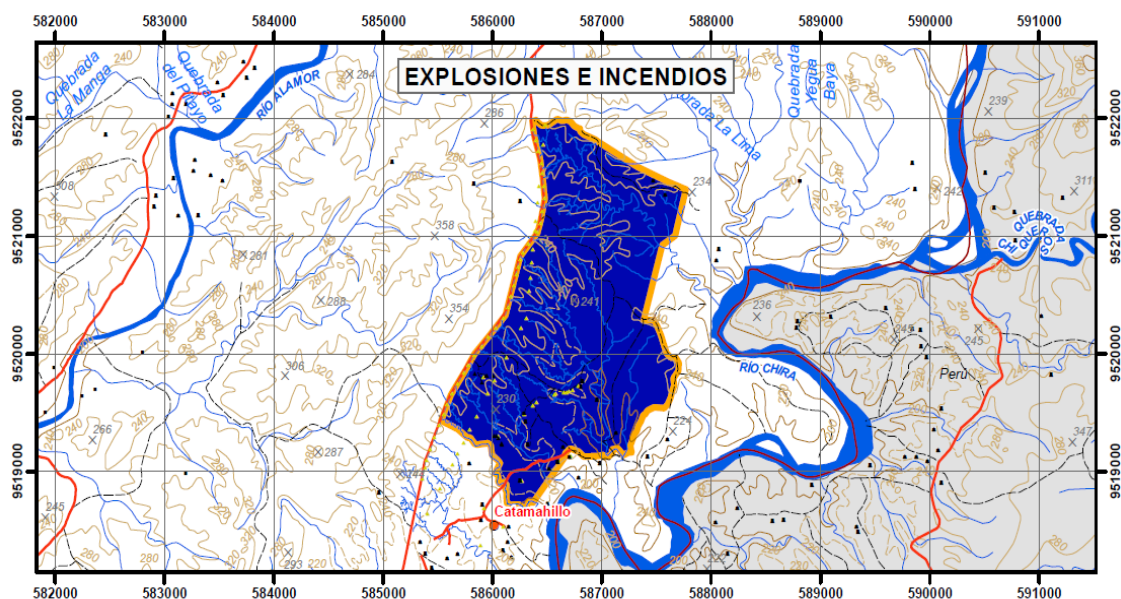
Fuente: CELEC EP, GENSUR, 2025.

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)

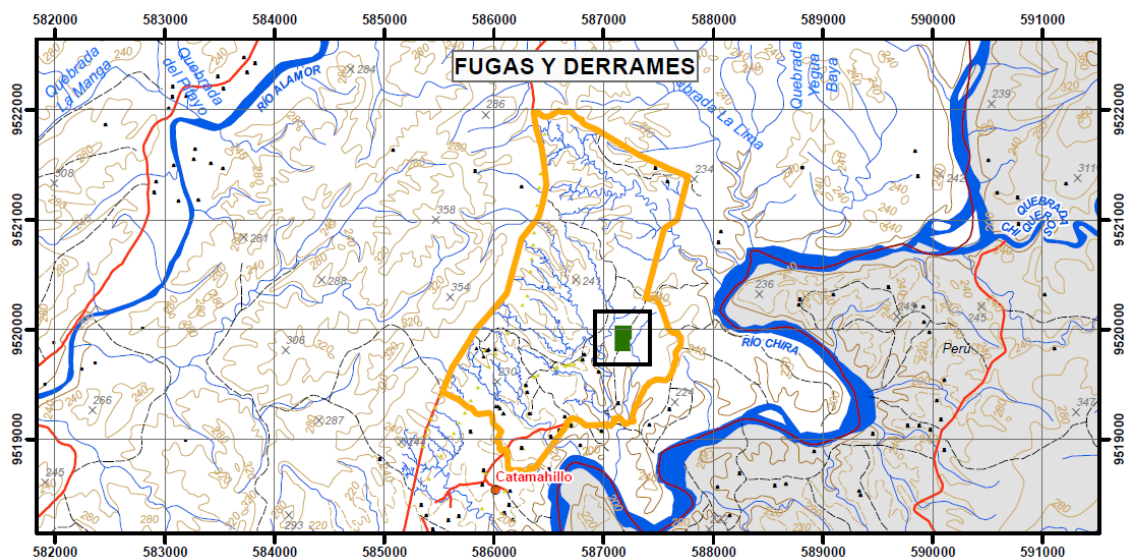


La zona de implantación del proyecto fotovoltaico “La Ceiba” se caracteriza por poseer altas temperaturas que registran en máximas los 34,68 grados centígrados², estimando que podría influir en la materialización de un incendio, no como factor principal, pero si en la interacción de los elementos del 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)

