

Contenido

8.2. COMPONENTE BIÓTICO.....	210
8.2.1. Flora.....	214
8.2.2. Fauna.....	271
8.2.2.1. Mastofauna.....	271
8.2.2.2. Ornitofauna.....	308
8.2.3.3. Herpetofauna.....	342
8.2.3.4. Entomofauna	372
8.2.3.5. Macroinvertebrados acuáticos.	405
8.2.3.6. Ictiofauna.....	454

[Índice de tablas](#)

Tabla 8-2-1. Cobertura y uso del suelo en el área de estudio.....	212
Tabla 8-2-2. Ecosistema presente en el área de estudio	212
Tabla 8-2-3. Coordenadas de zonas muestreadas del componente flora.....	215
Tabla 8-2-4. Esfuerzo de muestreo componente flora	217
Tabla 8-2-5. Interpretación de la abundancia relativa Flora	222
Tabla 8-2-6. Especies obtenidas en las cuatro parcelas de Bosque Secundario	223
Tabla 8-2-7. Resultados obtenidos en las cuatro parcelas de Bosque Secundario	228
Tabla 8-2-8. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL001	229
Tabla 8-2-9. Abundancia absoluta y relativa	229
Tabla 8-2-10. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL001.....	232
Tabla 8-2-11. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL002	233
Tabla 8-2-12. Abundancia absoluta y relativa registradas en la parcela PFC-FL002	233
Tabla 8-2-13. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL002.....	236
Tabla 8-2-14. Especies obtenidas en las cuatro parcelas de Bosque Secundario	237
Tabla 8-2-15. Resultados obtenidos en las parcelas de 2,5 cm en Bosque Secundario	242
Tabla 8-2-16. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL003	243
Tabla 8-2-17. Abundancia absoluta y relativa	243
Tabla 8-2-18. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL001.....	246
Tabla 8-2-19. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL004	247
Tabla 8-2-20. Abundancia absoluta y relativa registradas en la parcela PFC-FL004.	247
Tabla 8-2-21. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL004.....	250
Tabla 8-2-22. Índice de Simpson interpretación	252
Tabla 8-2-23. Diversidad de aves en el área de estudio.....	252
Tabla 8-2-24. Índice de similitud de Jaccard para el componente aves.....	253
Tabla 8-2-25. Estado de conservación de las especies registradas.	255
Tabla 8-2-26. Grado de sensibilidad de las especies registradas en las cuatro parcelas.	256

Tabla 8-2-27. Especies registradas en el levantamiento de la línea base cualitativa	257
Tabla 8-2-28. Usos de las especies registradas.	259
Tabla 8-2-29. Categoría de conservación.....	260
Tabla 8-2-30. Sensibilidad de las especies registradas.....	261
Tabla 8-2-31. Especies condicionadas en Ecuador	263
Tabla 8-2-32. Coordinadas futuros monitoreos del componente flora.	269
Tabla 8-2-33. Puntos y coordinadas de muestreo para mastofauna	280
Tabla 8-2-34. Esfuerzo de muestreo para mastofauna	282
Tabla 8-2-35. Riqueza general del componente mastofauna	284
Tabla 8-2-36. Riqueza por punto de muestreo del componente mastofauna	285
Tabla 8-2-37. Abundancia absoluta y relativa del punto PFC-MA001 del componente mastofauna	285
Tabla 8-2-38. Riqueza y abundancia general del componente mastofauna	286
Tabla 8-2-39. Diversidad alfa del componente mastofauna	289
Tabla 8-2-40. Riqueza cualitativa del componente mastofauna	291
Tabla 8-2-41. Nicho trófico de las especies del componente mastofauna	292
Tabla 8-2-42. Hábito de las especies del componente mastofauna	293
Tabla 8-2-43. Distribución vertical de las especies del componente mastofauna	294
Tabla 8-2-44. Sociabilidad de las especies del componente mastofauna	295
Tabla 8-2-45. Estado de conservación de las especies del componente mastofauna ..	297
Tabla 8-2-46. Categorización bibliográfica de la abundancia relativa de mamíferos de las especies del componente mastofauna	297
Tabla 8-2-47. Sensibilidad de las especies registradas del componente mastofauna ..	299
Tabla 8-2-48. Puntos y coordinadas de muestreo para mastofauna	305
Tabla 8-2-49. Ubicación de los puntos de muestreo para ornitofauna.....	309
Tabla 8-2-50. Métodos y esfuerzo de muestreo para ornitofauna	311
Tabla 8-2-51. Interpretación de la abundancia relativa de ornitofauna	313
Tabla 8-2-52. Orden, familia y especies de aves registradas	318
Tabla 8-2-53. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR001	321
Tabla 8-2-54. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR001	322
Tabla 8-2-55. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR002	324
Tabla 8-2-56. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR002	325
Tabla 8-2-57. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR003	326
Tabla 8-2-58. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR003	327
Tabla 8-2-59. Diversidad de aves en el área de estudio.....	330
Tabla 8-2-60. Índice de similitud de Jaccard para el componente aves.....	330
Tabla 8-2-61. Especies de aves registradas en categorías de amenaza global y nacional	333
Tabla 8-2-62. Especies de aves consideradas indicadoras de hábitat.....	335
Tabla 8-2-63. Coordinadas sugeridas para monitoreos posteriores – Componente ornitofauna	340
Tabla 8-2-64. Transectos de muestreo PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba.....	344
Tabla 8-2-65. Esfuerzo del levantamiento de línea base biótica para herpetofauna mediante la metodología de Registro por Encuentro Visual	345
Tabla 8-2-66. Composición taxonómica de la herpetofauna registrada por sitio del muestreo levantamiento de línea base biótica.....	351

Tabla 8-2-67. Resumen de métricas por sitio del muestreo levantamiento de línea base biótica para herpetofauna.	352
Tabla 8-2-68. Abundancia relativa de las especies de herpetofauna identificadas en el levantamiento de línea base biótica PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba.....	355
Tabla 8-2-69. Índices de diversidad de Shannon_H y Simpson_1-D entre los diferentes puntos del levantamiento de línea base biótica herpetofauna	357
Tabla 8-2-70. Índice de Jaccard.....	358
Tabla 8-2-71. Clasificación de sensibilidad ecológica de las especies registradas en el el levantamiento de línea base biótica herpetofauna.	363
Tabla 8-2-72. Estados de conservación y endemismo actualizados según Anfibios del Ecuador	364
Tabla 8-2-73. Especies de interés.....	365
Tabla 8-2-74. Transectos de muestreo sugeridos, PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba	369
Tabla 8-2-75. Ubicación de los puntos de muestreo para entomofauna.....	373
Tabla 8-2-76. Métodos y esfuerzo de muestreo para entomofauna	376
Tabla 8-2-77. Orden, familia y especies de escarabajos registrados en el área de estudio	378
Tabla 8-2-78. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos	380
Tabla 8-2-79. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001.....	382
Tabla 8-2-80. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN002.....	384
Tabla 8-2-81. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN003.....	385
Tabla 8-2-82. Diversidad de escarabajos.....	388
Tabla 8-2-83. Índice de similitud de Jaccard para escarabajos	388
Tabla 8-2-84. Familias y especies de mariposas diurnas registradas	389
Tabla 8-2-85. Abundancia absoluta y relativa de mariposas.....	390
Tabla 8-2-86. Orden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN001	392
Tabla 8-2-87. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN001	393
Tabla 8-2-88. Orden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN002	394
Tabla 8-2-89. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN002	395
Tabla 8-2-90. Orden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN003	396
Tabla 8-2-91. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN003	396
Tabla 8-2-92. Diversidad de mariposas diurnas	399
Tabla 8-2-93. Índice de similitud de Jaccard para mariposas diurnas.....	399
Tabla 8-2-94. Coordenadas sugeridas para monitoreos posteriores – componente Entomofauna	404
Tabla 8-2-95. Sitios de levantamiento biótico para macroinvertebrados	406
Tabla 8-2-96. Esfuerzo de muestreo para macroinvertebrados	408
Tabla 8-2-97. Clases de Calidad de Agua – Valores EPT	412
Tabla 8-2-98. Puntajes de las familias de macroinvertebrados de acuerdo al índice BMWP/Col.....	412
Tabla 8-2-99. Criterios de calidad biológica del agua para el índice BMWP/Col.....	413
Tabla 8-2-100. Composición de macroinvertebrados	415
Tabla 8-2-101. Abundancia relativa de macroinvertebrados.....	418

Tabla 8-2-102. Diversidad de macroinvertebrados.....	420
Tabla 8-2-103. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-001	421
Tabla 8-2-104. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-001	424
Tabla 8-2-105. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-001	425
Tabla 8-2-106. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-002	426
Tabla 8-2-107. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-002	428
Tabla 8-2-108. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-002	430
Tabla 8-2-109. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-003	430
Tabla 8-2-110. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-003	433
Tabla 8-2-111. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-003	434
Tabla 8-2-112. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-004	435
Tabla 8-2-113. Abundancia Relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-004	437
Tabla 8-2-114. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-004	439
Tabla 8-2-115. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-005	439
Tabla 8-2-116. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-005	441
Tabla 8-2-117. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-005	443
Tabla 8-2-118 Índice de similitud de Jaccar para el componente de macroinvertebrados	443
Tabla 8-2-119. Descripción de los sitios de levantamiento biótico para el componente ictiofauna	455
Tabla 8-2-120. Esfuerzo de muestreo de levantamiento biótico para el componente ictiofauna	456
Tabla 8-2-121. Composición de la ictiofauna	465
Tabla 8-2-122. Abundancia relativa de la ictiofauna	467
Tabla 8-2-123. Diversidad de ictiofauna	470
Tabla 8-2-124 Índice de similitud de Jaccard- ictiofauna	470
Tabla 8-2-125. Composición de ictiofauna en PFC-PEA-001	471
Tabla 8-2-126. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-001	473
Tabla 8-2-127. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEA-001	474
Tabla 8-2-128. Composición de la ictiofauna en PFC-PEA-001	475
Tabla 8-2-129. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-002	476
Tabla 8-2-130. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEA-002	478
Tabla 8-2-131. Composición de la ictiofauna en PFC-PEA-003	478
Tabla 8-2-132. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-003	480
Tabla 8-2-133. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEA-003	481
Tabla 8-2-134. Composición de la ictiofauna en PFC-PEE-004.....	481
Tabla 8-2-135. Abundancia relativa de la ictiofauna en PFC-PEE-004	483
Tabla 8-2-136. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEE-004	484
Tabla 8-2-137. Composición de la ictiofauna en PFC-PEE-005.....	484
Tabla 8-2-138. Abundancia relativa de peces en PFC-PEE-005.....	485
Tabla 8-2-139. Diversidad de peces en PFC-PEE-005.....	486
Figura 8-2-1. Número de familias, géneros y especies de flora registradas.....	224
Figura 8-2-2. Especies con mayor número de individuos.	224
Figura 8-2-3. Especies con mayor número de individuos.	225
Figura 8-2-4. Especies con mayor Área Basal y Volumen dentro de las parcelas.	226
Figura 8-2-5. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia	227

Figura 8-2-6. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FL001	230
Figura 8-2-7. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL001.....	230
Figura 8-2-8. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia	231
Figura 8-2-9. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FR002.....	234
Figura 8-2-10. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL002.....	234
Figura 8-2-11. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia	235
Figura 8-2-12. Número de familias, géneros y especies de flora registradas.....	238
Figura 8-2-13. Especies con mayor número de individuos.	238
Figura 8-2-14. Especies con mayor número de individuos.	239
Figura 8-2-15. Especies con mayor Área Basal y Volumen dentro de las parcelas.	240
Figura 8-2-16. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia	241
Figura 8-2-17. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FL001	244
Figura 8-2-18. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL003.....	245
Figura 8-2-19. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia	245
Figura 8-2-20. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FR004.....	248
Figura 8-2-21. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL004.....	248
Figura 8-2-22. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia	249
Figura 8-2-23. Acumulación de especies en las cuatro parcelas.....	251
Figura 8-2-24. Análisis cluster base Jaccard	253
Figura 8-2-25. Riqueza general del componente mastofauna.	283
Figura 8-2-26. Riqueza cuantitativa del componente mastofauna	284
Figura 8-2-27. Abundancia relativa del componente mastofauna.....	287
Figura 8-2-28. Curva de acumulación de especies y Chao 1 del componente mastofauna	288
Figura 8-2-29. Índice de similaridad de Jaccard del componente mastofauna.....	290
Figura 8-2-30. Riqueza cualitativa del componente mastofauna.....	291
Figura 8-2-31. Nicho trófico de las especies registradas del componente mastofauna	292
Figura 8-2-32. Hábito de las especies registradas del componente mastofauna	293
Figura 8-2-33. Distribución vertical de las especies registradas del componente mastofauna	294
Figura 8-2-34. Sociabilidad de las especies registradas del componente mastofauna .	295
Figura 8-2-35. Sensibilidad de las especies registradas del componente mastofauna .	298
Figura 8-2-36. Riqueza de especies de aves registradas	319
Figura 8-2-37. Abundancia de aves registradas en el área de estudio.....	320
Figura 8-2-38. Curva rango-abundancia de aves registradas en el área de estudio	320
Figura 8-2-39. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR001	323
Figura 8-2-40. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR002	326
Figura 8-2-41. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR003	328
Figura 8-2-42. Curva de acumulación y Chao-1 para aves	329
Figura 8-2-43. Similitud de aves – Índice Jaccard.....	331
Figura 8-2-44. Gremios tróficos de las especies de aves registradas.....	331
Figura 8-2-45. Estrato vertical de las especies de aves registradas	332
Figura 8-2-46. Número de especies de aves migratorias registradas	333
Figura 8-2-47. Sensibilidad de las especies de aves	336
Figura 8-2-48. Riqueza y abundancia de las especies de anfibios y reptiles registrados en los diferentes puntos del levantamiento de línea base biótica PFC-HR= Proyecto.....	351

Figura 8-2-49. Curva de rango–abundancia para PFC-HR01 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta)	353
Figura 8-2-50. Curva de abundancia para PFC-HR02 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta).....	353
Figura 8-2-51. Curva de abundancia para PFC-HR03 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta).....	354
Figura 8-2-52. Abundancia absoluta de las especies de anfibios y reptiles registrados en los diferentes puntos de muestreo donde PHF-HR = Proyecto Fotovoltaico La Ceiba Herpetofauna.....	354
Figura 8-2-53. Curva de Abundancia-Diversidad de las especies de herpetofauna identificadas en el monitoreo.	356
Figura 8-2-54. Curva de acumulación de especies incluyendo el estimador Chao_1 ...	357
Figura 8-2-55. Dendrograma de similitud entre los sitios del levantamiento de línea base biótica (THF_1SUR: PFC-HR01, THF_2MEDIO: PFC-HR02 y THF_3NORTE: PFC-HR03), basado en el índice de Jaccard y método de agrupamiento UPGMA	358
Figura 8-2-56. Nicho trófico de las especies de herpetofauna encontradas en el monitoreo	359
En cuanto al hábito de actividad ver Figura 8-2-56, se registró un equilibrio relativo entre especies diurnas y nocturnas. Seis de las once especies observadas (54.54%) presentaron hábitos diurnos, mientras que las cinco restantes fueron clasificadas como nocturnas (45.45%). Las especies diurnas corresponden principalmente a reptiles (como <i>Microlophus occipitalis</i> , <i>Callopiastes flavipunctatus</i> e <i>Iguana iguana</i>), mientras que la mayoría de los anfibios, junto con algunas serpientes (<i>Oxyrhopus fitzingeri</i>), fueron de hábito nocturno.	359
Figura 8-2-58. Tipos de hábitos en las especies de herpetofauna encontradas en el levantamiento de línea base bióticaherpetofauna	360
Epipedobates anthonyi presenta el modo reproductivo 18 (Figura 8-2-38) según Duellman y Trueb (1994), caracterizado por la puesta de huevos en la hojarasca y el transporte de larvas por parte del adulto hacia cuerpos de agua donde culmina su desarrollo larval. Rhinella bella se reproduce mediante el modo 1 (Figura 8-2-38), donde los huevos son depositados en cuerpos de agua y las larvas acuáticas completan su desarrollo hasta la metamorfosis sin cuidado parental. Por último, <i>Leptodactylus labrosus</i> y <i>Engystomops randi</i> exhiben el modo reproductivo 11, caracterizado por la construcción de nidos espumosos donde se desarrollan los embriones, antes de que las larvas sean liberadas al agua para completar su metamorfosis.	360
Figura 8-2-61. Modos reproductivos de las especies de anfibios encontradas en el levantamiento de línea base biótica	361
Figura 8-2-62. Distribución vertical de las especies de herpetofauna encontradas en el levantamiento de línea base biótica herpetofauna	362
Figura 8-2-63. Riqueza de escarabajos por sitio de muestreo	379
Figura 8-2-64. Abundancia de escarabajos registrados	380
Figura 8-2-65. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos	381
Figura 8-2-66. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001.....	382
Figura 8-2-67. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001.....	383
Figura 8-2-68. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN002.....	383
Figura 8-2-69. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-002	384
Figura 8-2-70. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN003.....	385

Figura 8-2-71. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-OR003	386
Figura 8-2-72. Curva de acumulación y Chao-1 para escarabajos	387
Figura 8-2-73. Similitud de escarabajos – Índice Jaccard	389
Figura 8-2-74. Riqueza de mariposas registradas en cada sitio de muestreo	390
Figura 8-2-75. Riqueza y abundancia de mariposas	390
Figura 8-2-76. Curva abundancia de mariposas	391
Figura 8-2-77. Riqueza de mariposas en PFC-EN001	392
Figura 8-2-78. Curva abundancia de mariposas en PFC-OR001	393
Figura 8-2-79. Riqueza de mariposas en PFC-EN002	394
Figura 8-2-80. Curva rango-abundancia de mariposas en PFC-OR002	395
Figura 8-2-81. Riqueza de mariposas en PFC-EN003	396
Figura 8-2-82. Curva abundancia de mariposas en PFC-OR003	397
Figura 8-2-83. Curva de acumulación y Chao-1 para mariposas	398
Figura 8-2-84. Similitud de mariposas – Índice Jaccard	400
Figura 8-2-85. Riqueza de macroinvertebrados	416
Figura 8-2-86. Abundancia Absoluta de macroinvertebrados	417
Figura 8-2-87. Curva de dominancia – diversidad de macroinvertebrados	419
Figura 8-2-88. Curva de Acumulación de macroinvertebrados	420
Figura 8-2-89. Riqueza de macroinvertebrados en PFC-MC-001	422
Figura 8-2-90. Abundancia Absoluta de macroinvertebrados en PFC-MC-001	423
Figura 8-2-91. Curva de dominancia – Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-001	425
Figura 8-2-92. Riqueza de macroinvertebrados en PFC-MC-002	427
Figura 8-2-93. Abundancia Absoluta de macroinvertebrados en PFC-MC-002	428
Figura 8-2-94. Curva de dominancia – diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-002	429
Figura 8-2-95. Riqueza de macroinvertebrados en PFC-MC-003	431
Figura 8-2-96. Abundancia absoluta de macroinvertebrados en PFC-MC-003	432
Figura 8-2-97. Curva de dominancia - diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-003	434
Figura 8-2-98. Riqueza de macroinvertebrados en PFC-MC-004	436
Figura 8-2-99. Abundancia Absoluta de macroinvertebrados en PFC-MC-004	437
Figura 8-2-100. Curva de dominancia – diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-004	438
Figura 8-2-101. Riqueza de macroinvertebrados en PFC-MC-005	440
Figura 8-2-102. Abundancia Absoluta de macroinvertebrados en PFC-MC-005	441
Figura 8-2-103. Curva de dominancia-diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-005	442
Figura 8-2-104. Dendrograma de Similitud de macroinvertebrados	443
Figura 8-2-105. Índice BMWP/Col de macroinvertebrados	444
Figura 8-2-106. Índice EPT (%) de macroinvertebrados	445
Figura 8-2-107. Grupos funcionales de alimentación de macroinvertebrados	446
Figura 8-2-108. Distribución vertical de macroinvertebrados	447
Figura 8-2-109. Sensibilidad de macroinvertebrados	449
Figura 8-2-110. Riqueza de Peces	466
Figura 8-2-111. Abundancia absoluta de Peces	467
Figura 8-2-112. Curva de dominancia – diversidad de Peces	468

Figura 8-2-113. Acumulación de Peces	469
Figura 8-2-114. Dendrograma de Similitud de la composición de especies de ictiofauna en los puntos de levantamiento biótico.....	471
Figura 8-2-115. Riqueza de Peces en PFC-PEA-001.....	472
Figura 8-2-116. Abundancia de Ictiofauna en PFC-PEA-001	473
Figura 8-2-117. Curva de dominancia – diversidad en PFC-PEA-001	474
Figura 8-2-118. Riqueza de peces en PFC-PEA-002	475
Figura 8-2-119. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEA-002	476
Figura 8-2-120. Curva de dominancia-diversidad de peces en PFC-PEA-002	477
Figura 8-2-121. Riqueza de peces en PFC-PEA-003	479
Figura 8-2-122. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEA-003	479
Figura 8-2-123. Curva de dominancia – diversidad peces en PFC-PEA-003	480
Figura 8-2-124. Riqueza de peces en PFC-PEE-004.....	482
Figura 8-2-125. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEE-004.....	482
Figura 8-2-126. Curva de dominancia – diversidad de peces en PFC-PEE-004	483
Figura 8-2-127. Riqueza de Peces en PFC-PEE-005	484
Figura 8-2-128. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEE-005.....	485
Figura 8-2-129. Curva de dominancia – diversidad de peces en PFC-PEE-005	486
Figura 8-2-130. Nicho trófico de ictiofauna	487
Figura 8-2-131. Distribución vertical de peces.....	488
Figura 8-2-132. Sensibilidad: Repuesta ecológico potencial de la ictiofauna	490
Figura 8-2-133. Estado de Conservación de Peces UICN	490
Figura 8-2-134. Estado de Conservación de peces CITES.....	491

8.2. COMPONENTE BIÓTICO

- **Introducción**

A nivel mundial existen aproximadamente 530 millones de hectáreas de bosques secos, en América Latina, están distribuidos desde el norte de México hasta el sur de Brasil y constituyen el 66,7 % de la superficie total. (Linares – Palomino, 2004)

Los bosques secos son ecosistemas con alta diversidad biológica, constituyen un tipo de vegetación muy frágil, que se desarrolla en condiciones climáticas extremas. (Klitgaard et al. 1999)

Los bosques secos de la provincia de Loja, se presentan en pequeños remanentes y en otros casos solamente algunos árboles aislados, esto es el resultado de las actividades humanas. Sin embargo, el estado actual de los bosques secos de la provincia es considerado como bueno. (Neill, 2000), ya que su composición florística, faunística y estructura presentan mejores características que los bosques de las provincias de Manabí, Guayas, y El Oro.