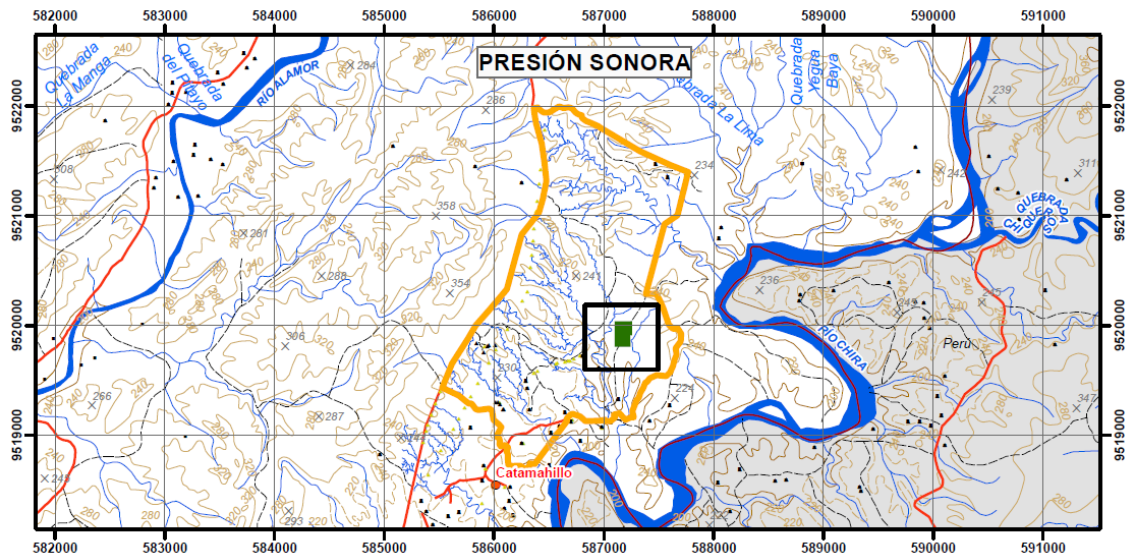
El área de implantación de la subestación eléctrica del proyecto fotovoltaico “La Ceiba” aproximadamente se extenderá en 5.883,79 m², lo que conlleva a la emisión de niveles de presión sonora (dB A) principalmente en diversos equipos y procesos operativos. La implantación del proyecto está ubicada en 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/analis-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 neboxii* 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. preñadillas* 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 *Iguana 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.

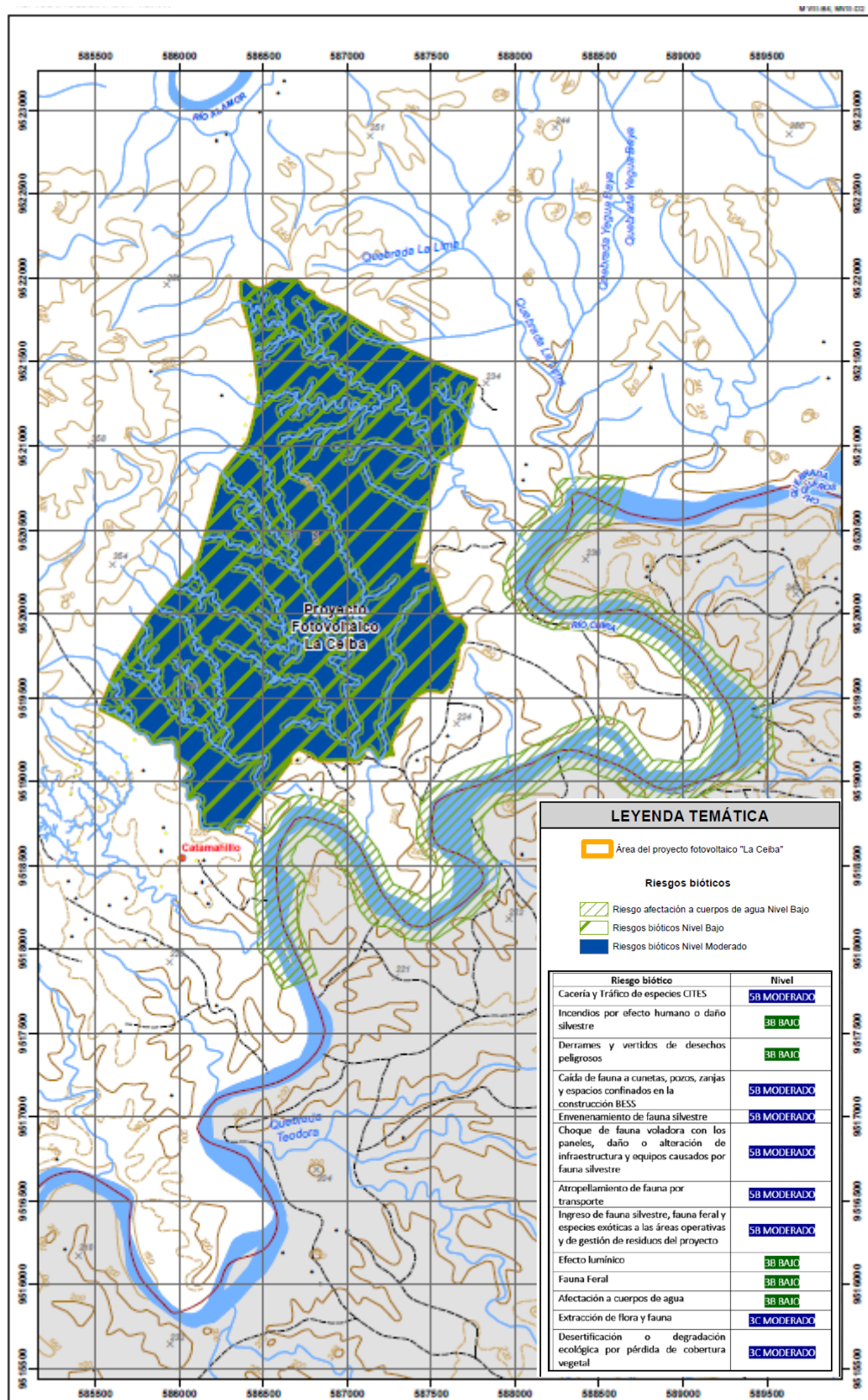
Estas condiciones adquieren mayor relevancia debido a que el proyecto se desarrolla en un ecosistema de bosque seco caracterizado por una marcada estacionalidad climática, precipitaciones concentradas en pocos meses del año y prolongados periodos de déficit hídrico. Bajo estas condiciones, la recuperación 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 decíduo 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 <i>Handroanthus chrysanthus</i> , <i>Armatocereus cartwrightianus</i> y <i>Simira ecuadorensis</i> . Evitar acumulación de materiales sobre vegetación y realizar monitoreo de regeneración natural.	Restauración con especies nativas propias del bosque seco (<i>Handroanthus chrysanthus</i> , <i>Piscidia carthagenensis</i> , <i>Caesalpinia glabrata</i> , <i>Bursera graveolens</i> , <i>Cordia lutea</i> y <i>Loxopterygium huasango</i>), 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 zanjias	Instalar rampas de escape, inspeccionar excavaciones antes del inicio de actividades, mantener zanjias 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, zanjias 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.