El emplazamiento del proyecto fotovoltaico “La Ceiba”, se encuentra en el cantón Zapotillo a una distancia aproximada de 1.9 km de La Ceiba, el poblado más cercano al proyecto y a 4 km aproximadamente de la ciudad de Zapotillo, tiene una extensión de 401,31 Ha, con una orientación NE-SO, y una altura que va desde los 180 a 250 msnm.

En el presente informe se presentan los resultados del levantamiento de la línea base biótica durante el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba y contempla la información detallada de la flora, fauna terrestre y acuática (macroinvertebrados y peces) identificadas en el área de estudio a partir del muestreo en campo utilizando metodologías cualitativas y cuantitativas estandarizadas y determinando la riqueza, abundancia y aspectos ecológicos de las especies registradas.

Los datos recopilados en este estudio representan una herramienta valiosa para apoyar la conservación del medio natural y ayudar a prevenir, mitigar o corregir posibles impactos ambientales derivados de la ejecución del proyecto, mediante la identificación de riesgos, efectos y la sensibilidad del componente biótico, lo que permitirá establecer medidas de protección dentro del Plan de Manejo Ambiental.

- **Objetivos**

Objetivo general.

Caracterizar la línea base del componente biótico del área de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba mediante la evaluación de la flora, la fauna terrestre y acuática, determinando su composición, riqueza, abundancia, diversidad, estado de conservación y sensibilidad ecológica, con el fin de proporcionar información técnica que permita la identificación de impactos ambientales y la formulación de medidas de manejo, prevención, mitigación y conservación durante las diferentes fases del proyecto.

Objetivos específicos.

1. Caracterizar la composición florística y faunística del área de estudio mediante muestreos cuantitativos y cualitativos, identificando las especies presentes y su distribución en los diferentes tipos de hábitat.
2. Determinar la riqueza, abundancia, diversidad y estructura ecológica de los diferentes subcomponentes bióticos mediante la aplicación de índices ecológicos y parámetros fitosociológicos, tales como Shannon-Wiener, Simpson, Chao-1, Índice de Valor de Importancia (IVI), Jaccard y Sorensen, según corresponda a cada grupo biológico.
3. Evaluar el estado de conservación, endemismo, categorías de amenaza y sensibilidad ecológica de las especies registradas, utilizando como referencia la UICN, el Libro Rojo de las especies del Ecuador y los Apéndices CITES.
4. Describir los atributos ecológicos de las especies registradas, incluyendo hábitos de crecimiento, nichos tróficos, distribución vertical, gremios ecológicos, uso del recurso, origen florístico y demás características relevantes para cada grupo taxonómico.
5. Establecer la condición ecológica del área de estudio mediante el análisis de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos, identificando especies de importancia ecológica, indicadoras y sensibles frente a las actividades del proyecto.
6. Generar información técnica de línea base que sirva de sustento para la evaluación de impactos ambientales y para el diseño de programas de manejo, conservación, monitoreo y seguimiento contemplados en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

- **Uso del suelo y cobertura vegetal**

De acuerdo al mapa de uso del suelo y cobertura vegetal, el área de implantación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se localiza en un mosaico paisajístico característico del bosque seco del suroccidente del Ecuador, donde predominan remanentes de vegetación nativa intercalados con áreas intervenidas por actividades agropecuarias y superficies sin cobertura vegetal. La clasificación corresponde al Nivel 2 del MAATE (2022).

La cobertura predominante dentro del área del proyecto corresponde a bosque nativo, con una superficie aproximada de 217,57 ha, equivalente al 54,21 % del área evaluada. Esta cobertura constituye el principal elemento ecológico del paisaje, proporcionando hábitat para la flora y fauna propias del bosque seco tropical, estos remanentes se encuentran principalmente en los márgenes de las quebradas, además cumple funciones relacionadas con la conservación del suelo, regulación hídrica y mantenimiento de la conectividad ecológica.

La segunda cobertura de mayor extensión corresponde a áreas sin cobertura vegetal, que representan 128,54 ha (32,03 %). Estas superficies corresponden principalmente a zonas con escasa vegetación debido a la intervención antrópica previa (cultivos y pastoreo de ganado principalmente caprino), presentando una menor capacidad para mantener procesos ecológicos y una mayor susceptibilidad a procesos erosivos.

Las restantes coberturas presentan una distribución localizada y comprenden:

Tabla 8-2-1. Cobertura y uso del suelo en el área de estudio.

Nivel I	USO Y COBERTURA DEL SUELO		
	Nivel II	Área hectáreas (ha)	Porcentaje de cobertura
Otras tierras	Área sin cobertura vegetal	128,54	32,03
Bosque	Bosque nativo	217,57	54,21
Tierra agropecuaria	Mosaico agropecuario	3,72	0,93
Tierra agropecuaria	Pastizal	24,92	6,21
Vegetación arbustiva y herbácea	Vegetación arbustiva y herbácea	26,56	6,62
	TOTAL	401,31	100,00

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Estas coberturas reflejan un grado moderado de intervención humana, asociado principalmente a actividades pecuarias y agrícolas de pequeña escala. No obstante, la presencia mayoritaria de bosque nativo indica que el paisaje conserva una importante representatividad de la vegetación natural del bosque seco.

- **Ecosistemas**

El mapa de ecosistemas muestra que el 99,76% del área de implantación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se encuentra dentro del ecosistema Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo, de acuerdo con la clasificación oficial de ecosistemas continentales del Ecuador MAE 2013 y que tan solo el 0,24% corresponde a áreas intervenidas como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 8-2-2. Ecosistema presente en el área de estudio

Ecosistema	Fisionomía	Área (ha)	Porcentaje
Bosque deciduo de tierras bajas Jama - zapotillo	Bosque	400,36	99,76
Área intervenida	Intervención	0,95	0,24
Total		401,31	100,00

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Este ecosistema se caracteriza por desarrollarse bajo condiciones de clima tropical seco, con una marcada estacionalidad de las precipitaciones y un prolongado período de déficit hídrico. Como respuesta a estas condiciones, la vegetación presenta un comportamiento deciduo, perdiendo parcial o totalmente el follaje durante la época seca como mecanismo fisiológico para reducir la pérdida de agua.

La estructura vegetal está conformada principalmente por especies arbóreas y arbustivas adaptadas al estrés hídrico, muchas de ellas con elevada importancia ecológica dentro del bosque seco ecuatoriano.

Estos ecosistemas constituyen uno de los ambientes naturales con mayor nivel de transformación en el país debido a la expansión de la frontera agropecuaria, la extracción de madera y el sobrepastoreo, por lo que los remanentes existentes poseen un alto valor para la conservación de la biodiversidad.

Desde el punto de vista ecológico, el Bosque deciduo de tierras bajas del Jama–Zapotillo proporciona servicios ecosistémicos fundamentales, entre ellos:

- Conservación de la biodiversidad característica del bosque seco.
- Protección del suelo frente a procesos erosivos.
- Captura y almacenamiento de carbono.
- Regulación del ciclo hidrológico local.
- Provisión de hábitat y recursos alimenticios para numerosas especies de fauna silvestre.

La presencia exclusiva de este ecosistema dentro del área de influencia determina que las medidas de manejo ambiental deban orientarse a minimizar la fragmentación del bosque, reducir la pérdida de cobertura vegetal nativa, conservar individuos de importancia ecológica y mantener la funcionalidad ecológica del paisaje durante las diferentes fases del proyecto.

- **Pisos Zoogeográficos**

El área en donde se construirá el proyecto fotovoltaico La Ceiba se encuentra en el piso zoogeográfico Tropical o de Tierra Caliente, caracterizado por altitudes bajas que en este caso oscilan entre los 325 y 400 m s.n.m. Este piso presenta condiciones climáticas cálidas y secas, con temperaturas medias anuales entre 24 °C y 26 °C, y un régimen de precipitación bajo y altamente estacional, lo que genera una marcada diferencia entre la época lluviosa (diciembre a abril) y la prolongada época seca (mayo a noviembre) Albuja, et al. 2012.

En este piso zoogeográfico se presentan especies adaptadas a condiciones de aridez, suelos pobres y estacionalidad hídrica, entre las principales especies de flora y fauna tenemos:

Flora característica.

- *Ceiba trichistandra* – Ceibo.
- *Bursera graveolens* – Palo Santo.
- *Prosopis juliflora* – Algarrobo.
- *Capparis scabrida* – Muyuyo.
- *Eriotheca ruizii* (Pasallo)
- *Albizia multiflora* (Angolo)

Las especies de importancia ecológica y cultural tenemos: El *Loxopterygium huasango* (Hualtaco), *Handroanthus chrysanthus* (Guayacán común) (floración masiva en época seca) y *Bursera graveolens* (Palo Santo).

Fauna característica.

El bosque seco tumbesino alberga especies endémicas y de distribución restringida, con un alto valor para la conservación, entre los más importantes podemos citar los siguientes:

Mamíferos

Odocoileus virginianus – Venado cola blanca

Dasypus novemcinctus – Armadillo de nueve bandas

Didelphis marsupialis – Zarigüeya común

Reptiles

Iguana iguana – Iguana verde

Boa constrictor – Boa

Ctenosaura similis – Iguana negra

Diversas especies de lagartijas endémicas

Aves (alta riqueza y endemismo)

Cyanocorax mystacalis – Urraca de Loja

Aratinga erythrogenys – Perico macareño (en peligro)

Forpus coelestis – Periquito del Pacífico

Troglodytes tanneri – Cucarachero del Pacífico (endémico)

Falco sparverius – Cernícalo americano

En conclusión, las especies de flora y fauna de Zapotillo son típicas del bosque seco tumbesino, altamente adaptadas a la sequía estacional, y constituyen un patrimonio biológico único en el Ecuador.

8.2.1. Flora.

- **Introducción.**

La cobertura vegetal comprende todas las comunidades vegetales que cubre una superficie determinada, considera una amplia gama de biomas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos. La caracterización florística de acuerdo a los diferentes tipos de vegetación, determina de forma pragmática la funcionalidad y el estado de conservación de los ecosistemas.

Dentro de las consideraciones ecológicas para la evaluación de cobertura vegetal y servicios ecosistémicos, la caracterización de la flora genera información de relevancia que permiten estimar parámetros como dinámica de crecimiento, regeneración, captura y almacenamiento de carbono, regulación hidrológica y mitigación de gases de efecto invernadero, los cuales en la actualidad muestran su importancia para mitigar problemas ambientales como el cambio climático, deforestación y deterioro de ecosistemas, mediante la incorporación de alternativas de manejo que permitan lograr un enfoque de conservación y desarrollo sostenible.

Dentro de las normas establecidas por el Ministerio del Ambiente y Energía, se consideran la realización de caracterizaciones florísticas e inventarios forestales con el fin de determinar las características del medio biótico (estado de conservación, diversidad, endemismos y salud de los ecosistemas).

- **Sitios de muestreo.**

Dentro del polígono en donde se construirá el proyecto fotovoltaico La Ceiba se definió cuatro parcelas de muestreo cuantitativo y dos transectos de muestreo cualitativos; estos sitios muestran un alto impacto debido a la presencia de ganado vacuno y caprino, además, de otras actividades como la deforestación y la presencia de cultivos de maíz.

Tabla 8-2-3. Coordenadas de zonas muestreadas del componente flora.

Código	Fecha	Coordenadas WGS84 17 S			Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Extensión	Tipo de muestreo
		Ítem	Este	Norte					
PFC-FL001	28/06/2025	V1	586517	9521146	220	Bosque seco secundario adyacente a la carretera principal, este sitio presenta arboles dispersos debido a las actividades antrópicas desarrolladas, existe sotobosque.	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
		V2	586576	9521076					
		V3	586549	9521039					
		V4	586492	9521100					
PFC-FL002	29/06/2025	V1	586699	9519212	230	Bosque seco secundario cerca de vivienda, presenta alta intervención antrópica y esta cerca de sitios de cultivos de maíz.	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
		V2	586733	9519251					
		V3	586822	9519208					
		V4	586788	9519161					
PFC-FL003	27/06/2025	V1	586190	9519270	219	Bosque seco secundario cerca de quebrada, área mejor conservada y con regeneración de especies nativas.	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
		V2	586238	9519292					
		V3	586323	9519241					
		V4	586277	9519180					
PFC-FL004	10/3/2026	V1	587497	9521410	225	Bosque seco secundario en pendiente que presenta mayor estado de conservación, presencia de sotobosque.	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
		V2	587499	9521358					
		V3	587607	9521351					
		V4	587604	9521396					
PFC-T	11/3/2026	Inicio	586315	9519090	218	Bosque seco secundario cerca de vía de tierra con	Transecto	100 x 2 m	Cualitativo
		Fin	586235	9519152					

Código	Fecha	Coordenadas WGS84 17 S			Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Extensión	Tipo de muestreo
		Ítem	Este	Norte					
PFC-T1	11/3/2026	Inicio	587553	9521409	222	Bosque seco secundario cerca de quebrada, sitio mejor conservado.	Transecto	100 x 2 m	Cualitativo
		Fin	587508	9521497					
Significado= PFC-FL: Proyecto fotovoltaico la Ceiba – Flora; T y T1: Transecto de observación; V: Vértice									

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

En el MAPA NRO. 25 se presenta el mapa de ubicación de puntos de muestreo.

- Esfuerzo de muestreo

Tabla 8-2-4. Esfuerzo de muestreo componente flora

Fecha	Código	Metodología	Superficie muestreada	Número de días	Horas por día	Total, horas
27/06/2025	PFC-FL001	Parcela (100 x 50 m)	5000 m ²	1	8	8
28/06/2025	PFC-FL002	Parcela (100 x 50 m)	5000 m ²	1	8	8
29/06/2025	PFC-FL003	Parcela (100 x 50 m)	5000 m ²	1	8	8
10/3/2026	PFC-FL004	Parcela (100 x 50 m)	5000 m ²	1	8	8
11/3/2026	PFC-T	Transecto de observación (100 x 2 m)	200 m ²	1	2	2
11/3/2026	PFC-T1	Transecto de observación (100 x 2 m)	200 m ²	1	2	2

Significado= PFC-FL: Proyecto fotovoltaico la Ceiba – Flora; T: Transecto; V: Vértice

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

- Metodología

Fase de campo

Metodología Cuantitativa

Para el levantamiento de la línea base cuantitativa se establecieron cuatro puntos de muestreo, en cada uno se implementaron parcelas de 100 m x 50 m, siguiendo protocolos de Mostacedo y Fredericksen (2000).

En las parcelas PFC-FL001 y PFC-FL002 se midieron los árboles y arbustos con diámetros a la altura del pecho iguales o superiores a 10 cm de acuerdo a lo manifestado por RAINFOR (Phillips et al., 2022).

En el presente estudio, la metodología aplicada en las parcelas PFC-FL001 y PFC-FL002 consideró las condiciones particulares del área de evaluación, donde no se evidenció un sotobosque desarrollado y la cobertura arbórea se caracteriza por la presencia de individuos dispersos y de baja densidad. Asimismo, durante el levantamiento de información se observó la presencia de ganado caprino en libre pastoreo, cuya actividad de ramoneo probablemente ha influido en la escasa cobertura arbustiva y herbácea registrada, condicionando la estructura y composición actual de la vegetación. Por ello, la metodología implementada se considera representativa de las características ecológicas del sitio y permite describir adecuadamente las condiciones existentes.

Con estos antecedentes y en base a (Gentry, 1995) y lo sugerido por el técnico de ARCONEL en las parcelas PFC-FL003 y PFC-FL004 también se optó por medir individuos con un DAP superior a 2,5 cm, con el fin de capturar la estructura real del bosque y tomar datos de sotobosque para los respectivos análisis de diversidad, donde presenta áreas con sotobosque propios del sector.

Metodología Cualitativa

Además se realizaron dos recorridos libres (PFC-T y PFC-T1) complementarios para la riqueza del proyecto La Ceiba, siguiendo la metodología de Mostacedo & Fredericksen (2000), cada transecto con una extensión de 100 metros de largo por 2 metros de ancho, cubriendo así un área de 200 m² por recorrido. En total, se muestrearon 400 m² por sitio, durante un tiempo de 2 hora en cada

recorrido. Durante estos recorridos, se registraron datos florísticos de todas las especies de hábito herbáceo, arbustivo y arbóreo.

Fase de laboratorio

La identificación taxonómica se realizó utilizando claves taxonómicas y dendrológicas, guías fotográficas locales y bases de datos de herbarios virtuales. Los nombres científicos fueron verificados en la base de datos de Trópicos del Missouri Botanical Garden. Además, el estado de conservación y el endemismo de las especies se consultaron en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador y en la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), así como la inclusión de las especies en los apéndices del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Los individuos que no presentaban características fértiles, es decir, sin flores ni frutos, fueron identificados únicamente a nivel de género.

Para los análisis: índices de riqueza, diversidad, curva de acumulación de especies se usó los programas estadísticos Restudio Versión 2024.09.1+394 y PAST 5.3, el análisis de Índice de Valor de importancia fue realizado en el programa Excel de Microsoft Office.

Los datos de campo fueron sistematizados y ordenados en matrices primarias, luego se procedió a calcular los siguientes parámetros fitosociológicos:

Análisis de datos

Riqueza y Abundancia

La riqueza de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados (colectados) por cada especie (Magurran, 2004).

Abundancia Relativa (N)

Se analizó la abundancia relativa, misma que permite caracterizar la muestra a través de la curva de abundancia relativa- diversidad. El empleo de esta curva es considerado como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y semi naturales (Magurran A., 1988). Se basa en el cálculo de la abundancia relativa dividiendo el número de individuos de la especie *i* para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

$$Pi = ni/N$$

Dónde: $n_i = n$ es el número de individuos de la especie *i*, dividido para el número total de individuos de la muestra (N) (Moreno *et al.*, 2011).

Área Basal

Expresada en m²; se define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo; este parámetro, para una especie determinada en la parcela, es la suma de las áreas basales de todos los individuos (Aguirre y Aguirre, 1999).

$$AB = \frac{\pi \times DAP^2}{4}$$

Donde:

AB = Área basal

$$\pi = 3,1416$$

DAP = Diámetro altura del pecho (cm)

Volumen (V)

El volumen de la madera se obtiene a partir de el área basal y la altura comercial o total del tronco de un árbol. De forma general, el volumen se calcula de la siguiente forma (Mostacedo & Fredericksen, 2000):

$$Vol = AB * h$$

El tronco generalmente tiene forma cónica y, por lo tanto, es necesario tomar en cuenta su factor de forma para lograr una mayor exactitud en su cálculo, aplicando la constante para arboles de zonas tropicales (0,7) (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

$$Vol = AB * h * 0.7$$

Curva de Acumulación de Especies

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad a través de la relación de las especies registradas o unidad de muestreo (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las coordenadas y). A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación es asintótica revela que el número de especies no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo. Según Magurran (2004), el esfuerzo puede ser el número de individuos registrados o una medida sustituta, como el número acumulativo de muestras o el tiempo de muestreo. Según Jiménez y Hortal (2003), al construir una curva de acumulación de especies, lo primero que se debe decidir es la manera en la que se va a cuantificar el esfuerzo de muestreo. El número medio de individuos colectados puede ser una medida indirecta del esfuerzo de muestreo: a mayor esfuerzo, mayor número de individuos capturados (a veces, las curvas de acumulación basadas en individuos son empleadas para rareficar y, por tanto, en ocasiones se las ha denominado curvas de rarefacción; esto adolece de varios problemas como la pérdida importante de datos). Sin embargo, si se quiere aportar una serie de recomendaciones sobre la planificación del muestreo para otros investigadores, es preferible expresar el esfuerzo como unidades de muestreo (Moreno & Halffter, 2001).