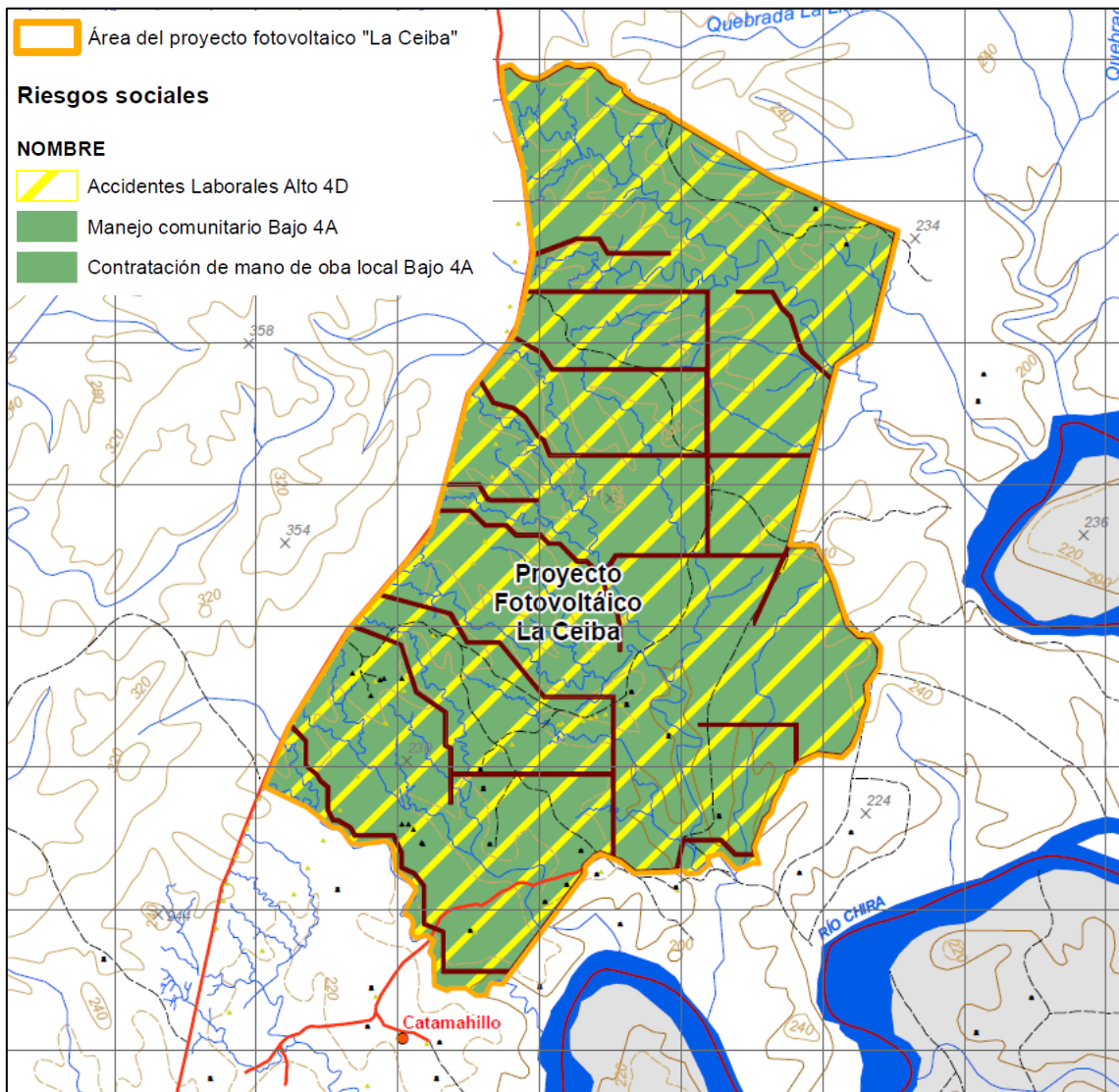
Manejo comunitario

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.

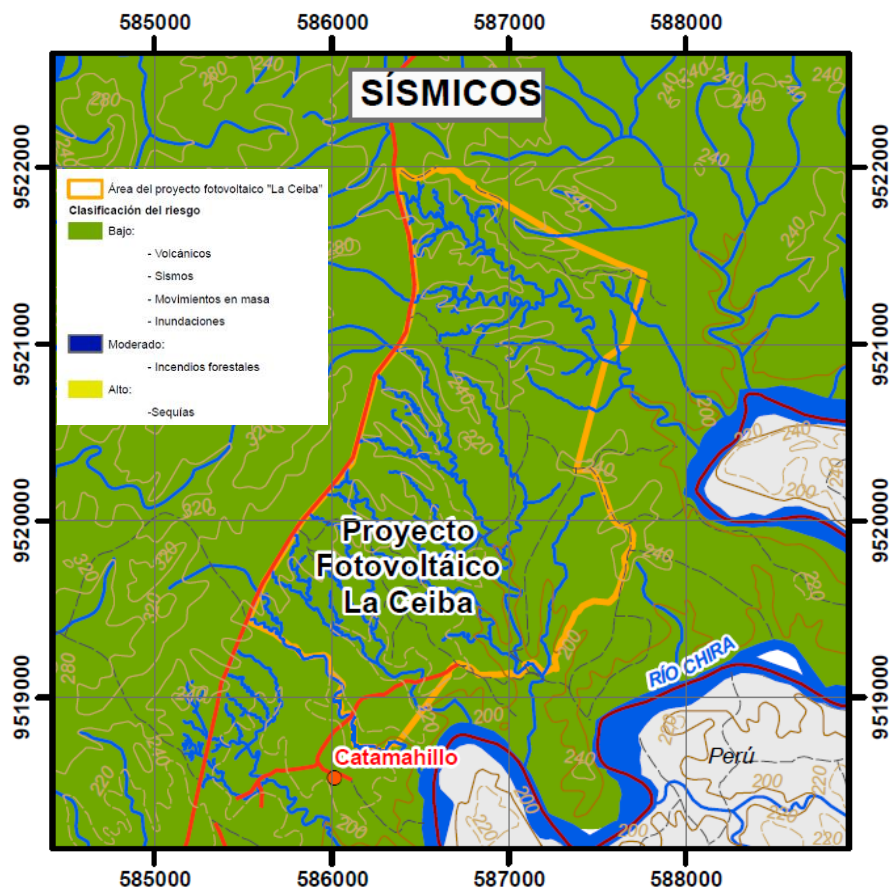
Los cantones con territorios en más de una zona sísmica recibieron el valor de la categoría superior. Por ejemplo, un cantón que solo tiene el 30% de su superficie en la zona IV (y el 70% en la clase III) recibió el valor 3 (el valor correspondiente a la zona IV). Este criterio de clasificación de los 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 asociadas³ y, a MUY ALTA en la que posee todas las condiciones estáticas suficientes para la ocurrencia de incendios forestales y procesos de ignición latentes⁴. 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*).