Índice de Chao-1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao A. , 1984); (Chao A. &, 1992), siendo S el número de especies en una muestra, a es el número de especies representadas solo por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y b el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Moreno C. , 2001).

$$Chao 1 = S + a^2 / 2 b$$

Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

Pi= Proporción de individuos de la especie i respecto al total de la muestra ni/N

ln = logaritmo natural

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El análisis estadístico fue realizado mediante el software PAST 5.3.

Índice de diversidad de Simpson

$$D = \sum P_i^2$$

donde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - D$ (Lande, 1996). El análisis estadístico fue realizado mediante el software PAST 5.3.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Para el desarrollo del IVI se utilizó la suma tres parámetros (Densidad Relativa, Frecuencia Relativa y Dominancia Relativa) para llegar al “Valor de Importancia”. La sumatoria del “Valor de Importancia” para todas las especies es siempre igual a 300. Se puede considerar, entonces, que las especies que alcanzan un valor de importancia superior a 20 en la parcela (un 10 % del valor total) son “importantes” y comunes componentes del bosque muestreado (Cottam & Curtis, 1956).

La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$IVI = DR + FR + DM$$

Densidad y densidad relativa

Está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies por unidad de área o superficie. Para tener una idea de la abundancia o densidad relativa (número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población), se utiliza la siguiente fórmula (Aguirre y Aguirre, 1999):

$$\text{Densidad relativa (DR)} = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$$

Frecuencia y frecuencia relativa

Está dada por el número de parcelas en la que esta presente una especie, la frecuencia relativa esta dada por las veces que se repite una especie en una parcela en relación a la sumatorio de las frecuencias de todas las especies (Aguirre y Aguirre, 1999).

$$\text{Frecuencia relativa (FR)} = \frac{\text{Número de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

Dominancia y dominancia relativa

La dominancia relativa está dada por el área basal de los individuos de una especie con relación al total de área basal de los individuos de la población, para lo que se utiliza la siguiente fórmula (Aguirre y Aguirre, 1999):

$$\text{Dominancia relativa (DmR)} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

Similitud de Jaccard

Expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975 en Moreno, 2001). Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: $d = 1 - s$ (Magurran, 1988 en Moreno, 2000).

El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

Su fórmula es:

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios, A y B

El análisis estadístico fue realizado en Excel 2010.

Aspectos Ecológicos

Hábito de crecimiento

El hábito, según Font Quer (1953), se define como el aspecto general o fisonomía que presenta una planta. Esta apariencia está determinada por la combinación de su morfología, el modo de crecimiento de sus tallos y su longevidad, permitiendo clasificar a los especímenes en categorías fundamentales como hierbas, arbustos o árboles, dependiendo de su grado de lignificación y altura. Esta información se verifica en la página de (Tropicos, 2012).

Origen florístico

El origen florístico determina si una especie es endémica, nativa, o introducida. Esta información se verifica en la página de (Tropicos, 2012).

Uso del recurso

Se refiere a las plantas que representan algún beneficio directo para el hombre, esta información se verificó de la Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macía & Balslev, 2008).

Estado de conservación

El estado de conservación y la inclusión en los apéndices CITES de las especies registradas se basó en el Libro rojo de plantas endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011), la lista roja de la UICN (Versión 2025-1) y los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2025).

Endemismo

Las especies endémicas son aquellas que están restringidas a una ubicación geográfica muy concreta, y fuera de esta ubicación no se encuentran en otra parte. Para determinar el endemismo, se analizó la información del Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2.^a (León-Yáñez et al, 2011).

Especies sensibles

La sensibilidad de las especies deberá determinarse con base en la información obtenida durante el levantamiento de la línea base de cada subcomponente biótico, considerando las características ecológicas, biológicas y de conservación de las especies registradas. Para ello, se realizará un análisis comparativo que incorpore criterios como el estado de conservación, grado de rareza, distribución geográfica, requerimientos de hábitat, función ecológica, presión por uso o aprovechamiento y otros atributos relevantes de las poblaciones y comunidades presentes en el área de estudio:

Tabla 8-2-5. Interpretación de la abundancia relativa Flora

Variable	Criterio
Sensibilidad Alta	Alta: Se asigna esta categoría a las especies que evidencian una elevada vulnerabilidad ecológica o un alto interés para la conservación. Incluye aquellas que cumplen una o varias de las siguientes condiciones: son endémicas; están incluidas en el Apéndice I de CITES; se encuentran clasificadas como Vulnerables (VU), En Peligro (EN) o En Peligro Crítico (CR) por la UICN o por los Libros Rojos nacionales; enfrentan una fuerte presión por extracción o comercio ilegal; presentan poblaciones reducidas o escasa representación en el área evaluada; poseen requerimientos ecológicos altamente especializados.
Sensibilidad Media	Esta categoría comprende especies que presentan un nivel intermedio de susceptibilidad frente a las alteraciones del ambiente. Corresponde a organismos incluidos en el Apéndice II de CITES; clasificados como Casi Amenazados (NT) o con Datos Insuficientes (DD) según la UICN o los Libros Rojos nacionales; sometidos a niveles moderados de aprovechamiento o comercio
Sensibilidad Baja	Se incluyen en esta categoría las especies que no reúnen los criterios establecidos para las categorías de sensibilidad alta o media. En general, corresponden a organismos con amplia distribución geográfica, poblaciones relativamente comunes, elevada capacidad de adaptación a ambientes modificados y menores exigencias ecológicas para su supervivencia, por lo que presentan una menor vulnerabilidad frente a las perturbaciones ambientales.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2025.

- **8.2.1.1. Resultados Muestreo Cuantitativo DAP $\geq$ 10 cm.**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en 2 parcelas (PFC-FL001 y 002) de 100 X 50 metros en donde se realizó el análisis considerando todos los individuos iguales o mayores a 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP).

Composición.

La composición florística es representativa de un bosque seco secundario, caracterizado por una baja riqueza taxonómica y el predominio de especies leñosas adaptadas a condiciones de marcada estacionalidad hídrica. Por otro lado, se muestra una representación limitada de familias, predominando una sola especie por familia, excepto Fabaceae, que estuvo representada por dos especies (*Caesalpinia glabrata* y *Piscidia carthagenensis*).

Tabla 8-2-6. Especies obtenidas en las cuatro parcelas de Bosque Secundario

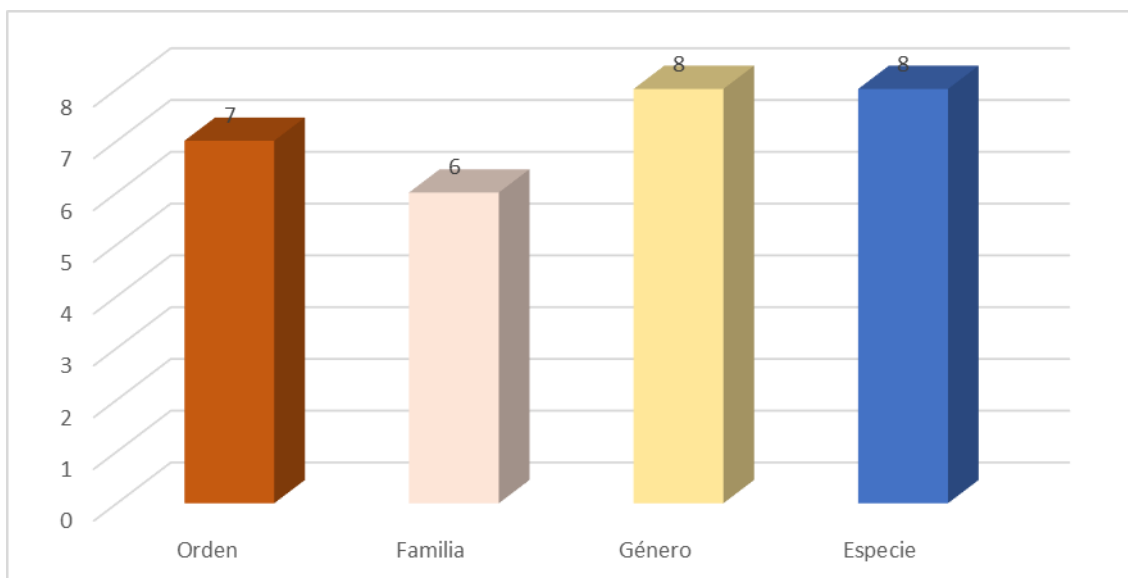
Orden	Familia	Genero	Especie
Caryophyllales	Cactaceae	Armatocereus	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill
Fabales	Fabaceae	Caesalpinia	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth
Caryophyllales	Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.
Boraginales	Cordiaceae	Cordia	<i>Cordia lutea</i> Lam.
Fábulas	Fabaceae	Neltuma	<i>Neltuma juliflora</i> (Sw.) Raf.
Lamiales	Bignoniaceae	Handroanthus	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose
Fabales	Fabaceae	Piscidia	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.
Gentianales	Rubiaceae	Simira	<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyerm.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Riqueza.

En lo referente a la riqueza en las dos parcelas muestreadas en el área de estudio se registraron 198 individuos distribuidos en 7 ordenes, 6 familias 8 géneros y 8 especies (Figura 8-2-1). Evidenciando una riqueza florística baja, característica de los bosques secos secundarios del sur del Ecuador.

Figura 8-2-1. Número de familias, géneros y especies de flora registradas



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Abundancia absoluta y abundancia relativa.

La abundancia registrada fue de 198 individuos en una superficie total de 1 ha (dos parcelas de 5.000 m²), lo que corresponde a una densidad de 198 individuos/ha. La distribución de los individuos fue claramente desigual entre las especies. *Cordia lutea* fue la especie más abundante con 64 individuos (32,32 %), seguida por *Handroanthus chrysanthus* con 60 individuos (30,30 %), *Caesalpinia glabrata* con 40 individuos (20,20 %) y *Piscidia carthagenensis* con 25 individuos (12,63 %). En conjunto, estas cuatro especies concentran 189 individuos, equivalentes al 95,45 % de la abundancia total, mientras que las cuatro especies restantes aportan únicamente el 4,55 %, evidenciando la presencia de especies poco frecuentes dentro de la comunidad vegetal.

Figura 8-2-2. Especies con mayor número de individuos.



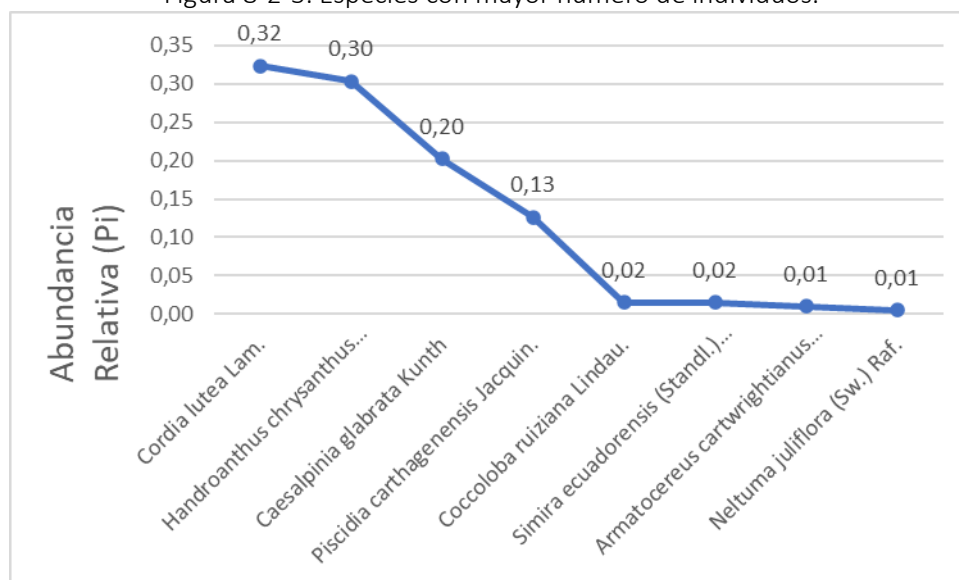
Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

En la siguiente grafica se observa que *Cordia lutea* (0.32) y *Handroanthus chrysanthus* (0.30) son las más abundantes, ocupando los primeros rangos. Esto indica que controlan gran parte de la estructura del bosque.

Caesalpinia glabrata (0.20) y *Piscidia carthagenensis* (0.13) tienen abundancias moderadas, aportando significativamente, pero sin dominar. *Coccoloba ruiziana*, *Simira ecuadorensis*, *Armatocereus cartwrightianus* y *Neltuma juliflora* presentan valores (0.02 y 0.01), reflejando que son poco representativas en la comunidad.

El gráfico evidencia una curva con pendiente pronunciada, típica de comunidades donde pocas especies concentran la mayoría de individuos y muchas otras aparecen en baja frecuencia. En consecuencia, lo que refleja es una baja equitatividad en donde la diversidad existe, pero no está distribuida de manera uniforme.

Figura 8-2-3. Especies con mayor número de individuos.



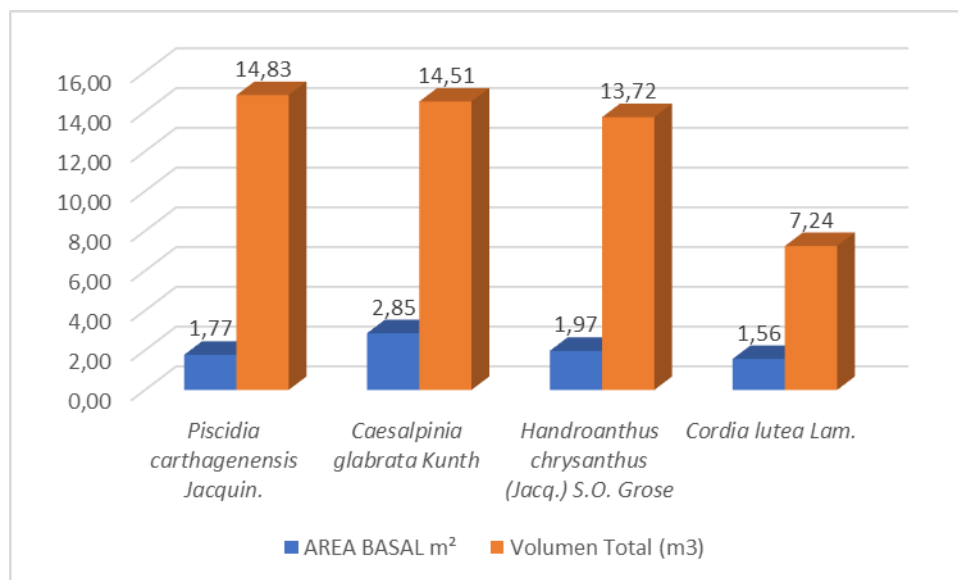
Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Área Basal y Volumen

En lo que se refiere al área basal y al volumen total vemos que también son cuatro especies las que tienen valores más altos que el resto.

De acuerdo con los resultados obtenidos vemos que en las dos parcelas encontramos un área basal de 8,41 m² y un volumen total de 51,78 m³. Estos valores evidencian una comunidad vegetal con una estructura leñosa de desarrollo intermedio lo cual es una característica de un bosque seco secundario. El área basal indica una ocupación prudencial del espacio por los fustes de los individuos arbóreos y arbustivos, lo que sugiere la presencia de árboles de diámetros pequeños y medianos, con una cobertura del dosel relativamente abierta. Mientras que el volumen registrado refleja una biomasa moderada, propia de ecosistemas secos donde las limitaciones hídricas condicionan el crecimiento de los árboles y reducen el desarrollo de grandes individuos. En consecuencia, la estructura del bosque está dominada por especies adaptadas a condiciones de estacionalidad climática, con individuos de tamaño medio y una capacidad de almacenamiento de biomasa inferior a la observada en bosques húmedos tropicales.

Figura 8-2-4. Especies con mayor Área Basal y Volumen dentro de las parcelas.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Lo que nos indica el gráfico anterior es que las mismas especies que dominan en abundancia también tienen el mayor peso estructural del bosque, tanto en términos de ocupación espacial (área basal) como de biomasa leñosa (volumen).

Índice de Valor de Importancia.

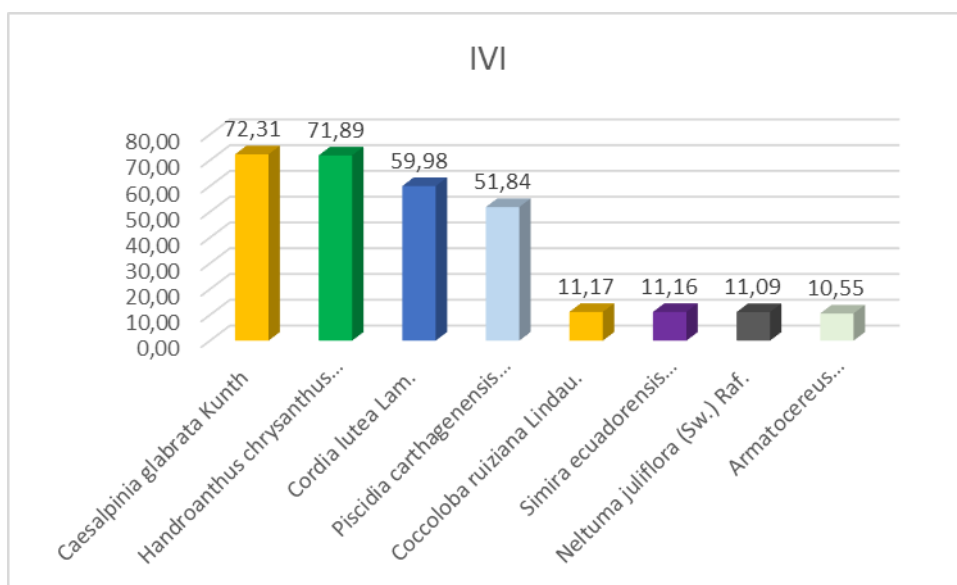
El IVI integra la densidad relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa, por lo que representa la importancia estructural y ecológica de cada especie dentro del ecosistema. Los valores más altos corresponden a las especies que presentan mayor abundancia, amplia distribución entre las parcelas y mayor contribución al área basal.

En el área evaluada *Caesalpinia glabrata* Kunth, registró el mayor IVI (72,31), constituyéndose como la especie ecológicamente más importante de la comunidad. Este resultado indica que la especie presenta una combinación de alta frecuencia de ocurrencia, abundancia y dominancia, desempeñando un papel fundamental en la estructura y funcionamiento del bosque seco.

La segunda especie con mayor importancia fue *Handroanthus chrysanthus* (71,89), seguida de *Cordia lutea* (59,98) y *Piscidia carthagenensis* (51,84). En conjunto, estas cuatro especies concentran aproximadamente el 85,34 % del IVI total (256,03 de 300), lo que evidencia que constituyen las especies dominantes del bosque y son las principales responsables de la estructura del dosel y de la composición florística del sitio.

Por otro lado, especies como *Armatocereus cartwrightianus*, *Simira ecuadorensis* y *Coccoloba ruiziana* y *Neltuma juliflora* presentan una importancia ecológica intermedia, indicando una menor participación en la estructura del bosque, aunque contribuyen a incrementar la diversidad y heterogeneidad de la comunidad.

Figura 8-2-5. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Tabla 8-2-7. Resultados obtenidos en las cuatro parcelas de Bosque Secundario

Orden	Familia	Nombre Científico	No. de árboles	AREA BASAL m ²	Volumen Total (m ³)	DnR	FR	MnR	IVI
Fabales	Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	40	2,85	14,51	20,20	18,18	33,93	72,31
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	60	1,97	13,72	30,30	18,18	23,41	71,89
Boraginales	Cordiaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.	64	1,56	7,24	32,32	9,09	18,57	59,98
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.	25	1,77	14,83	12,63	18,18	21,03	51,84
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.	3	0,05	0,22	1,52	9,09	0,56	11,17
Gentianales	Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyerl.	3	0,05	0,19	1,52	9,09	0,55	11,16
Fábulas	Fabaceae	<i>Neltuma juliflora</i> (Sw.) Raf.	1	0,13	0,79	0,51	9,09	1,49	11,09
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	2	0,04	0,27	1,01	9,09	0,45	10,55
Total			198,00	8,41	51,78	100,00	100,00	100,00	300,00

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

- Resultados por sitio muestreado

Parcela PFC-FL001

Riqueza

En esta parcela se encontraron un total de 5 especies, agrupadas en 4 ordnes y 4 familias, la familia con mayor riqueza fue Fabaceae con dos especies (*Piscidia carthagenensis* Jacquin y *Neltuma juliflora* (Sw.) Raf) y Fabales es el orden con mayor número de familias (Caesalpiniaceae y Fabaceae).

Tabla 8-2-8. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL001

Orden	Familia	Nombre científico
Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.
Fábulas	Fabaceae	<i>Neltuma juliflora</i> (Sw.) Raf.
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Esta parcela registro un total de 112 individuos, en donde *Handroanthus chrysanthus* (55) es la especie con mayor número de individuos, le sigue *Caesalpinia glabrata* (38) y *Piscidia carthagenensis* (16)., el restoi de especies tienen menos de 5 especies cada una.

Tabla 8-2-9. Abundancia absoluta y relativa

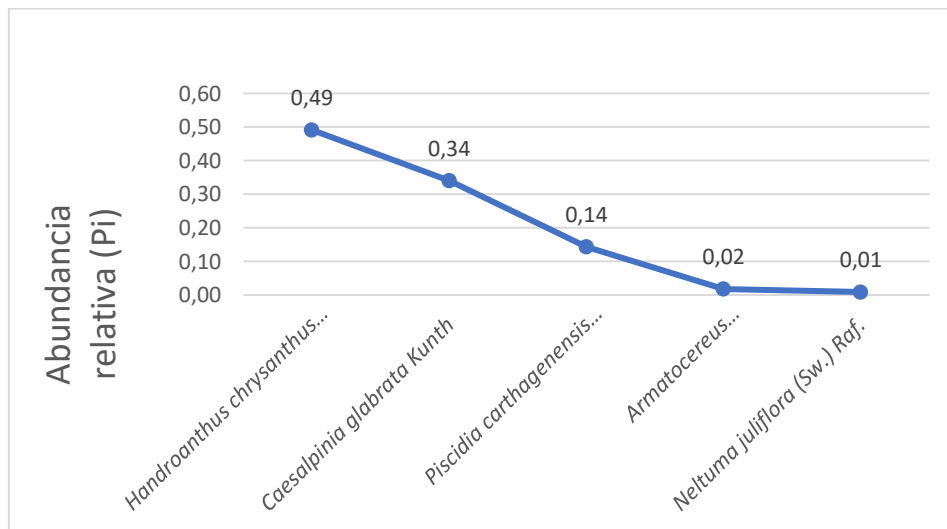
Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (Pi)
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	55	0,49
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	38	0,34
<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.	16	0,14
<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	2	0,02
<i>Neltuma juliflora</i> (Sw.) Raf.	1	0,01
	112	1

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

En la siguiente Figura que correspondiente a la curva de abundancia se evidencia una marcada dominancia de pocas especies dentro de la parcela evaluada. *Handroanthus chrysanthus* fue la especie con mayor abundancia relativa, alcanzando un valor de 0,49, equivalente al 49 % de los individuos registrados. Le siguió *Caesalpinia glabrata* con una abundancia relativa de 0,34 (34 %). En conjunto, ambas especies representan aproximadamente el 83 % del total de individuos, lo que refleja una comunidad con alta dominancia y baja equitatividad.

Por su parte, *Piscidia carthagenensis* presentó una abundancia relativa intermedia de 0,14 (14 %), mientras que *Armatocereus cartwrightianus* y *Neltuma juliflora* fueron las especies menos representativas, con abundancias relativas de 0,02 (2 %) y 0,01 (1 %), respectivamente. En adelante, los valores de abundancia relativa se expresarán en porcentaje para facilitar su interpretación.

Figura 8-2-6. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FL001

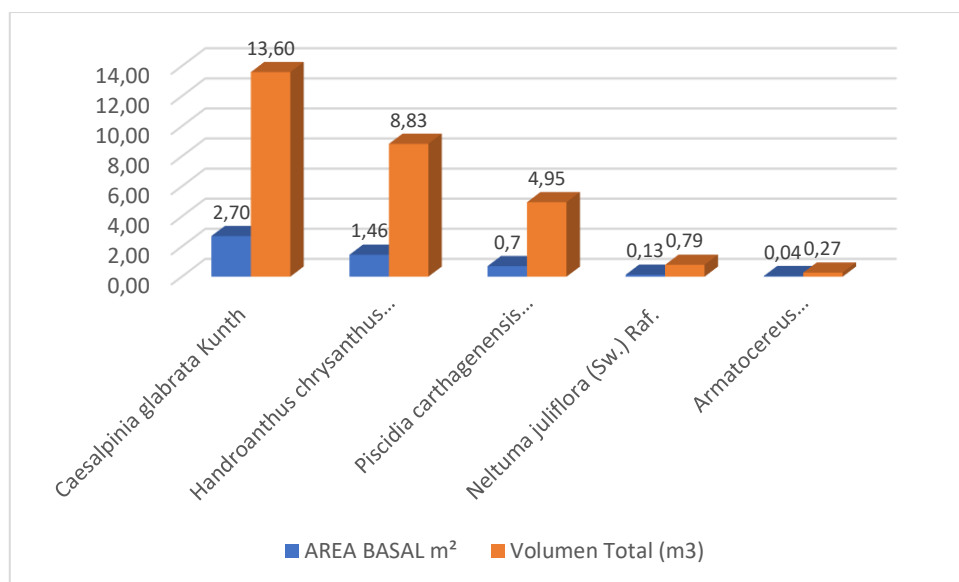


Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Área Basal y Volumen

En esta parcela de acuerdo a los resultados obtenidos encontramos uná área basal de 5,03 m² y un volumen total de 28,44 m³, lo que indica una comunidad arbórea con una estructura moderadamente desarrollada. Estos valores reflejan el aporte conjunto de los árboles presentes a la ocupación del espacio y a la biomasa leñosa, siendo representativos de un bosque seco con predominio de individuos de tamaño pequeño a mediano.

Figura 8-2-7. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL001.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Lo que nos indica el grafico anterior es que las mismas especies que dominan en abundancia también tienen el mayor peso estructural del bosque, tanto en términos de ocupación espacial (área basal) como de biomasa leñosa (volumen).

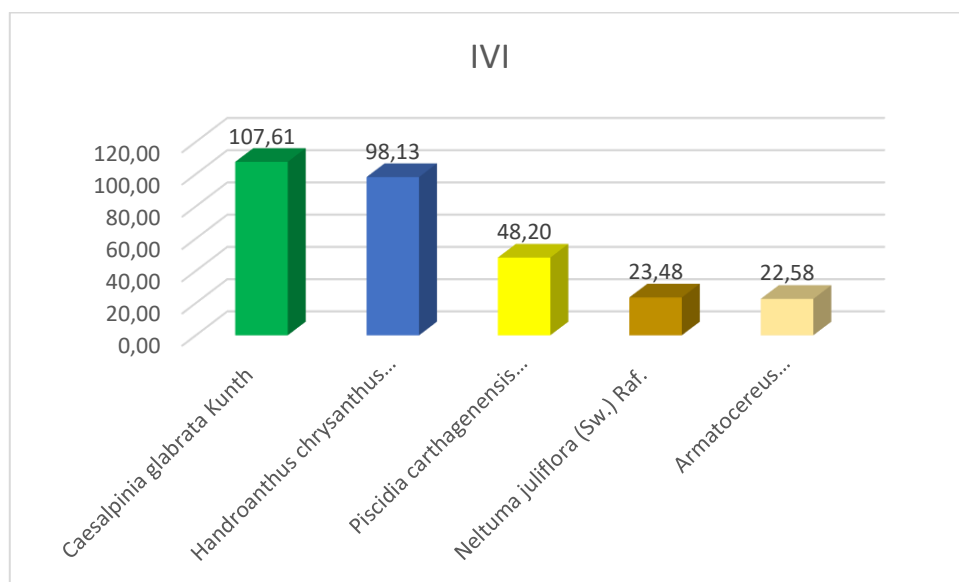
Índice de Valor de Importancia.

En la parcela PFC-FL001, *Caesalpinia glabrata* Kunth, registró el mayor IVI (107,61), constituyéndose como la especie ecológicamente más importante de la comunidad. Este resultado indica que la especie presenta una combinación de alta frecuencia de ocurrencia, abundancia y dominancia, desempeñando un papel fundamental en la estructura y funcionamiento del bosque seco.

La segunda especie con mayor importancia fue *Handroanthus chrysanthus* (98,13), seguida de *Piscidia carthagenensis* (48,20).

Neltuma juliflora y *Armatocereus cartwrightianus* presentan una importancia ecológica intermedia, indicando una menor participación en la estructura del bosque, aunque contribuyen a incrementar la diversidad y heterogeneidad de la comunidad.

Figura 8-2-8. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Tabla 8-2-10. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL001

Orden	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL m ²	Volumen Total (m ³)	DnR	FR	MnR	IVI
Fabales	Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	38	2,70	13,60	33,93	20,00	53,68	107,61
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	55	1,46	8,83	49,11	20,00	29,03	98,13
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.	16	0,7	4,95	14,29	20,00	13,92	48,20
Fábulas	Fabaceae	<i>Neltuma juliflora</i> (Sw.) Raf.	1	0,13	0,79	0,89	20,00	2,58	23,48
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	2	0,04	0,27	1,79	20,00	0,80	22,58
Total			112,00	5,03	28,44	100,00	100,00	100,00	300,00

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Parcela PFC-FL002

Riqueza

En esta parcela se encontraron un total de 6 especies, agrupadas en 5 ordenes y 5 familias, la familia con mayor riqueza fue Fabaceae con dos especies (*Piscidia carthagenensis* Jacquin y *Caesalpinia glabrata*).

Tabla 8-2-11. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL002

Orden	Familia	Nombre científico
Boraginales	Cordiaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.
Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.
Gentianales	Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyererm.
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Esta parcela registro un total de 86 individuos, en donde *Cordia lutea* (64) es la especie con mayor número de individuos, le sigue *Caesalpinia glabrata* (38) y *Piscidia carthagenensis* (16)., el resto de especies tienen menos de 5 individuos cada una.

Tabla 8-2-12. Abundancia absoluta y relativa registradas en la parcela PFC-FL002

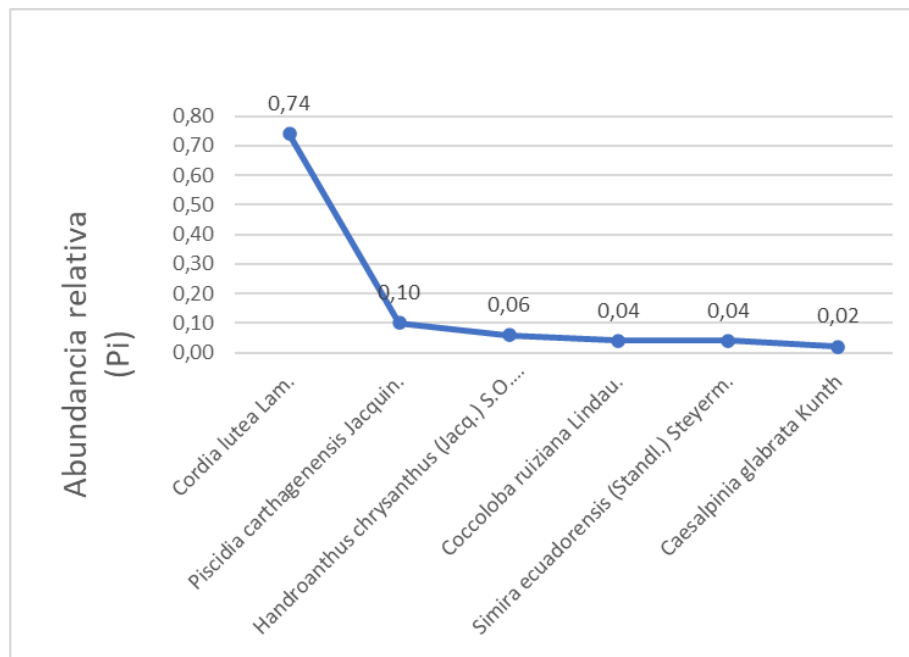
Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (Pi)
<i>Cordia lutea</i> Lam.	64	0,74
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	2	0,10
<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.	3	0,06
<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.	9	0,04
<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyererm.	3	0,04
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	5	0,02
	86	1

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

En la siguiente Figura que correspondiente a la curva de abundancia se evidencia una marcada dominancia de una sola especie dentro de la parcela evaluada. *Cordia lutea* fue la especie con mayor abundancia relativa, alcanzando un valor de 0,74, equivalente al 74 % de los individuos registrados. Este resultado indica que casi tres cuartas partes de la comunidad vegetal están representadas por esta especie, lo que refleja una estructura con alta dominancia y baja equitatividad en la distribución de los individuos.

En un segundo nivel de abundancia se ubicó *Piscidia carthagenensis*, con una abundancia relativa de 0,10 (10 %), seguida por *Handroanthus chrysanthus*, con 0,06 (6 %). Por su parte, *Coccoloba ruiziana* y *Simira ecuadorensis* presentaron abundancias relativas de 0,03 (3 %) cada una, mientras que *Caesalpinia glabrata* fue la especie menos representativa, con una abundancia relativa de 0,02 (2 %).

Figura 8-2-9. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FR002



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

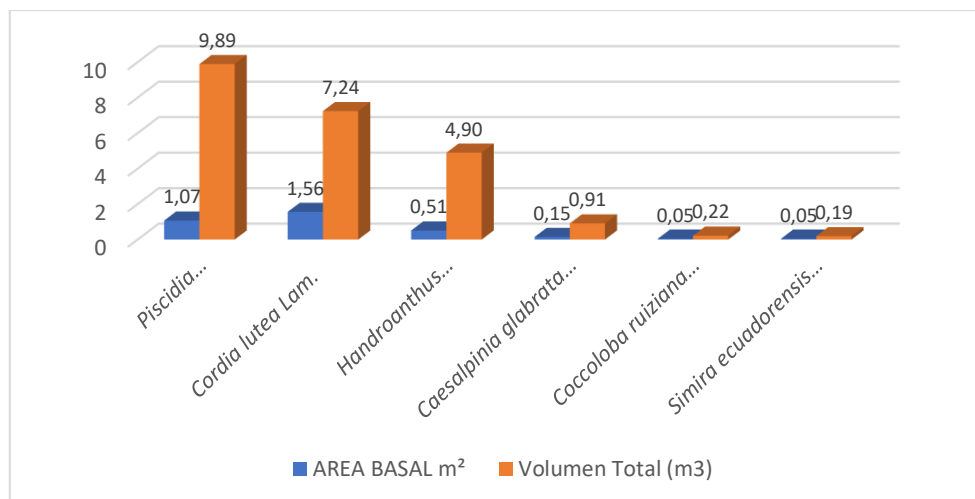
Área Basal y Volumen

En esta parcela encontramos un área basal de 3,39 m² y un volumen total de 23,35 m³. En esta parcela se caracteriza por su heterogeneidad estructural en donde unas pocas especies concentran gran parte de la biomasa, mientras que otras cumplen roles más específicos en la dinámica del ecosistema.

La dominancia de *Cordia lutea* Lam. y *Handroanthus chrysanthus* podría indicar que son especies clave para la estabilidad del bosque, aportando sombra, hábitat y recursos.

Las especies con menor volumen y área basal, aunque menos visibles en términos de biomasa, son esenciales para mantener la resiliencia ecológica y la diversidad florística.

Figura 8-2-10. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL002.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

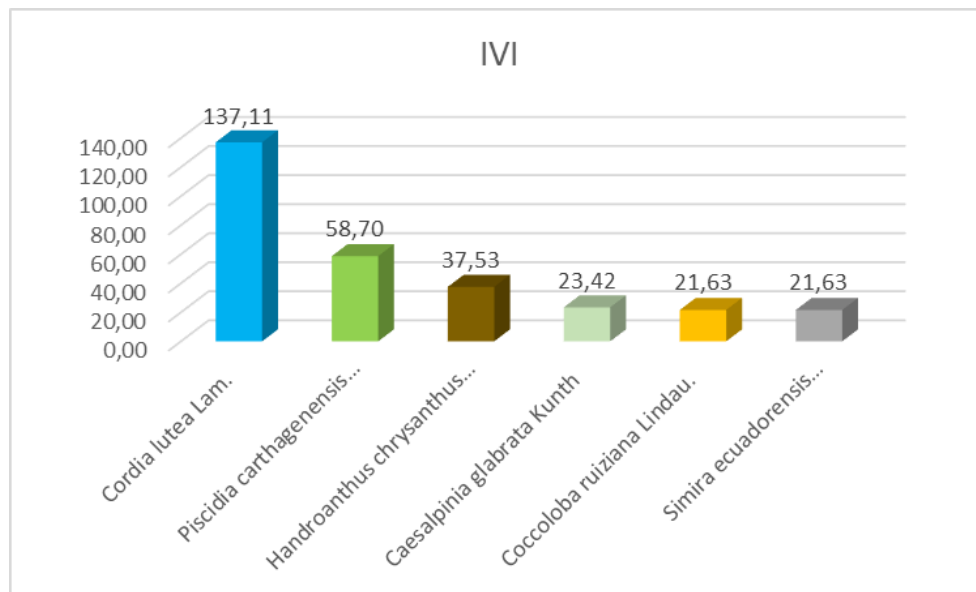
Índice de Valor de Importancia.

En la parcela PFC-FL002, muestra una estructura fuertemente dominada por *Cordia lutea* Lam, que registró el mayor IVI (137,11), constituyéndose como la especie ecológicamente más importante de la comunidad y refleja un patrón típico de ecosistemas secos donde pocas especies concentran gran parte de la biomasa y la importancia ecológica.

La segunda especie con mayor importancia fue *Piscidia carthagenensis* (58,70), seguida de *Handroanthus chrysanthus* (37,53).

Caesalpinia glabrata Kunth (23,42), *Coccoloba ruiziana* Lindau (21,63) y *Simira ecuadorensis* (21,63), presentan valores bajos de IVI, lo que indica que son especies menos abundantes o menos dominantes, sin embargo, su rol ecológico puede ser crucial en aspectos como la diversidad genética, la oferta de alimento para fauna o la regeneración del bosque.

Figura 8-2-11. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Tabla 8-2-13. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL002

Orden	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL m ²	Volumen Total (m ³)	DnR	FR	MnR	IVI
Boraginales	Cordiaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.	64	1,56	7,24	74,42	16,67	46,02	137,11
Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	2	0,15	0,91	2,33	16,67	4,42	23,42
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.	3	0,05	0,22	3,49	16,67	1,47	21,63
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.	9	1,07	9,89	10,47	16,67	31,56	58,70
Gentianales	Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyererm.	3	0,05	0,19	3,49	16,67	1,47	21,63
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	5	0,51	4,90	5,81	16,67	15,04	37,53
Total			86,00	3,39	23,35	100,00	100,00	100,00	300,00

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Muestreo Cuantitativo DAP $\geq$ 2,5 cm.

En el presente apartado se lleva a cabo el análisis de los resultados obtenidos en dos parcelas experimentales (PFC-FL003 y PFC-FL004), cada una con dimensiones de 100 × 50 metros. El estudio consideró todos los individuos arbóreos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm.

Composición.

En las dos parcelas evaluadas del bosque seco de Zapotillo se registraron 833 individuos, correspondientes a 11 especies, 11 géneros, 10 familias y 7 órdenes. La familia Fabaceae fue la mejor representada con dos especies (*Caesalpinia glabrata* y *Piscidia carthagenensis*), mientras que las demás familias estuvieron representadas por una sola especie. Los órdenes con mayor riqueza fueron Sapindales, Fabales, Caryophyllales y Gentianales, cada uno con dos especies, seguidos por Boraginales, Malvales y Lamiales, con una especie cada uno.

La comunidad vegetal estuvo dominada por especies características del bosque seco tumbesino, destacando *Handroanthus chrysanthus*, *Piscidia carthagenensis* y *Cordia lutea*, las cuales constituyen la mayor parte de la estructura y composición del bosque.