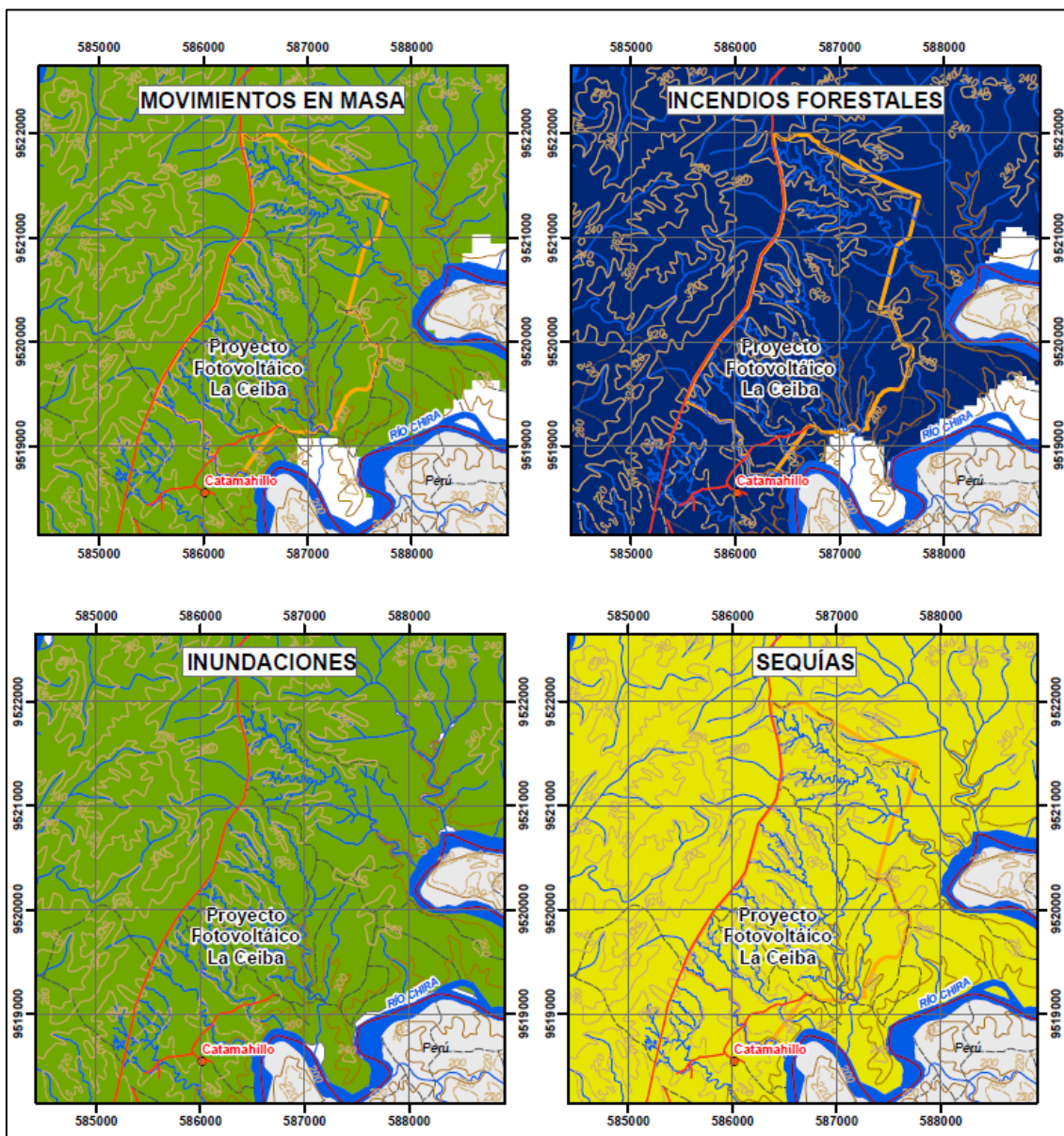
Sequías

El proyecto fotovoltaico La Ceiba dentro del mapa de zonas susceptibles a sequías se ubica dentro de los más de 22 000 km² 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 climática⁵ 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,