Tabla 8-2-14. Especies obtenidas en las cuatro parcelas de Bosque Secundario

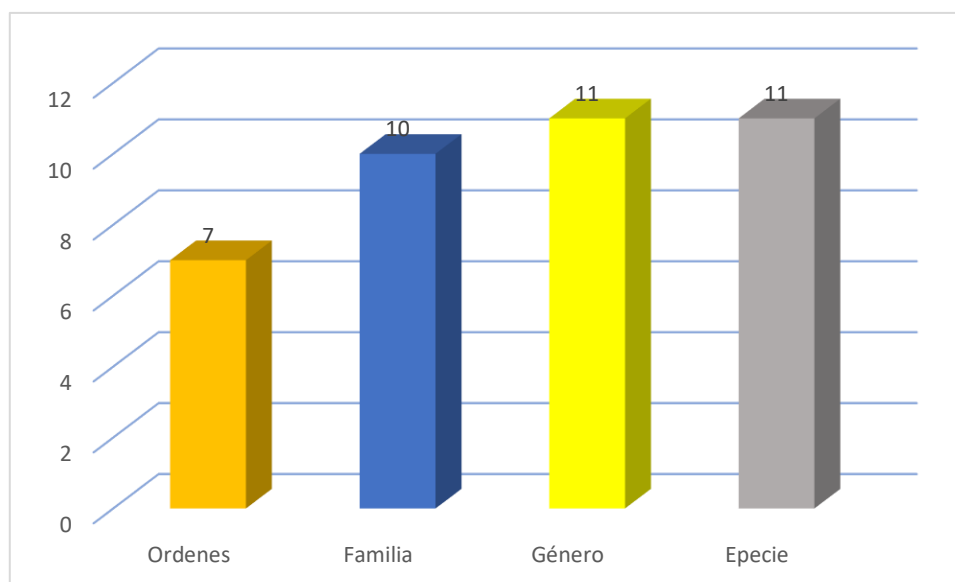
ORDEN	FAMILIA	Nombre científico
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill
Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.
Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth.
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.
Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> Kam.
Malvales	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex Engl.
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.
Gentianales	Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> A.S. Rao
Gentianales	Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyererm.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Riqueza.

La riqueza florística registrada fue de 11 especies, distribuidas en 11 géneros, 10 familias y 7 órdenes, lo que refleja una riqueza característica de los bosques secos del sur del Ecuador, donde las condiciones de estacionalidad y disponibilidad de agua limitan el número de especies presentes. La familia Fabaceae presentó la mayor riqueza específica (2 especies), mientras que las restantes familias estuvieron representadas por una sola especie.

Figura 8-2-12. Número de familias, géneros y especies de flora registradas

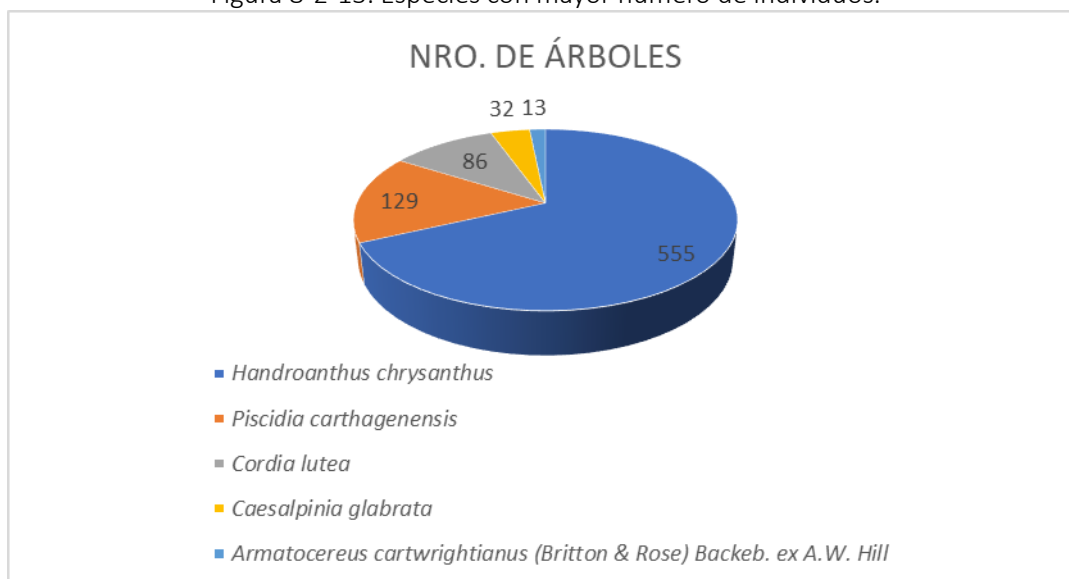


Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Abundancia absoluta y abundancia relativa.

La abundancia registrada fue de 833 individuos en una superficie total de 1 ha (dos parcelas de 5.000 m²), lo que corresponde a una densidad de 833 individuos/ha. La distribución de los individuos fue claramente desigual entre las especies. *Handroanthus chrysanthus* fue la especie más abundante con 555 individuos (66,63 %), seguida por *Piscidia carthagenensis* con 129 individuos (15,49 %), y *Cordia lutea* con 86 individuos (10,32 %). En conjunto, estas tres especies concentran 770 individuos, equivalentes al 92,44 % de la abundancia total.

Figura 8-2-13. Especies con mayor número de individuos.



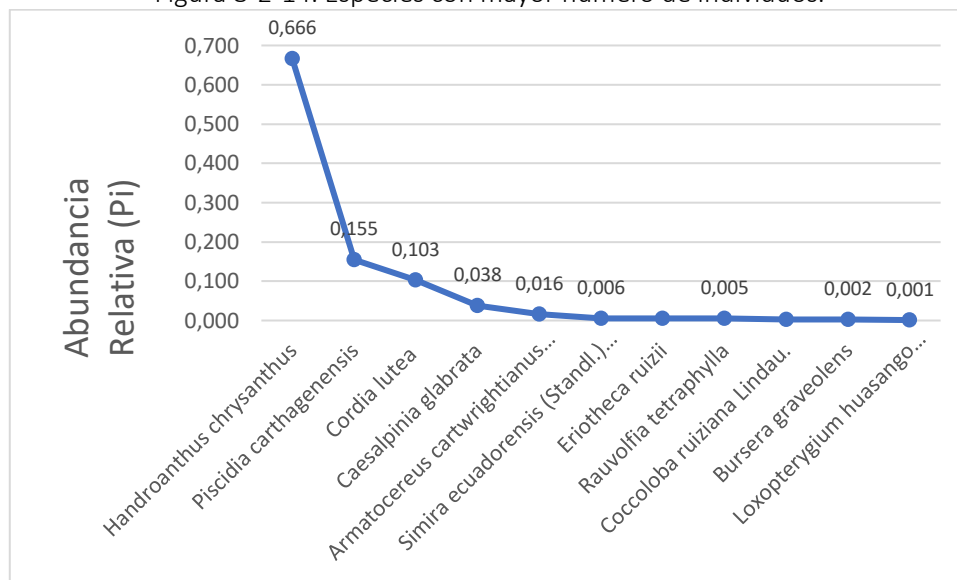
Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

La siguiente figura que correspondiente a la curva de abundancia se evidencia una marcada dominancia de pocas especies dentro de la comunidad vegetal evaluada. *Handroanthus chrysanthus* fue la especie con mayor abundancia relativa, alcanzando un valor de 0,666; equivalente al 66,6 % de los individuos registrados. Le siguieron *Piscidia carthagenensis* con una

abundancia relativa de 0,155 (15,5 %) y *Cordia lutea* con 0,103 (10,3 %). En conjunto, estas tres especies representan aproximadamente el 92,4 % del total de individuos, lo que evidencia una comunidad con alta dominancia y baja equitatividad, donde un reducido número de especies concentra la mayor parte de los individuos.

Las especies *Caesalpinia glabrata* y *Armatocereus cartwrightianus* presentaron abundancias relativas de 3,8 % y 1,6 %, respectivamente, mientras que *Simira ecuadorensis*, *Eriotheca ruizii* y *Rauvolfia tetraphylla* registraron valores inferiores al 1 % (0,6 %, 0,5 % y 0,5 %, respectivamente). Finalmente, *Coccoloba ruiziana*, *Bursera graveolens* y *Loxopterygium huasango* fueron las especies menos representadas, con abundancias relativas de 0,2 %, 0,2 % y 0,1 %, respectivamente.

Figura 8-2-14. Especies con mayor número de individuos.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Área Basal y Volumen

De acuerdo a los resultados obtenidos vemos que en las dos parcelas encontramos un área basal de 8,48 m² y un volumen total de 52,20 m³. Los resultados muestran una marcada heterogeneidad en la contribución estructural de las especies, evidenciando que pocas especies concentran la mayor parte del área basal y del volumen del rodal.

La especie *Handroanthus chrysanthus* registró los valores más altos, con un área basal de 3,86 m² y un volumen de 23,96 m³, lo que refleja la presencia de individuos de mayor diámetro y porte, constituyéndose como la especie con mayor aporte a la biomasa leñosa y a la estructura del bosque. En segundo lugar se ubicó *Piscidia carthagenensis*, con 1,89 m² de área basal y 14,04 m³ de volumen, confirmando también una importante contribución al volumen total del bosque.

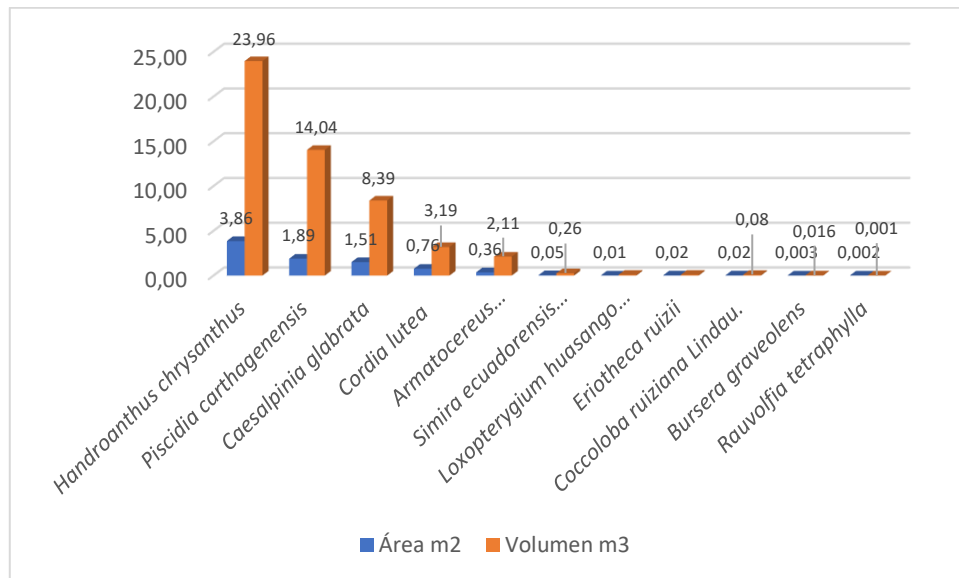
Entre las especies de importancia intermedia destacan *Caesalpinia glabrata*, con 1,51 m² de área basal y 8,39 m³ de volumen, y *Cordia lutea*, con 0,76 m² y 3,19 m³, respectivamente. Estas especies aportan significativamente a la estructura del bosque, aunque en menor magnitud que las dos especies dominantes.

Las demás especies, entre ellas *Armatocereus cartwrightianus*, *Bursera graveolens*, *Coccoloba ruiziana*, *Eriotheca ruizii*, *Loxopterygium huasango*, *Rauvolfia tetraphylla* y *Simira ecuadorensis*,

presentaron valores bajos tanto de área basal como de volumen (inferiores a 0,40 m² y 2,20 m³ en la mayoría de los casos), lo que indica que están representadas por individuos de menor tamaño o por una baja abundancia dentro de las parcelas.

Este patrón sugiere una comunidad con dominancia estructural de *Handroanthus chrysanthus* y *Piscidia carthagenensis*, especies que desempeñan un papel fundamental en el almacenamiento de biomasa, la configuración del dosel y el funcionamiento ecológico del ecosistema.

Figura 8-2-15. Especies con mayor Área Basal y Volumen dentro de las parcelas.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia.

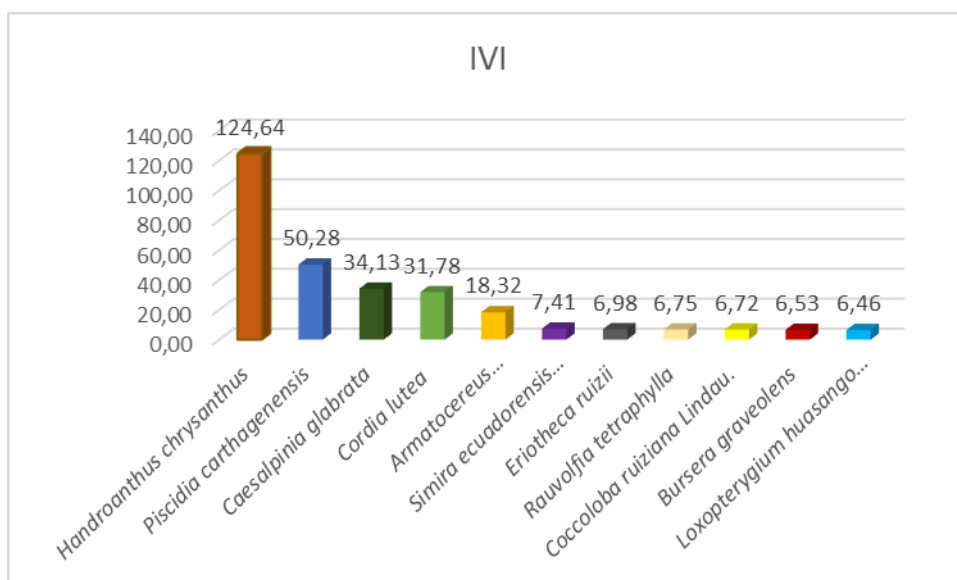
El IVI permite identificar las especies con mayor importancia ecológica dentro de la comunidad vegetal.

Los resultados muestran una marcada dominancia de *Handroanthus chrysanthus*, que alcanzó un IVI de 124,64, valor significativamente superior al del resto de especies. Este resultado evidencia que la especie combina una alta abundancia, una amplia distribución en las parcelas y el mayor aporte al área basal, constituyéndose como la especie ecológicamente más importante y estructuralmente dominante.

En segundo lugar se ubicó *Piscidia carthagenensis*, con un IVI de 50,28, seguida por *Caesalpinia glabrata* (34,13) y *Cordia lutea* (31,78). Estas especies representan los principales componentes de la comunidad vegetal, contribuyendo de manera importante a la estructura y funcionamiento del ecosistema. El resto de las especies presentó valores de IVI inferiores a 20. *Armatocereus cartwrightianus* registró un IVI de 18,32, mientras que *Simira ecuadorensis* (7,41), *Eriotheca ruizii* (6,98), *Rauvolfia tetraphylla* (6,75), *Coccoloba ruiziana* (6,72), *Bursera graveolens* (6,53) y *Loxopterygium huasango* (6,46) mostraron valores similares y bajos, indicando una menor influencia en la estructura y composición del bosque debido a su escasa abundancia, limitada distribución o reducido aporte al área basal.

La elevada diferencia entre el IVI de la especie dominante y el resto refleja una comunidad con baja equidad estructural, donde pocas especies concentran la mayor parte de la importancia ecológica.

Figura 8-2-16. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Tabla 8-2-15. Resultados obtenidos en las parcelas de 2,5 cm en Bosque Secundario

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NRO. DE INDIVIDUOS	AREA m ²	VOLUMEN m ³	DnR	FR	MnR	IVI
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	13	0,36	2,11	1,56	12,50	4,26	18,32
Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	2	0,00	0,02	0,24	6,25	0,04	6,53
Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth.	32	1,51	8,39	3,84	12,50	17,79	34,13
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.	2	0,02	0,08	0,24	6,25	0,23	6,72
Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> Kam.	86	0,76	3,19	10,32	12,50	8,95	31,78
Malvales	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns	4	0,02	0,08	0,48	6,25	0,25	6,98
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	555	3,86	23,96	66,63	12,50	45,51	124,64
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex Engl.	1	0,01	0,08	0,12	6,25	0,09	6,46
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	129	1,89	14,04	15,49	12,50	22,29	50,28
Gentianales	Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> A.S. Rao	4	0,00	0,00	0,48	6,25	0,02	6,75
Gentianales	Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyererm.	5	0,05	0,26	0,60	6,25	0,56	7,41
Total			833	8,48	52,20	100,00	100,00	100,00	300,00

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Resultados por sitio muestreado

Sitio PFC-FL003

Riqueza

En la parcela PFC-FL003 se encontraron un total de 9 especies, 8 familias y 6 órdenes, la familia con mayor riqueza fue Fabaceae con dos especies (*Piscidia carthagenensis* Jacquin y *Caesalpinia glabrata*).

Tabla 8-2-16. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL003

Orden	Familia	Nombre científico
Boraginales	Cordiaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.
Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.
Gentianales	Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> A.S. Rao
Gentianales	Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyererm.
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Esta parcela registro un total de 303 individuos, en donde *Handroanthus chrysanthus* (132) es la especie con mayor número de individuos, le sigue *Cordia lutea* con 84 individuos, *Piscidia carthagenensis* (45), y *Caesalpinia glabrata* con 21 individuos, el resto de especies tienen menos de 10 especies cada una.

Tabla 8-2-17. Abundancia absoluta y relativa

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa (Pi)
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	132	0,44
<i>Cordia lutea</i> Lam.	84	0,28
<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.	45	0,15
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	21	0,07
<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	9	0,03
<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyererm.	5	0,02
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> A.S. Rao	4	0,01
<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.	2	0,01
<i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex	1	0,00

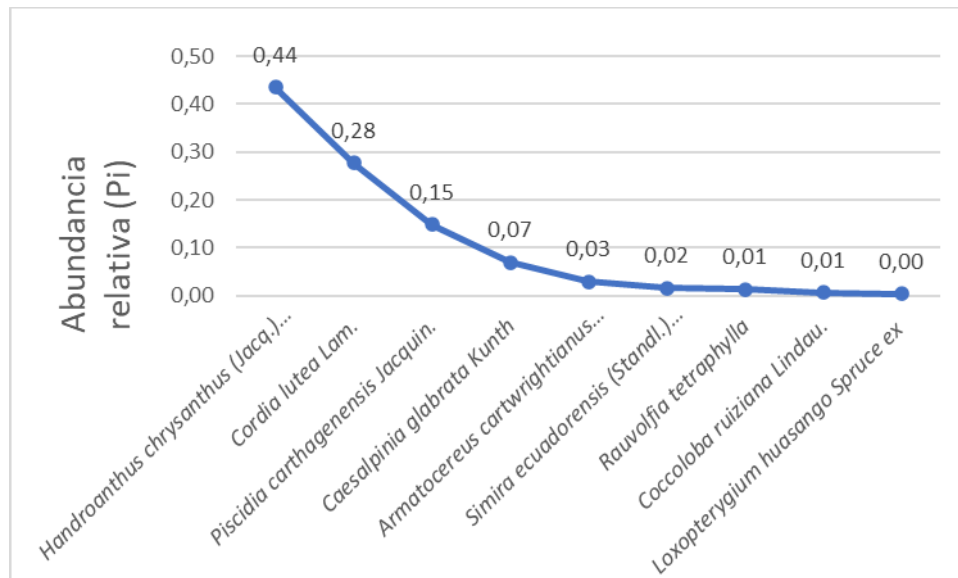
Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

La figura de curva de abundancia evidencia una marcada dominancia de pocas especies dentro de la parcela evaluada. *Handroanthus chrysanthus* fue la especie con mayor abundancia relativa, alcanzando un valor de 0,44, equivalente al 44 % de los individuos registrados. Le siguieron *Cordia lutea*, con una abundancia relativa de 0,28 (28 %), y *Piscidia carthagenensis*, con

0,15 (15 %). En conjunto, estas tres especies representan aproximadamente el 87 % del total de individuos, lo que refleja una comunidad con alta dominancia y una distribución poco equitativa de los individuos entre las especies.

En un segundo nivel de representación se ubicó *Caesalpinia glabrata*, con una abundancia relativa de 0,07 (7 %), seguida de *Armatocereus cartwrightianus*, con 0,03 (3 %), y *Simira ecuadorensis*, con 0,02 (2 %). Finalmente, *Rauvolfia tetraphylla* y *Coccoloba ruiziana* presentaron abundancias relativas de 0,01 (1 %) cada una, mientras que *Loxopterygium huasango* registró una abundancia relativa inferior al 1 %, por lo que su representación en la comunidad fue mínima.

Figura 8-2-17. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FL001



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Área Basal y Volumen

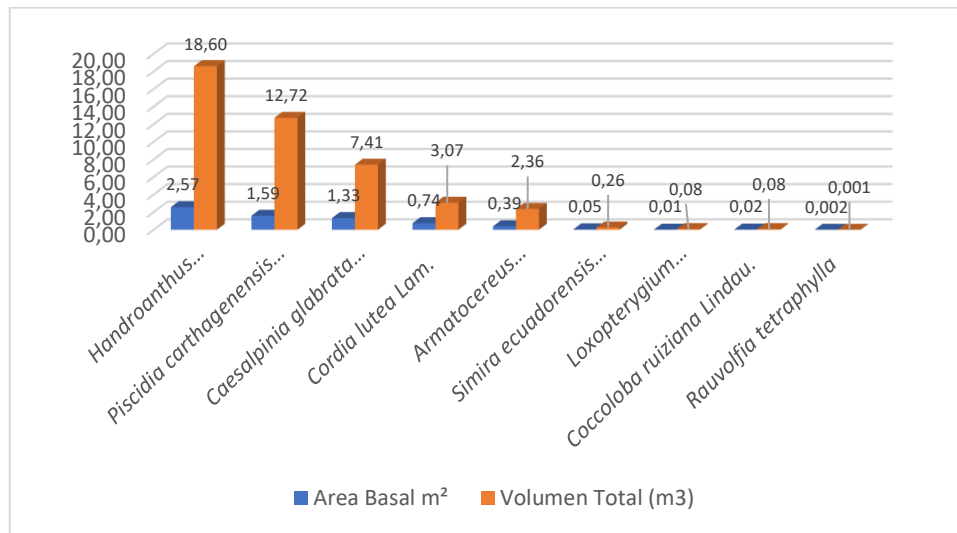
En la parcela PFC-FL003 encontramos un área basal de 6,70 m² y un volumen total de 44,59 m³, lo que indica una comunidad arbórea con una estructura moderadamente desarrollada. Estos valores reflejan el aporte conjunto de los árboles presentes a la ocupación del espacio y a la biomasa leñosa, siendo representativos de un bosque seco con predominio de individuos de tamaño pequeño a mediano.

Handroanthus chrysanthus destaca como la especie con mayor área basal y volumen, lo que la convierte en la principal contribuyente a la estructura y biomasa del bosque.

Piscidia carthagenensis y *Caesalpinia glabrata* también muestran valores relevantes, aunque menores, indicando un papel secundario en la arquitectura del ecosistema.

Las demás especies presentan valores reducidos, lo que sugiere que su influencia estructural y su aporte en biomasa son marginales.

Figura 8-2-18. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL003.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

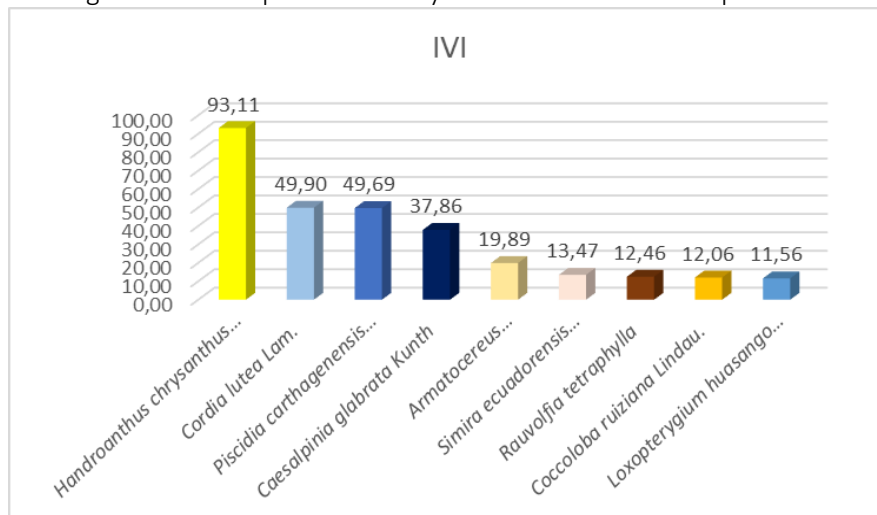
Índice de Valor de Importancia.

En la parcela PFC-FL003, *Handroanthus chrysanthus*, registró el mayor IVI (93,11), constituyéndose como la especie ecológicamente más importante de la comunidad. Este resultado indica que la especie presenta una combinación de alta frecuencia de ocurrencia, abundancia y dominancia, desempeñando un papel fundamental en la estructura y funcionamiento del bosque seco.

Cordia lutea y *Piscidia carthagenensis* también presentan valores elevados, consolidándose como especies clave en la comunidad.

El ecosistema está fuertemente estructurado por unas pocas especies dominantes que concentran la mayor parte del IVI, mientras que la mayoría de especies cumplen roles secundarios o marginales. Esto sugiere una comunidad con baja equitatividad, donde la diversidad existe, pero la importancia ecológica está concentrada en pocas especies.

Figura 8-2-19. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Tabla 8-2-18. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL001

Orden	Familia	Nombre científico	No de árboles	Area Basal m ²	Volumen Total (m ³)	DnR	FR	MnR	IVI
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	132	2,57	18,60	43,56	11,11	38,43	93,11
Boraginales	Cordiaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.	84	0,74	3,07	27,72	11,11	11,07	49,90
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.	45	1,59	12,72	14,85	11,11	23,73	49,69
Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	21	1,33	7,41	6,93	11,11	19,82	37,86
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	9	0,39	2,36	2,97	11,11	5,81	19,89
Gentianales	Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyererm.	5	0,05	0,26	1,65	11,11	0,71	13,47
Gentianales	Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> A.S. Rao	4	0,00	0,00	1,32	11,11	0,03	12,46
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.	2	0,02	0,08	0,66	11,11	0,29	12,06
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex	1	0,01	0,08	0,33	11,11	0,12	11,56
Total			303,00	6,70	44,59	100,00	100,00	100,00	300,00

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Parcela PFC-FL004

Riqueza

En esta parcela se encontraron un total de 7 especies, agrupadas en 6 órdenes y 6 familias, la familia con mayor riqueza fue Fabaceae con dos especies (*Piscidia carthagenensis* Jacquin y *Caesalpinia glabrata*).

Tabla 8-2-19. Orden, familia y especies registradas en la parcela PFC-FL004

Orden	Familia	Nombre científico
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill
Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.
Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth
Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.
Malvales	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Esta parcela registro un total de 530 individuos, en donde *Handroanthus chrysanthus* (422) es la especie con mayor número de individuos, le sigue *Piscidia carthagenensis* (84) y *Caesalpinia glabrata* (11).

Tabla 8-2-20. Abundancia absoluta y relativa registradas en la parcela PFC-FL004.

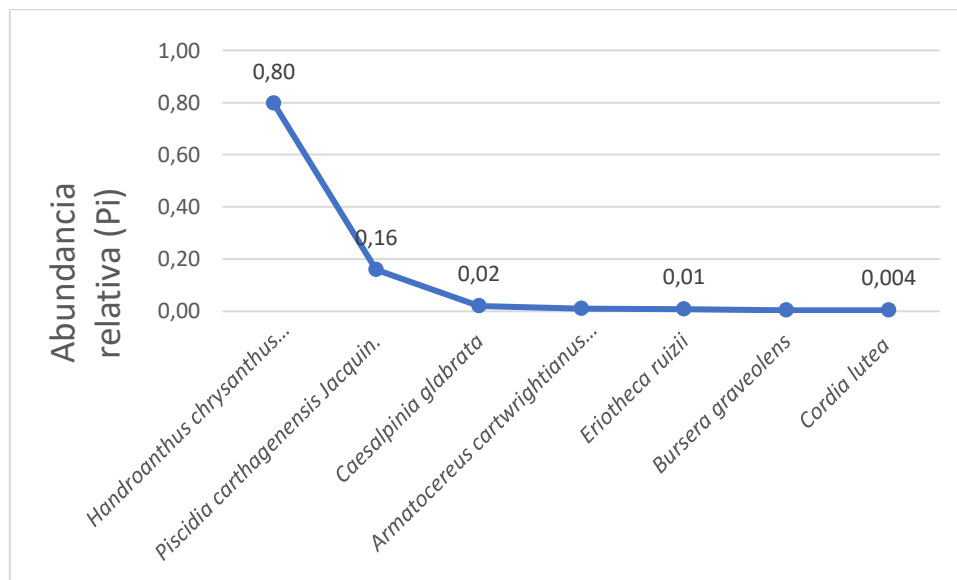
Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (Pi)
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	422	0,80
<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.	84	0,16
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	11	0,02
<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	5	0,01
<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns	4	0,01
<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	2	0,004
<i>Cordia lutea</i> Lam.	2	0,004

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

La curva de abundancia evidencia que una estructura de la comunidad caracterizada por una alta dominancia específica y una baja equitatividad en la distribución de los individuos. *Handroanthus chrysanthus* fue la especie dominante, con una abundancia relativa de 0,80 (80 %), lo que indica que cuatro de cada cinco individuos registrados en la parcela pertenecen a esta especie. Le sigue *Piscidia carthagenensis*, con una abundancia relativa de 0,16 (16 %). Estas dos especies concentran aproximadamente el 96 % del total de individuos, lo que pone de manifiesto una comunidad fuertemente dominada.

Las demás especies presentaron una contribución significativamente menor a la estructura de la comunidad. *Caesalpinia glabrata* registró una abundancia relativa de 0,02 (2 %), mientras que *Armatocereus cartwrightianus* y *Eriotheca ruizii* alcanzaron 0,01 (1 %) cada una. Finalmente, *Bursera graveolens* y *Cordia lutea* fueron las especies menos abundantes, con una abundancia relativa de 0,004 (0,4 %) cada una, evidenciando una participación marginal en la composición florística de la parcela.

Figura 8-2-20. Curva rango-abundancia de flora registradas en PFC-FR004.

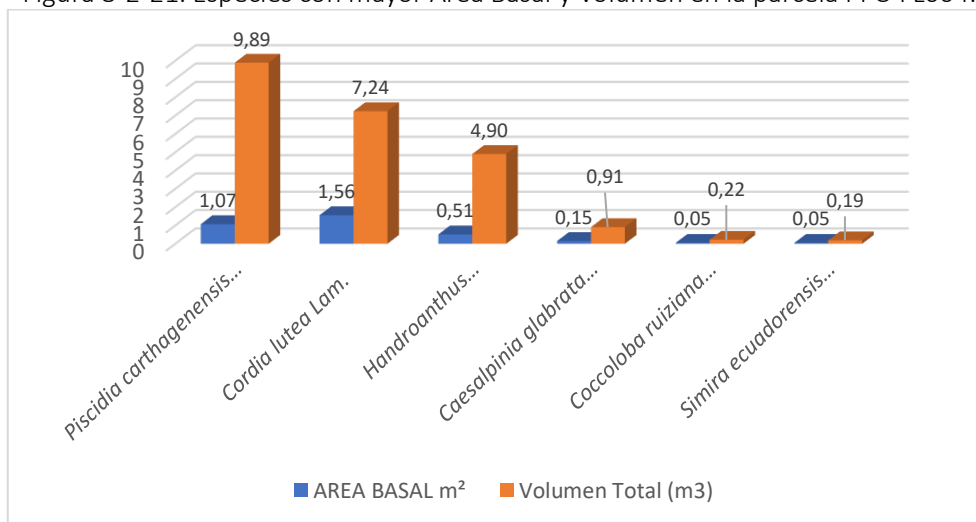


Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026

Área Basal y Volumen

En esta parcela encontramos un área basal de 3,93 m² y un volumen total de 23,28 m³, la siguiente figura evidencia una estructura desigual, donde unas pocas especies (*Piscidia carthagenensis* y *Handroanthus chrysanthus*) concentran la mayor parte de la biomasa y dominan la arquitectura del bosque. Las demás especies cumplen funciones complementarias, aportando diversidad pero con menor impacto en la dinámica estructural.

Figura 8-2-21. Especies con mayor Área Basal y Volumen en la parcela PFC-FL004.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Índice de Valor de Importancia.

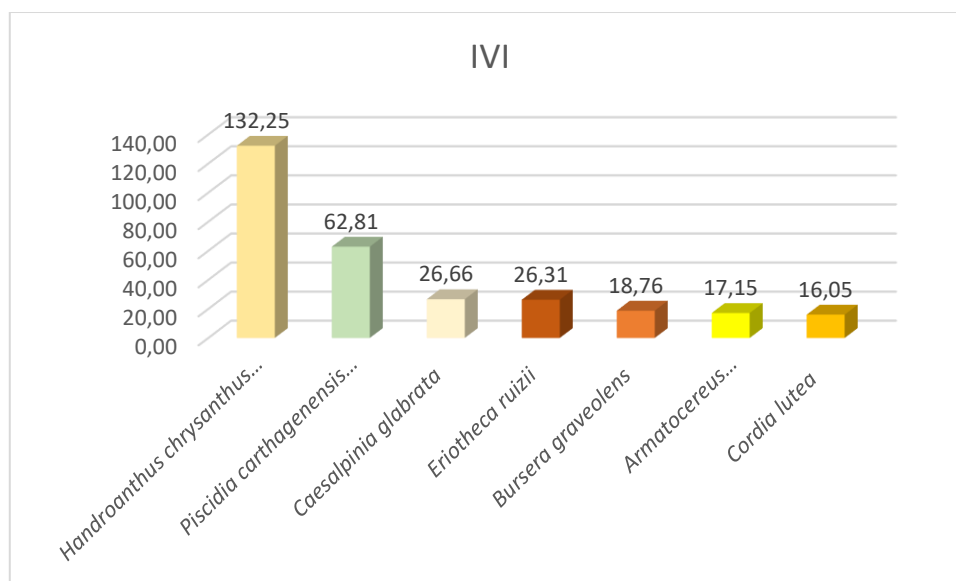
La parcela PFC-FL004, evidencia una estructura desigual, donde pocas especies concentran la mayor parte del IVI y dominan la comunidad, mientras que la mayoría aporta diversidad pero con menor peso ecológico.

Handroanthus chrysanthus presenta el valor más alto, lo que indica que es la especie más relevante en términos ecológicos y *Piscidia carthagenensis* ocupa el segundo lugar también con un papel destacado en la comunidad.

Caesalpinia glabrata y *Eriotheca ruizii* muestran valores moderados, reflejando cierta importancia estructural pero sin dominar el ecosistema.

Bursera graveolens, *Armatocereus* y *Cordia lutea* tienen valores bajos, lo que sugiere que cumplen funciones secundarias en la dinámica del bosque.

Figura 8-2-22. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Tabla 8-2-21. Resultados obtenidos en la parcela PFC-FL004

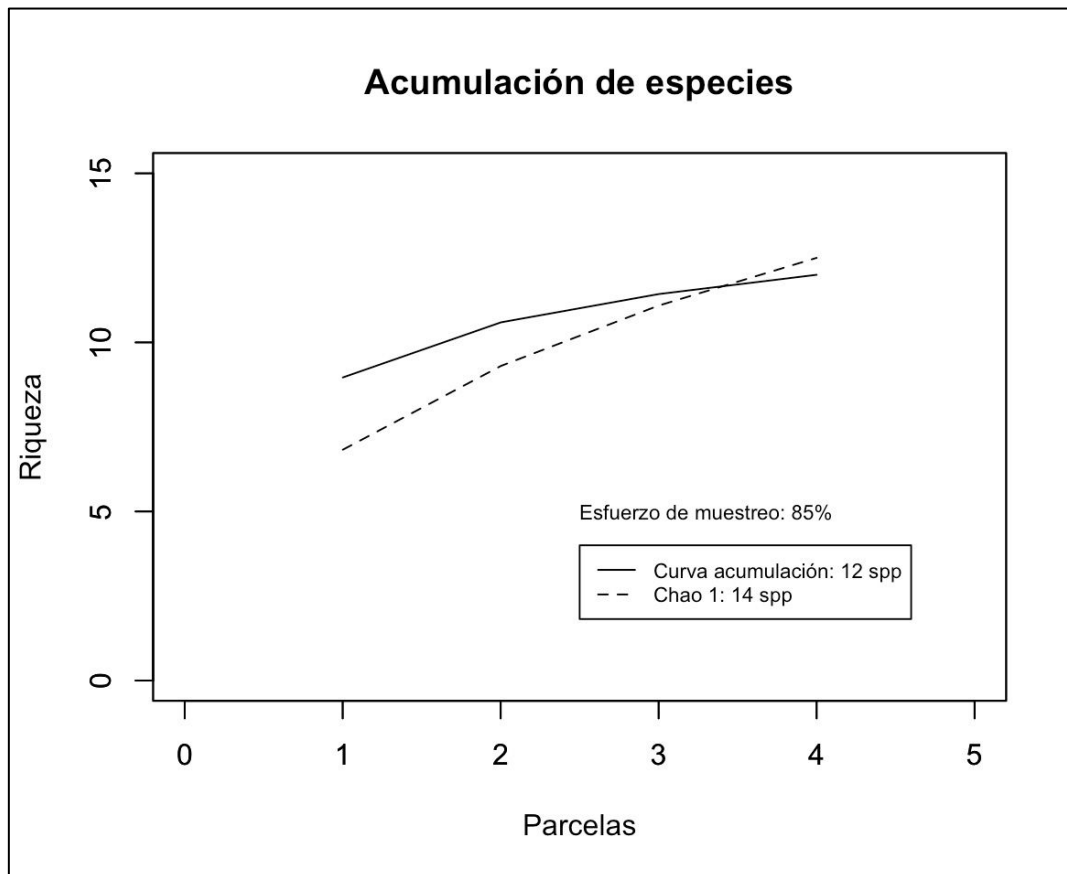
Orden	Familia	Nombre científico	No de árboles	AREA BASAL m ²	Volumen Total (m ³)	D	DnR	FR	MnR	IVI
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	422	1,51	6,85	0,844	79,62	14,29	38,34	132,25
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.	84	1,28	7,71	0,168	15,85	14,29	32,68	62,81
Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	11	0,40	1,88	0,022	2,08	14,29	10,30	26,66
Malvales	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns	4	0,44	4,43	0,008	0,75	14,29	11,27	26,31
Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	2	0,16	1,67	0,004	0,38	14,29	4,10	18,76
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	5	0,08	0,31	0,01	0,94	14,29	1,92	17,15
Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.	2	0,05	0,43	0,004	0,38	14,29	1,38	16,05
Total			530,00	3,93	23,28	1,06	100,00	100,00	100,00	300,00

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Curva de acumulación de especies.

De acuerdo con el índice estimador de riqueza Chao 1 registró en el área de implementación del proyecto fotovoltaico la Ceiba 14 especies de flora vs a las 12 especies registradas desde $\geq 2,5$ cm de DAP, este resultado sugiere que con el esfuerzo de muestreo alcanzado fue del 85%.

Figura 8-2-23. Acumulación de especies en las cuatro parcelas.



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Índices de diversidad de las cuatro parcelas

Para el análisis de las cuatro parcelas se utilizó el índice de Shannon en su logaritmo natural y el índice de Simpson en su forma 1-D. Los análisis fueron realizados con el software Past versión 5.3.

La riqueza de especies varió entre 5 y 9 especies por parcela. La mayor riqueza se registró en la parcela PFC-FL003 con 9 especies, seguida de PFC-FL004 con 7 especies, PFC-FL002 con 6 especies y PFC-FL001 con 5 especies. Estos resultados indican una variabilidad espacial en la composición florística, aunque en todas las parcelas la riqueza es relativamente baja, condición característica de los bosques secos tropicales.

El índice de Simpson (1-D) no evalúa únicamente el número de especies, sino cómo se distribuye la abundancia relativa (P_i) entre ellas. Es decir, mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies diferentes, por lo que está directamente influenciado por la abundancia relativa de cada especie.

Tabla 8-2-22. Índice de Simpson interpretación

Sitio	Riqueza	Simpson (1-D)	Interpretación
PFC-FL001	5	0,62	Evidencia que la comunidad no presenta una distribución completamente equitativa de los individuos entre las especies. Este resultado, analizado conjuntamente con la abundancia relativa, muestra una tendencia hacia la dominancia de <i>Handroanthus chrysanthus</i> (49 %) y <i>Caesalpinia glabrata</i> (34 %), las cuales concentran el 83 % de los individuos registrados. En contraste, las especies restantes presentan abundancias considerablemente menores, lo que confirma que la estructura de la comunidad está influenciada por un reducido número de especies dominantes.
PFC-FL002	6	0,43	Evidencia una marcada tendencia hacia la dominancia de una o pocas especies dentro de la comunidad. Este resultado se confirma con la abundancia relativa, donde <i>Cordia lutea</i> concentra el 74 % de los individuos registrados, seguida por <i>Piscidia carthagenensis</i> con el 10 %. En conjunto, ambas especies representan el 84 % de la abundancia total, mientras que las cuatro especies restantes aportan únicamente el 16 %, reflejando una distribución poco equitativa de los individuos y una clara dominancia de <i>Cordia lutea</i> .
PFC-FL003	9	0,7	Muestra una mayor equidad en la distribución de la abundancia respecto a las demás parcelas; sin embargo, la comunidad aún presenta una tendencia hacia la dominancia de determinadas especies. La abundancia relativa evidencia que <i>Handroanthus chrysanthus</i> representa el 44 % de los individuos, seguida por <i>Cordia lutea</i> con el 28 %, <i>Piscidia carthagenensis</i> con el 15 % y <i>Caesalpinia glabrata</i> con el 7 %. Estas cuatro especies concentran aproximadamente el 94 % de la abundancia total, mientras que las especies restantes presentan abundancias inferiores al 3 %, indicando que, aunque la distribución es más equilibrada que en las otras parcelas, la estructura de la comunidad continúa siendo influenciada por un reducido número de especies dominantes.
PFC-FL004	7	0,34	Evidencia una fuerte tendencia hacia la dominancia dentro de la comunidad vegetal. Este patrón se confirma mediante la abundancia relativa, donde <i>Handroanthus chrysanthus</i> concentra el 80 % de los individuos registrados, seguida por <i>Piscidia carthagenensis</i> con el 16 %. En conjunto, ambas especies representan el 96 % de la abundancia total, mientras que las cinco especies restantes aportan apenas el 4 %, reflejando una distribución altamente desigual de los individuos y una marcada dominancia de <i>Handroanthus chrysanthus</i> .