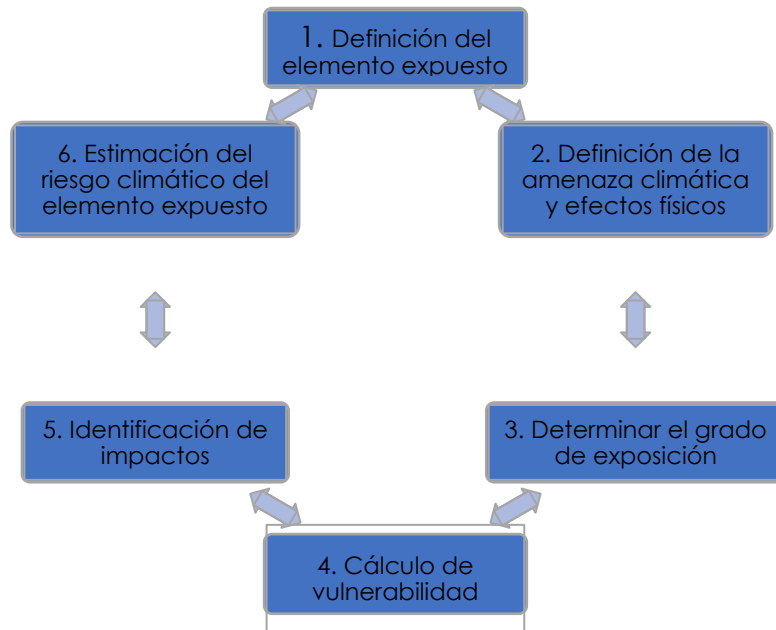
⁵ Sistema de Información, Proyecciones, Riesgo Climático y Adaptación al Cambio Climático (SPRACC).

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:

$$\text{Riesgo climático} = \text{Amenaza} * \text{Exposición} * \text{Vulnerabilidad}$$

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:

$$\text{Vulnerabilidad: } \frac{\text{Sensibilidad}}{\text{Capacidad Adaptativa}}$$

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 pesimista⁹. 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

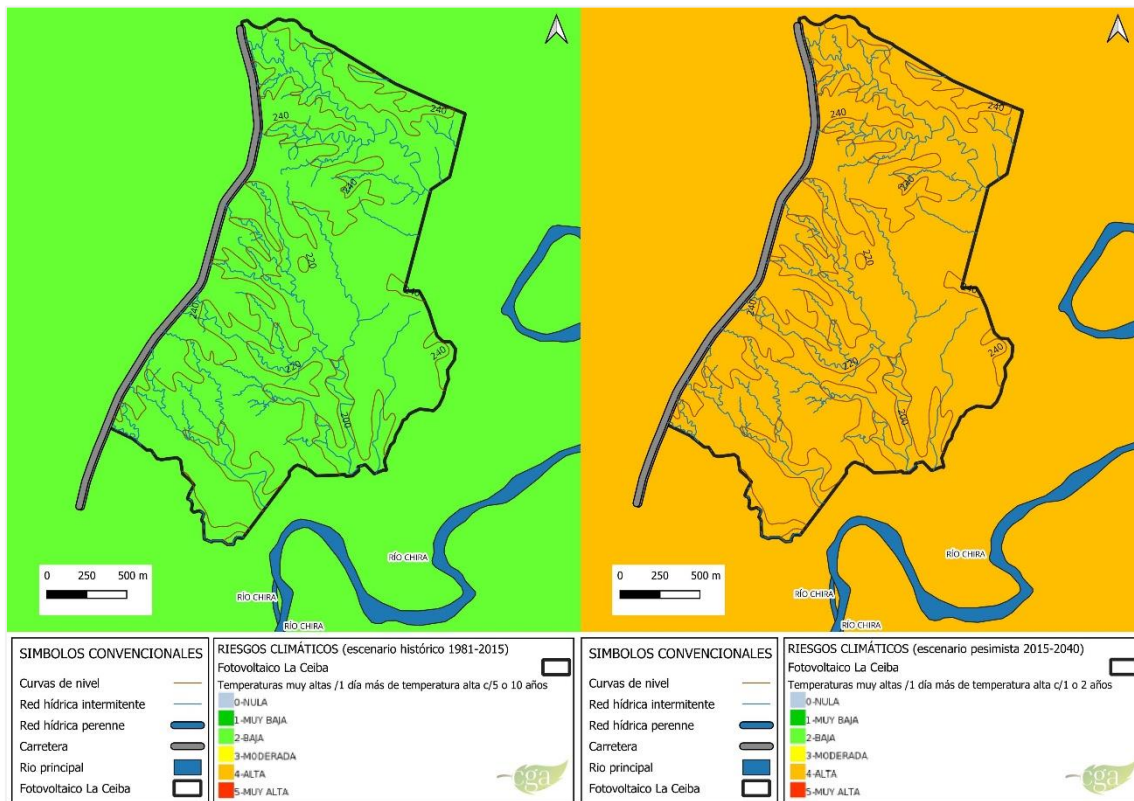
Escenario	Histórico	1981-2015	Escenario	Pesimista	2016-2040
Elemento Expuesto	Central Eléctrica	Fotovoltaica La Ceiba	Elemento Expuesto	Central Eléctrica	Fotovoltaica La Ceiba
Geometría del elemento expuesto	Polígono		Geometría del elemento expuesto	Polígono	
Amenaza Climática	Temperaturas altas Baja	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 2040¹⁰.

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 2040¹¹;

- **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.

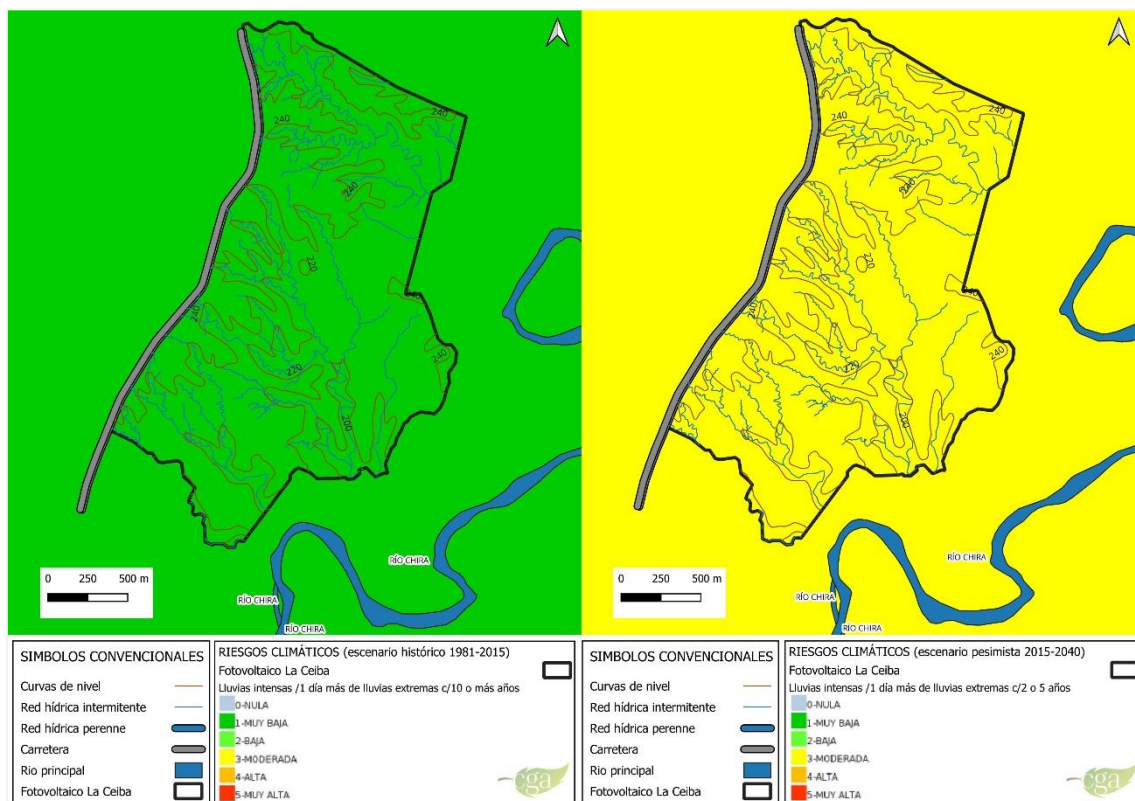
Tabla 12-4. Análisis de escenarios de riesgo climático por lluvias intensas.

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 2040¹².