El índice de Shannon-Wiener (H') mostró valores comprendidos entre 0,68 y 1,48, La parcela PFC-FL003 alcanzó el mayor valor de 1,48 nats/individuo, indicando ser la mas diversa de especies del área de estudio. Le siguió la parcela PFC-FL001 ($H' = 1,13$ nats/individuo), mientras que PFC-FL002 presentó un valor de 0,97 nats/individuo, reflejando una menor diversidad en comparación con las dos parcelas anteriores. Finalmente, PFC-FL004 obtuvo el valor más bajo ($H' = 0,68$ nats/individuo), evidenciando ser el menor diverso de especies entre los sitios evaluados. En conjunto, los resultados muestran una variación espacial de la diversidad, siendo PFC-FL003 la parcela con la comunidad más diversa y PFC-FL004 la que presenta la menor diversidad para el área del proyecto La Ceiba.

Tabla 8-2-23. Diversidad de aves en el área de estudio

ÍNDICES	PFC-FL001	PFC-FL002	PFC-FL003	PFC-FL004
Riqueza	5	6	9	7
Simpson 1-D	0,62	0,43	0,7	0,34
Shannon_H	1,13 nats/individuo	0,97 nats/individuo	1,48 nats/individuo	0,68 nats/individuo

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Similaridad de Jaccard.

Los resultados obtenidos muestran una similitud florística baja a moderada entre las cuatro parcelas evaluadas, con valores del índice que oscilan entre 0,38 y 0,67, equivalentes a 38 % y 67 % de similitud, respectivamente. Para facilitar la interpretación, en adelante los valores del índice se expresarán en porcentaje. Estos resultados evidencian una variación espacial en la composición florística del bosque seco, indicando que, aunque las parcelas comparten parte de las especies registradas, cada una presenta características propias en cuanto a su composición y distribución de la vegetación.

La mayor similitud se registró entre las parcelas PFC-FL002 y PFC-FL003 ($J = 0,67$), indicando que comparten el 67 % de las especies registradas. Este resultado sugiere que las dos parcelas presentan condiciones ambientales y estructurales similares, favoreciendo el establecimiento de una composición florística semejante.

La segunda mayor similitud corresponde a las parcelas PFC-FL001 y PFC-FL004 ($J = 0,50$), lo que representa una similitud intermedia llegando al 50% y evidencia que comparten la mitad de las especies registradas, aunque cada parcela mantiene especies exclusivas que incrementan la heterogeneidad del conjunto.

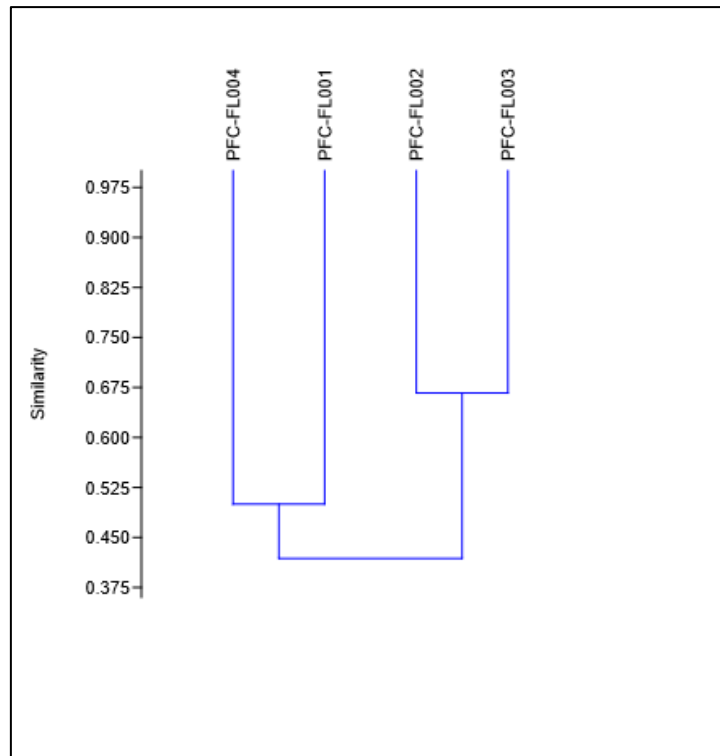
Los conglomerados PFC-FL002–PFC-FL003 y PFC-FL004–PFC-FL001 presentan una similitud florística promedio del 41,75 %, lo que indica que comparten menos de la mitad de las especies registradas. Este resultado evidencia una similitud moderada-baja, sugiriendo que ambos conglomerados poseen una composición florística diferenciada, aunque mantienen un número importante de especies en común. Esta diferenciación podría estar asociada a variaciones en las condiciones ecológicas del sitio, tales como diferencias en el tipo de suelo, disponibilidad de humedad, topografía o microclima, así como al grado de intervención antrópica (cultivo, animales domésticos cabras, gallinas, entre otras), incluyendo cambios en el uso del suelo, aprovechamiento de recursos, presencia de actividades agropecuarias o perturbaciones históricas. No obstante, estas posibles causas deben corroborarse con la caracterización ambiental y el historial de uso del área de estudio.

Tabla 8-2-24. Índice de similitud de Jaccard para el componente aves

PARCELAS	PFC-FL001	PFC-FL002	PFC-FL003	PFC-FL004
PFC-FL001	1,00	0,38	0,40	0,50
PFC-FL002	0,38	1,00	0,67	0,44
PFC-FL003	0,40	0,67	1,00	0,45
PFC-FL004	0,50	0,44	0,45	1,00

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Figura 8-2-24. Análisis cluster base Jaccard



Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Aspectos ecológicos

Hábito de crecimiento

La flora registrada en el área de estudio presenta principalmente dos formas de vida, arborea y arbustiva:

Árboles. - *Handroanthus chrysanthus*, *Piscidia carthagenensis*, *Caesalpinia glabrata*, *Bursera graveolens*, *Eriotheca ruizii*, *Colicodendron scabridum*, *Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyererm, *Neltuma juliflora* y *Loxopterygium huasango*.

Arbustos. - *Cordia lutea*, *Coccoloba ruiziana* Lindau y *Armatocereus cartwrightianus*.

Suculenta. - *Armatocereus cartwrightianus*.

Origen florístico

No se registraron especies endémicas durante el levantamiento de línea base, de igual manera las 12 especies son nativas y características del bosque seco.

Usos

Entre las especies arbóreas y leñosas que son utilizadas para obtener madera y leña por la población local tenemos a: *Handroanthus chrysanthus*, *Piscidia carthagenensis*, *Caesalpinia glabrata*, *Bursera graveolens* y *Loxopterygium huasango*. Con fines medicinales tenemos a *Bursera graveolens* que es utilizada como aromática.

Pero en general todas las especies registradas tienen un uso ambiental, cumpliendo funciones ecológicas importantes como la captura de carbono, protección del suelo, provisión de sombra para los animales y alimento para la fauna nativa. *Armatocereus cartwrightianus* es utilizada como una especie ornamental.

Endémismo

En el área de estudio se presentan dos especies endémicas (*Armatocereus cartwrightianus* y *Simira ecuadorensis*).

Estado de conservación

Según el Libro rojo de plantas endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011), *Handroanthus chrysanthus* se encuentra como en peligro (EN), las 10 especies restantes no están incluidas.

Revisada la lista roja de la UICN (Versión 2025-1) se deduce que *Handroanthus chrysanthus* es la única especie que se encuentra dentro de la categoría de Vulnerable (VU), cuatro especies están como no evaluadas (NE) y 7 en preocupación menor (LC).

Revisada la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2026), se evidencia que *Armatocereus cartwrightianus* y *Handroanthus chrysanthus* se encuentran cubiertas por CITES dentro del Apéndice II.

Tabla 8-2-25. Estado de conservación de las especies registradas.

Familia	Nombre Científico	IUCN	LIBRO ROJO	CITES
Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill	LC	No incluida	APENDICE II
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	LC	No incluida	-
Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	LC	No incluida	-
Polygonaceae	<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.	NE	No incluida	-
Cordiaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.	LC	No incluida	-
Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns.	NE	No incluida	-
Fabaceae	<i>Neltuma juliflora</i> (Sw.) Raf.	LC	No incluida	-
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	VU	En Peligro (EN)	APENDICE II
Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex Engl.	NE	No incluida	-
Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.	LC	No incluida	-
Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> A.S. Rao	LC	No incluida	-

Familia	Nombre Científico	IUCN	LIBRO ROJO	CITES
Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyererm.	NE	No incluida	-

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Especies sensibles

De acuerdo a la metodología utilizada vemos que la evaluación de sensibilidad de las 12 especies de flora registradas en las cuatro parcelas, indica que 6 especies (50 %) presentan sensibilidad baja, 3 especies (25 %) sensibilidad media y 3 especies (25 %) sensibilidad alta.

Las especies de sensibilidad alta corresponden a *Armatocereus cartwrightianus*, *Handroanthus chrysanthus* y *Simira ecuadorensis*, debido a que presentan una combinación de atributos de conservación como distribución restringida, endemismo, categorías de amenaza y presión por aprovechamiento. *Handroanthus chrysanthus* destaca por estar clasificada como Vulnerable (VU) por la UICN, En Peligro (EN) en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador y por estar incluida en CITES Apéndice II, mientras que *Simira ecuadorensis* es una especie endémica de Ecuador con distribución limitada. Por su parte, *Armatocereus cartwrightianus* posee una distribución restringida a la región tumbesina y requerimientos ecológicos específicos, lo que incrementa su vulnerabilidad.

Las especies de sensibilidad media (*Bursera graveolens*, *Eriotheca ruizii* y *Loxopterygium huasango*) presentan una susceptibilidad intermedia debido principalmente a la presión derivada de su aprovechamiento maderero o a su condición de conservación menos favorable, como ocurre con *Loxopterygium huasango*, clasificada como Casi Amenazada (NT).

Finalmente, las especies restantes (*Caesalpinia glabrata*, *Coccoloba ruiziana*, *Cordia lutea*, *Neltuma juliflora*, *Piscidia carthagenensis* y *Rauvolfia tetraphylla*) fueron clasificadas con sensibilidad baja, ya que poseen una distribución relativamente amplia, poblaciones estables, elevada capacidad de adaptación y no presentan categorías de amenaza ni restricciones importantes para su conservación.

Tabla 8-2-26. Grado de sensibilidad de las especies registradas en las cuatro parcelas.

Especie	Sensibilidad	Justificación
<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Alta	Especie endémica de la región tumbesina, de distribución restringida, poblaciones localizadas y requerimientos ecológicos específicos; además se encuentra regulada por CITES (Apéndice II).
<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	Media	Especie sometida a aprovechamiento para la obtención de madera, aceite esencial e incienso, lo que genera una presión moderada sobre sus poblaciones naturales.
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	Baja	Especie nativa ampliamente distribuida, sin categoría de amenaza ni regulación internacional.
<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau.	Baja	Especie nativa sin categoría de amenaza conocida y con distribución relativamente amplia en bosques secos.
<i>Cordia lutea</i> Lam.	Baja	Arbusto ampliamente distribuido, frecuente en ambientes abiertos y secundarios, con alta capacidad de regeneración.

Especie	Sensibilidad	Justificación
<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns	Media	Especie maderable de distribución restringida al bosque seco del occidente de Ecuador y Perú, sometida a aprovechamiento local.
<i>Neltuma juliflora</i> (sin. Prosopis juliflora)	Baja	Especie ampliamente distribuida y adaptada a ambientes secos; presenta alta capacidad de regeneración y tolerancia a perturbaciones.
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Alta	Clasificada como Vulnerable (VU) por la UICN, En Peligro (EN) en el Libro Rojo del Ecuador, incluida en CITES Apéndice II y sometida a fuerte presión por aprovechamiento maderero.
<i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex	Media	Clasificada como Casi Amenazada (NT) por la UICN y sometida a aprovechamiento maderero, lo que incrementa su susceptibilidad.
<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquin.	Baja	Especie nativa ampliamente distribuida, sin categoría de amenaza y con poblaciones relativamente estables.
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> A.S. Rao	Baja	Especie ampliamente distribuida y naturalizada, sin categorías de amenaza y con alta capacidad de adaptación.
<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyererm.	Alta	Especie endémica de Ecuador, catalogada como Vulnerable (VU) en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador y con distribución restringida.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

- **8.2.1.2. Resultados Muestreo cualitativo (PFC-T y PFC-T1).**

Como se indico en la metodología, durante el presente monitoreo se realizo el muestreo en dos Transectos de 50 X 2 metros (PFC-T y PFC-T1) en donde se consideraron las especies de arboles, hierbas y arbustos.

El presente análisis corresponde a la caracterización cualitativa de la flora registrada en el área evaluada, con el objetivo de identificar la composición taxonómica y los hábitos de crecimiento de las especies vegetales presentes. Este tipo de evaluación permite reconocer la estructura general de la vegetación, su representatividad ecológica y su posible relación con las condiciones ambientales del sitio.

Tabla 8-2-27. Especies registradas en el levantamiento de la línea base cualitativa

Orden	Familia	Nombre Común	Especie	Habito
Malvales	Malvaceae	Malva	<i>Pavonia mollis</i> Kunth	Arbusto
Asterales	Asteraceae	-	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Herbacea
Boraginales	Boraginaceae	Negrillo	<i>Cordia macrocephala</i> Cham.	Arbol
Solanales	Convolvulaceae	Borrachera	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Arbusto
Malpighiales	Malpighiaceae	Ciruela de fraile	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Arbol

Orden	Familia	Nombre Común	Especie	Habito
Caryophyllales	Cactaceae	Cardo	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Cactus
Lamiales	Bignonaceae	Guayacán	<i>Handroanthus crisanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Arbol
Malvales	Malvaceae	-	<i>Byttneria</i> sp.	Arbusto
Gentianales	Apocynaceae	Veneno de gusano	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> A.S. Rao	Arbusto
Brassicales	Capparaceae	Hierba garrapata	<i>Cleome viscosa</i> L.	Herbacea
Commelinales	Commelinaceae	Hierba de Sta. Lucia	<i>Commelina erecta</i> L.	Herbacea
Asterales	Asteraceae	-	<i>Acmella</i> sp.	Herbacea
Malpighiales	Euphorbiaceae	-	<i>Croton</i> sp.	Arbusto
Fabales	Fabaceae	Barbasco	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	Arbol
Lamiales	Plantaginaceae	-	<i>Bacopa</i> sp.	Herbacea
Caryophyllales	Portulacaceae	-	<i>Portulaca</i> sp.	Herbacea
Lamiales	Scrophulariaceae	Contrayerba	<i>Stemodia durantifolia</i> (L.) Sw.	Herbacea

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2025.

Composición florística

En el área de estudio se registraron un total de 17 especies de flora, agrupadas en 15 géneros, 13 familias y 11 ordenes botánicas. Las familias con mayor representación fueron:

- **Malvaceae (2 especies)**
- **Asteraceae (2 especies)**
- **Borraginaceae (2 especies)**
- **Plantaginaceae (2 especies)**

Las demás familias estuvieron representadas por una sola especie.

La flora registrada muestra una composición taxonómica relativamente variada, con predominio de familias típicas de ambientes secos, abiertos o intervenidos, lo que sugiere una comunidad vegetal adaptada a condiciones de alta radiación, estacionalidad hídrica y disturbio moderado.

La presencia de especies como *Armatocereus cartwrightianus*, *Handroanthus billbergii*, *Piscidia carthagenensis*, *Cordia macrocephala* e *Ipomoea carnea* es consistente con vegetación propia de zonas secas o semiáridas, donde suelen coexistir especies leñosas con un importante componente herbáceo.

Hábitos de crecimiento

El análisis de formas de vida evidenció la presencia de cuatro hábitos principales:

Herbáceas. Se registraron 7 especies herbáceas, correspondientes a: *Porophyllum ruderale*, *Cleome viscosa*, *Commelina erecta*, *Acmella* sp, *Bacopa* sp, *Portulaca* sp y *Stemodia durantifolia*.

Arbustos. Se registraron 5 especies arbustivas: *Byttneria* sp, *Pavonia mollis*, *Ipomoea carnea*, *Rauvolfia tetraphylla* y *Croton* sp.

Árboles. Se registraron 4 especies arbóreas: *Malpighia emarginata*, *Cordia macrocephala*, *Handroanthus chrysanthus* y *Piscidia carthagenensis*.

Cactus. *Armatocereus cartwrightianus*.

La vegetación está dominada por el estrato herbáceo, seguido por un componente arbustivo importante y una menor representación del estrato arbóreo. Este patrón sugiere una cobertura vegetal con características de: vegetación secundaria, ambientes abiertos y zonas con cierto grado de intervención o regeneración.

La combinación de herbáceas, arbustos y algunos árboles indica una comunidad con estructura simple a intermedia, donde las especies de rápido establecimiento y adaptación a condiciones limitantes tienen un papel importante en la configuración del paisaje vegetal.

Usos recursos

En la siguiente tabla se presentan los principales usos de las especies registradas.

Tabla 8-2-28. Usos de las especies registradas.

Especie	Principales usos
<i>Pavonia mollis</i> Kunth	Restauración ecológica, protección del suelo, uso medicinal tradicional y recurso para polinizadores.
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Condimento alimenticio, medicina tradicional (antiinflamatorio y digestivo), planta melífera.
<i>Cordia macrocephala</i> Cham.	Leña, restauración ecológica, protección de suelos, alimento y refugio para fauna silvestre.
<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ornamental, restauración de áreas degradadas, estabilización de suelos y uso medicinal local.
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Producción de frutos (acerola), uso alimenticio, ornamental y medicinal por su alto contenido de vitamina C.
<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Conservación de biodiversidad, ornamental, refugio y alimento para aves y mamíferos, protección del suelo.
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Madera, ornamental, restauración ecológica, arborización urbana y hábitat para fauna.
<i>Byttneria</i> sp.	Restauración ecológica, protección del suelo y refugio para fauna.
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> A.S. Rao	Medicina tradicional, ornamental y conservación de fauna polinizadora.
<i>Cleome viscosa</i> L.	Medicina tradicional, planta pionera en restauración, recurso para insectos polinizadores.

Especie	Principales usos
<i>Commelina erecta</i> L.	Cobertura del suelo, control de erosión, forraje ocasional y conservación de humedad.
<i>Acmella</i> sp.	Medicina tradicional (analgésico y antiinflamatorio), ornamental y atracción de polinizadores.
<i>Croton</i> sp.	Medicina tradicional, restauración ecológica, leña y fuente de alimento para insectos.
<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	Madera, sombra para sistemas agroforestales, restauración ecológica, fijación de nitrógeno y uso medicinal.
<i>Bacopa</i> sp.	Medicina tradicional y conservación de humedad del suelo.
<i>Portulaca</i> sp.	Alimenticia, medicinal y control de erosión.
<i>Stemodia durantifolia</i> (L.) Sw.	Cobertura vegetal, restauración ecológica y protección del suelo.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2025.

Origen

De las 17 especies registradas únicamente *Rauvolfia tetraphylla* L., es una especie introducida pero naturalizada para Ecuador, pudiendo decir que el 100% de las especies son nativas.

Endemismo.

Únicamente *Armatocereus cartwrightianus* es endémica de la región tumbesina.

Estado de conservación

De acuerdo con la Lista Roja de la UICN (versión vigente) y el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011), las 17 especies registradas presentan, en su mayoría, un estado de conservación favorable; sin embargo, existen especies de alta importancia para la conservación debido a su condición de amenaza, endemismo o distribución restringida.

Tabla 8-2-29. Categoría de conservación

Especie	UICN	Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador	CITES
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Vulnerable (VU)	En Peligro (EN)	Ápndice II
<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	Preocupación Menor (LC)	No incluida (no es endémica exclusiva de Ecuador)	Ápndice II
<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	Preocupación Menor (LC)	No aplica	-
<i>Malpighia emarginata</i>	Preocupación Menor (LC)	No aplica	-
<i>Cordia macrocephala</i>	No evaluada	No aplica	-
<i>Piscidia carthagenensis</i>	No evaluada	No aplica	-
<i>Pavonia mollis</i>	No evaluada	No aplica	-
<i>Porophyllum ruderale</i>	No evaluada	No aplica	-
<i>Ipomoea carnea</i>	No evaluada	No aplica	-

Especie	UICN	Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador	CITES
<i>Byttneria</i> sp.	No evaluada	No aplica	-
<i>Croton</i> sp.	No evaluada	No aplica	-
<i>Acmella</i> sp.	No evaluada	No aplica	-
<i>Bacopa</i> sp.	No evaluada	No aplica	-
<i>Portulaca</i> sp.	No evaluada	No aplica	-
<i>Cleome viscosa</i>	No evaluada	No aplica	-
<i>Commelina erecta</i>	No evaluada	No aplica	-
<i>Stemodia durantifolia</i>	No evaluada	No aplica	-

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Especies sensibles

La evaluación de sensibilidad de las 17 especies de flora registradas en el bosque seco muestra que 15 especies (88,2 %) presentan un nivel de sensibilidad baja, debido a su amplia distribución geográfica, ausencia de categorías de amenaza, elevada capacidad de adaptación a ambientes intervenidos y bajos requerimientos ecológicos específicos. Estas especies incluyen principalmente hierbas, arbustos y algunos árboles comunes del bosque seco, cuya permanencia no se considera actualmente comprometida.