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 2040¹³;

- **Análisis de la amenaza climática por lluvias intensas sobre el elemento expuesto Proyecto Fovoltaiico 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**

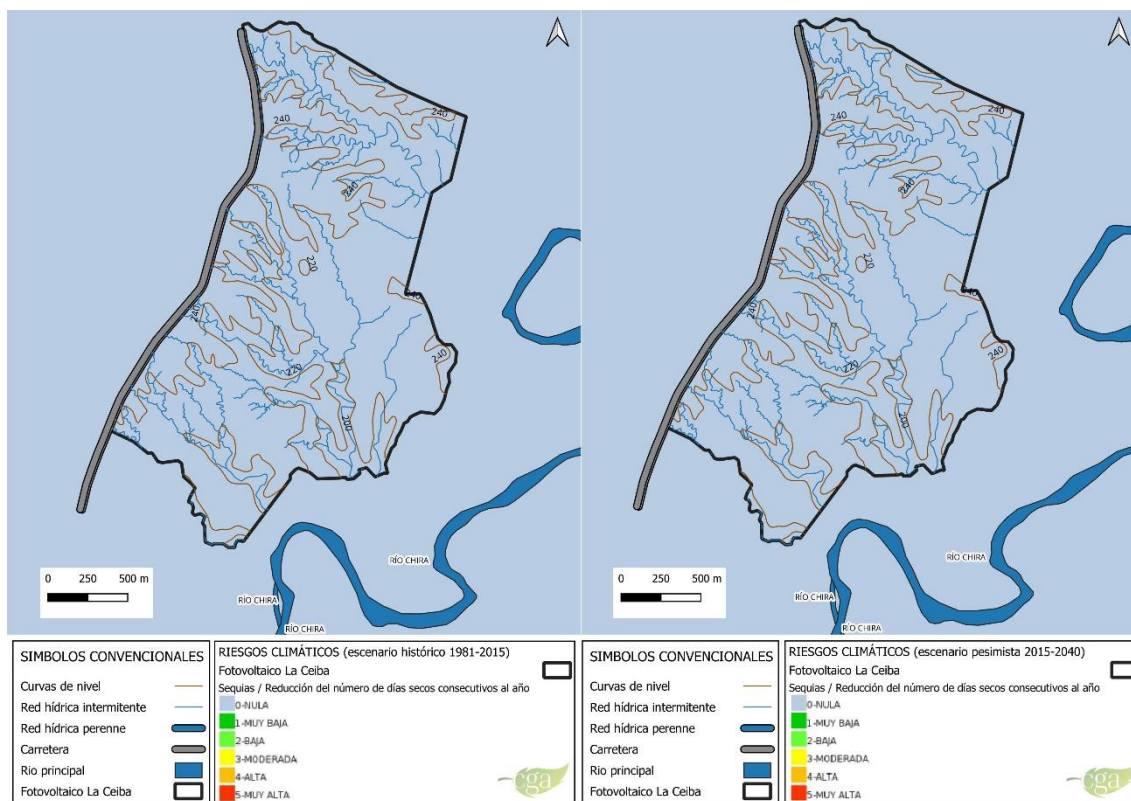
Para el siguiente análisis, se tomarán en consideración los escenarios, histórico (años 1981-2015) y pesimista (años 2016-2040) y, el nivel de amenaza climática para la sequía dando lugar a variaciones según la temporalidad de los datos.

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 cortas¹⁴.

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 cortas¹⁵.

- **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 el ambiente al proyecto consideraremos la metodología IPER Social¹⁶ 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	Bajo (3B)	> Desarrollar, implementar y mantener un plan de autoprotección y contingencias
			Pérdida de infraestructura y bienes inmuebles		
	Sismos	Probable	Pérdida de infraestructura y facilidades	Bajo (3B)	> Identificación de peligros y evaluación de factores de riesgo laboral > Desarrollar, implementar y mantener un plan de autoprotección y contingencias
			Conmoción social		
			Heridos o muertos		
	Movimientos en masa	Probable	Destrucción de infraestructura y facilidades	Bajo (3B)	> Mantener programas de rehabilitación de áreas intervenidas > Desarrollar, implementar y mantener un plan de autoprotección y contingencias
			Conmoción social		
	Incendios Forestales	Probable	Destrucción de infraestructura y facilidades	Moderado (3C)	> Desarrollar, implementar y mantener un plan de autoprotección y contingencias
			Pérdida de vidas humanas		
	Inundaciones	Probable	Destrucción de infraestructura y facilidades	Bajo (3B)	> Canalización de aguas lluvias. > Desarrollar, implementar y mantener un plan de
			Pérdida de vidas humanas		

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 / lı́quidos 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 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.

Ichtiofauna (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 sequías.