Por otra parte, 2 especies (11,8 %) fueron clasificadas con sensibilidad alta: *Armatocereus cartwrightianus* y *Handroanthus chrysanthus*. La primera corresponde a una especie endémica de la región tumbesina, con distribución restringida y regulada por CITES Apéndice II, mientras que la segunda está catalogada como Vulnerable (VU) por la UICN, En Peligro (EN) en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador, también se encuentra incluida en CITES Apéndice II y es objeto de presión por el aprovechamiento de su madera.

Tabla 8-2-30. Sensibilidad de las especies registradas

Especie	Sensibilidad	Justificación
<i>Pavonia mollis</i> Kunth	Baja	Especie nativa ampliamente distribuida, sin categoría de amenaza ni regulación por CITES.
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Baja	Hierba ruderal ampliamente distribuida, alta capacidad de colonización y adaptación.
<i>Cordia macrocephala</i> Cham.	Baja	Especie nativa sin categoría de amenaza conocida y con distribución relativamente amplia.
<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Baja	Arbusto ampliamente distribuido, frecuente en ambientes intervenidos y con alta capacidad de adaptación.
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Baja	Especie ampliamente cultivada y distribuida, catalogada como Preocupación Menor (LC).
<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Alta	Especie endémica de la región tumbesina (distribución restringida), poblaciones localizadas y requerimientos ecológicos específicos; además está incluida en CITES Apéndice II.

Especie	Sensibilidad	Justificación
<i>Handroanthus crysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Alta	Clasificada como Vulnerable (VU) por la UICN y En Peligro (EN) en el Libro Rojo del Ecuador; además está incluida en CITES Apéndice II y es objeto de aprovechamiento maderero.
<i>Byttneria</i> sp.	Baja	Sin evidencias de amenaza o regulación internacional; amplia distribución del género.
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> A.S. Rao	Baja	Especie ampliamente distribuida y naturalizada, sin categorías de amenaza.
<i>Cleome viscosa</i> L.	Baja	Especie pionera ampliamente distribuida y adaptada a ambientes alterados.
<i>Commelina erecta</i> L.	Baja	Hierba cosmopolita con amplia distribución y elevada capacidad de adaptación.
<i>Acmella</i> sp.	Baja	Género ampliamente distribuido, sin categorías de amenaza conocidas.
<i>Croton</i> sp.	Baja	Aunque algunas especies del género presentan distribución restringida, la identificación solo alcanza el nivel de género y no existen criterios para asignar una mayor sensibilidad.
<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	Baja	Especie nativa sin categoría de amenaza, ampliamente distribuida en bosques secos de Mesoamérica y Sudamérica.
<i>Bacopa</i> sp.	Baja	Género ampliamente distribuido, sin evidencias de amenaza.
<i>Portulaca</i> sp.	Baja	Género cosmopolita con elevada capacidad de adaptación y colonización.
<i>Stemodia durantifolia</i> (L.) Sw.	Baja	Hierba ampliamente distribuida, sin categorías de amenaza conocidas.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

Especies condicionadas para aprovechamiento florestal.

De acuerdo con la normativa forestal vigente del Ecuador, principalmente el Código Orgánico del Ambiente (COA), su Reglamento, las Normas para el Manejo Forestal Sostenible y la normativa del MAATE sobre especies de aprovechamiento condicionado, una especie puede estar sujeta a restricciones por cualquiera de las siguientes razones:

- Ser una especie de aprovechamiento condicionado, cuyo aprovechamiento requiere justificar su abundancia (generalmente más de un árbol por cada dos hectáreas) y registrarse expresamente en el Programa de Manejo Forestal.
- Encontrarse bajo alguna veda nacional.
- Estar incluida en los apéndices de CITES, cuando corresponda.
- Encontrarse dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) o Bosques y Vegetación Protectores, donde el aprovechamiento está sujeto a regulaciones adicionales.

Con base en la lista proporcionada, el estado es el siguiente:

Tabla 8-2-31. Especies condicionadas en Ecuador

ESPECIE	APROVECHAMIENTO CONDICIONADO	OBSERVACIÓN
Bursera graveolens	SI	Especie de aprovechamiento condicionado en bosque seco; requiere cumplir los requisitos establecidos por el MAE.
Loxopterygium huasango	SI	Especie de aprovechamiento condicionado debido a su importancia ecológica y escasa regeneración natural.
Armatocereus cartwrightianus	No es aprovechable	Cactácea protegida; además está incluida en CITES Apéndice II , por lo que no constituye una especie maderable susceptible de aprovechamiento forestal.
Handroanthus chrysanthus	SI	Especie de aprovechamiento condicionado; además posee una categoría de amenaza a nivel nacional e internacional, por lo que el MAE suele exigir un análisis técnico específico para autorizar su corta.

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

8.2.1.3. Discusión, conclusiones y recomendaciones del monitoreo cuantitativo.

Discusión.

La composición florística registrada es representativa de un bosque seco tropical, caracterizado por una baja riqueza específica y el predominio de un número reducido de especies leñosas adaptadas a condiciones de déficit hídrico estacional. Este patrón coincide con la dinámica natural de los bosques secos del suroccidente del Ecuador, donde la marcada estacionalidad climática, la limitada disponibilidad de agua y las características edáficas condicionan la distribución y abundancia de las especies vegetales.

La estructura de la vegetación evidencia una comunidad en la que pocas especies desempeñan un papel determinante en la organización del bosque, mientras que un conjunto de especies menos abundantes contribuye principalmente a incrementar la diversidad florística y la heterogeneidad del ecosistema. Esta distribución es característica de los bosques secos tropicales, donde las especies dominantes suelen concentrar la mayor parte de la biomasa y del espacio disponible, mientras que las especies acompañantes cumplen funciones complementarias relacionadas con la regeneración natural, la oferta de recursos para la fauna y el mantenimiento de los procesos ecológicos.

La variación observada en la composición florística entre las parcelas sugiere la existencia de una heterogeneidad ambiental dentro del área de estudio. Factores como las diferencias en el relieve, las condiciones del suelo, la disponibilidad de humedad, la cobertura del dosel y el grado de intervención antrópica pueden generar cambios en la composición y estructura de la vegetación, favoreciendo el establecimiento de diferentes asociaciones vegetales aun dentro de un mismo tipo de ecosistema. Esta variabilidad espacial constituye un atributo importante del bosque seco,

ya que incrementa la diversidad del paisaje y favorece la resiliencia ecológica frente a perturbaciones naturales y antrópicas.

Los hábitos de crecimiento registrados muestran un predominio de especies arbóreas y arbustivas, acompañadas por una especie suculenta característica de ambientes xéricos. Esta estructura refleja las adaptaciones propias de la vegetación del bosque seco, donde predominan especies con estrategias fisiológicas y morfológicas que les permiten soportar largos períodos de sequía, como la pérdida estacional del follaje, sistemas radicales profundos y tejidos especializados para el almacenamiento de agua.

Desde el punto de vista funcional, las especies registradas desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de los procesos ecológicos del bosque seco. Además de contribuir a la captura de carbono y a la protección del suelo frente a procesos erosivos, proporcionan alimento, refugio y sitios de reproducción para numerosas especies de fauna, favorecen la infiltración del agua y participan en los procesos naturales de sucesión y regeneración del ecosistema. Varias de estas especies poseen además importancia socioeconómica por su aprovechamiento como madera, leña, plantas medicinales u ornamentales, lo que evidencia la estrecha relación entre el bosque seco y las comunidades locales.

En cuanto al estado de conservación, la flora registrada corresponde mayoritariamente a especies nativas que actualmente no presentan categorías elevadas de amenaza. No obstante, la presencia de especies catalogadas bajo categorías de conservación, con distribución restringida o sujetas a regulación internacional, incrementa la relevancia ambiental del área evaluada. Estas especies constituyen elementos prioritarios para la conservación debido a su mayor vulnerabilidad frente a la pérdida y fragmentación del hábitat, así como a la presión derivada del aprovechamiento de sus poblaciones naturales.

La identificación de especies con diferentes niveles de sensibilidad ecológica evidencia que, aunque gran parte de la comunidad vegetal presenta una adecuada capacidad de adaptación a las condiciones ambientales propias del bosque seco, también existen especies cuya permanencia depende del mantenimiento de las condiciones naturales del ecosistema. En consecuencia, cualquier alteración de la cobertura vegetal o del funcionamiento ecológico del bosque podría afectar de manera desproporcionada a estas especies de mayor sensibilidad.

En conjunto, los resultados demuestran que el área de estudio conserva características estructurales y funcionales propias de un bosque seco tropical. Aunque la comunidad vegetal está conformada principalmente por especies comunes de este ecosistema, la presencia de especies de importancia para la conservación resalta la necesidad de implementar medidas de manejo que mantengan la integridad del hábitat, favorezcan la regeneración natural y aseguren la conservación de la diversidad florística a largo plazo.

Conclusiones.

El área de estudio presentó una composición florística típica del bosque seco tropical, conformada por 12 especies, 12 géneros y 11 familias, predominando especies nativas adaptadas a condiciones de marcada estacionalidad climática.

El esfuerzo de muestreo fue adecuado, ya que permitió registrar aproximadamente el 85 % de la riqueza florística potencial estimado mediante el índice de Chao-1.

La riqueza y diversidad fueron bajas a moderadas, mientras que la dominancia fue elevada en algunas parcelas, especialmente en PFC-FL004, donde *Handroanthus chrysanthus* dominó ampliamente la comunidad vegetal.

Handroanthus chrysanthus y *Piscidia carthagenensis* constituyeron las especies ecológicamente más importantes del bosque al presentar los mayores valores de IVI, por lo que desempeñan un papel fundamental en la estructura y funcionamiento del ecosistema.

La similitud florística entre parcelas fue baja a moderada, lo que evidencia heterogeneidad espacial en la composición de especies y resalta la importancia de conservar la totalidad del mosaico de vegetación presente en el área del proyecto.

La presencia de especies de interés para la conservación, como *Handroanthus chrysanthus*, *Armatocereus cartwrightianus* y *Simira ecuadorensis*, incrementa el valor ecológico del área y requiere la implementación de medidas de manejo orientadas a proteger sus poblaciones naturales.

Recomendaciones

Se recomienda implementar un programa de monitoreo periódico de la vegetación para evaluar la dinámica poblacional, la regeneración natural y posibles cambios derivados de la ejecución y operación del proyecto, los monitoreos deberán realizarse en época seca y época lluviosa.

Delimitar y proteger los individuos de *Handroanthus chrysanthus*, *Armatocereus cartwrightianus* y *Simira ecuadorensis* durante todas las fases del proyecto, evitando su remoción y afectación directa.

Priorizar la conservación de los remanentes de bosque seco que presentan mayor riqueza y diversidad florística, especialmente aquellos donde se registran especies sensibles o de alto valor ecológico como *Handroanthus chrysanthus*, *Armatocereus cartwrightianus*.

En caso de ser necesaria la restauración, utilizar exclusivamente especies nativas del bosque seco, dando prioridad a *Handroanthus chrysanthus*, *Piscidia carthagenensis*, *Caesalpinia glabrata*, *Bursera graveolens*, *Cordia lutea* y *Loxopterygium huasango*, para mantener la composición florística propia del ecosistema.

Implementar medidas para minimizar la fragmentación del hábitat y conservar la conectividad ecológica entre los remanentes de vegetación natural presentes en interior y en el área de influencia del proyecto especialmente se debe conservar los remanentes de bosque presentes en las quebradas.

Se recomienda desarrollar un plan de capacitación al personal de obra sobre la identificación y protección de especies de importancia para la conservación, particularmente aquellas incluidas en categorías de amenaza o reguladas por CITES.

Restringir el aprovechamiento no autorizado de especies maderables, especialmente *Handroanthus chrysanthus*, *Bursera graveolens*, *Loxopterygium huasango* y *Eriotheca ruizii*, promoviendo acciones de vigilancia durante la ejecución del proyecto.

Mantener un programa de restauración y revegetación progresiva utilizando material vegetal proveniente de fuentes locales, con el fin de favorecer la recuperación de la cobertura vegetal y mantener los procesos ecológicos propios del bosque seco.

8.2.1.4. Discusión, conclusiones y recomendaciones del monitoreo cualitativo PFC-T y T1.

Discusión

La caracterización cualitativa de la flora evidencia una comunidad vegetal representativa del bosque seco tropical del sur del Ecuador, conformada principalmente por especies nativas adaptadas a condiciones de alta estacionalidad climática, déficit hídrico y elevada radiación solar. La composición taxonómica registrada refleja una diversidad propia de ecosistemas secos, donde predominan especies con estrategias ecológicas que les permiten tolerar prolongados períodos de sequía y desarrollarse sobre suelos con disponibilidad limitada de agua.

La representación de familias como Malvaceae, Asteraceae, Boraginaceae y Plantaginaceae coincide con lo reportado para los bosques secos de la región tumbesina, donde estos grupos botánicos incluyen numerosas especies pioneras y secundarias que participan activamente en los procesos de regeneración natural. La presencia simultánea de especies herbáceas, arbustivas, arbóreas y cactáceas demuestra una estructura vegetal heterogénea, típica de bosques secos con diferentes estados sucesionales y sometidos a procesos naturales de perturbación y recuperación.

El predominio del estrato herbáceo, acompañado de un importante componente arbustivo y una menor representación de especies arbóreas, sugiere que la vegetación presenta características propias de comunidades secundarias o de sectores donde han ocurrido perturbaciones en el pasado. No obstante, la presencia de especies arbóreas características del bosque seco, como *Handroanthus chrysanthus*, *Piscidia carthagenensis*, *Cordia macrocephala* y *Malpighia emarginata*, indica que el área conserva elementos estructurales importantes que contribuyen al mantenimiento de la funcionalidad ecológica del ecosistema.

Desde una perspectiva funcional, las especies registradas cumplen múltiples funciones ecológicas y socioeconómicas. Varias participan en la estabilización del suelo, la recuperación de áreas degradadas y el mantenimiento de los ciclos ecológicos, mientras que otras proporcionan recursos utilizados por las comunidades locales, como madera, frutos, plantas medicinales y especies ornamentales. Asimismo, especies como *Armatocereus cartwrightianus*, *Handroanthus chrysanthus* y *Piscidia carthagenensis* constituyen importantes fuentes de alimento y refugio para la fauna silvestre, favoreciendo procesos como la polinización, la dispersión de semillas y el mantenimiento de las interacciones ecológicas propias del bosque seco.

El análisis del origen florístico evidencia un claro predominio de especies nativas, lo que indica que la vegetación conserva la identidad florística característica del bosque seco. La presencia de una única especie introducida y naturalizada sugiere que, hasta el momento de la evaluación, los procesos de invasión biológica no representan un factor determinante en la composición vegetal del área. Este resultado constituye un indicador favorable del estado de conservación del ecosistema y de la permanencia de comunidades vegetales propias de la región.

En cuanto al estado de conservación, la mayoría de las especies no presenta categorías oficiales de amenaza, lo cual es consistente con la amplia distribución de gran parte de la flora registrada. Sin embargo, la presencia de *Handroanthus chrysanthus*, clasificada como Vulnerable (VU) por la UICN y En Peligro (EN) en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador, así como de *Armatocereus cartwrightianus*, especie endémica de la región tumbesina e incluida en el Apéndice II de CITES, incrementa significativamente el valor de conservación del área. Estas especies representan componentes prioritarios para la gestión ambiental debido a su vulnerabilidad frente a la pérdida de hábitat y al aprovechamiento no sostenible.

La evaluación de sensibilidad confirma esta situación, ya que la mayor parte de las especies presenta una baja vulnerabilidad ecológica debido a su amplia distribución y elevada capacidad de adaptación. No obstante, la identificación de especies con alta sensibilidad pone de manifiesto la necesidad de adoptar medidas específicas de manejo orientadas a evitar la afectación de sus poblaciones y conservar las condiciones ecológicas que favorecen su permanencia. En particular, la protección de los individuos de *Handroanthus chrysanthus* y *Armatocereus cartwrightianus* resulta prioritaria durante el desarrollo de cualquier actividad que implique modificación de la cobertura vegetal.

Conclusiones

La caracterización cualitativa permitió identificar una comunidad vegetal representativa del bosque seco tropical, conformada por 17 especies, distribuidas en 15 géneros, 13 familias y 11 órdenes botánicos, lo que evidencia una composición florística propia de ecosistemas adaptados a condiciones de marcada estacionalidad climática y disponibilidad limitada de agua.

Las familias Malvaceae, Asteraceae, Boraginaceae y Plantaginaceae fueron las más representativas de la comunidad vegetal, mientras que el predominio de especies herbáceas y arbustivas, acompañado por un menor número de especies arbóreas, refleja una estructura vegetal característica de remanentes de bosque seco con procesos activos de regeneración natural.

La flora registrada estuvo integrada casi en su totalidad por especies nativas, registrándose únicamente una especie introducida y naturalizada, lo que indica que el área mantiene una composición florística característica del bosque seco y presenta una baja incidencia de especies exóticas.

Las especies registradas desempeñan funciones ecológicas relevantes relacionadas con la protección del suelo, la restauración ecológica, la provisión de alimento y refugio para la fauna silvestre, la captura de carbono y el mantenimiento de los procesos ecológicos del bosque seco, además de poseer importancia económica por sus usos maderables, medicinales, alimenticios y ornamentales.

Desde el punto de vista de la conservación, la presencia de *Handroanthus chrysanthus*, categorizada como Vulnerable (VU) por la UICN, En Peligro (EN) en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador e incluida en el Apéndice II de CITES, así como de *Armatocereus cartwrightianus*, especie endémica de la región tumbesina e incluida también en CITES Apéndice II, incrementa el valor ecológico del área y constituye un elemento prioritario para las acciones de manejo y conservación.

La evaluación de sensibilidad determinó que la mayoría de las especies presenta sensibilidad baja, asociada a su amplia distribución y capacidad de adaptación; sin embargo, la presencia de especies con sensibilidad alta evidencia la necesidad de implementar medidas de protección orientadas a conservar sus poblaciones y el hábitat donde se desarrollan.

Recomendaciones

Durante la construcción, operación y mantenimiento del proyecto se recomienda conservar los remanentes de vegetación nativa presentes en el área de estudio, evitando la remoción innecesaria de la cobertura vegetal y priorizando el mantenimiento de la estructura y composición propias del bosque seco.

Implementar medidas específicas de protección para *Handroanthus chrysanthus* y *Armatocereus cartwrightianus*, incluyendo la delimitación de individuos durante las actividades del proyecto, el establecimiento de zonas de exclusión cuando sea necesario y el seguimiento periódico de sus poblaciones.

En caso de requerirse procesos de revegetación o restauración, utilizar exclusivamente especies nativas del bosque seco presentes en el área, favoreciendo la recuperación de la composición florística original y la funcionalidad ecológica del ecosistema.

Evitar el aprovechamiento no autorizado de especies con valor maderable o de importancia para la conservación, especialmente aquellas sujetas a categorías de amenaza o reguladas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Desarrollar un programa de monitoreo periódico de la flora que permita evaluar la regeneración natural, la supervivencia de las especies de interés para la conservación y posibles cambios en la composición vegetal asociados a las actividades del proyecto.

Mantener la conectividad entre los remanentes de vegetación natural mediante la conservación de corredores ecológicos y franjas de vegetación específicamente en las quebradas presentes en el área del proyecto, favoreciendo el desplazamiento de la fauna y los procesos de dispersión de semillas.

Capacitar al personal involucrado en las actividades del proyecto sobre la identificación de especies prioritarias para la conservación, las medidas de protección establecidas y la normativa ambiental vigente relacionada con especies amenazadas y reguladas por CITES.

Implementar medidas de manejo que reduzcan la degradación del hábitat, tales como el control del tránsito de maquinaria fuera de las áreas autorizadas, la prevención de incendios forestales, el manejo adecuado de residuos y la minimización de la compactación del suelo.

Promover la regeneración natural del bosque seco mediante la protección de plántulas, brinzales y árboles semilleros, complementando estas acciones con programas de restauración ecológica cuando se identifiquen sectores degradados.

Incorporar los resultados del presente estudio en los programas de manejo y monitoreo ambiental del proyecto, con el fin de evaluar la efectividad de las medidas implementadas y fortalecer la conservación de la biodiversidad vegetal durante todas las fases de ejecución y operación.

Se recomienda conservar las quebradas internas dentro del polígono del proyecto con un buffer de 20 metros a cada lado de los márgenes con el fin de conservar la composición y estructura del bosque y mantener un corredor biológico para las especies faunísticas presentes en el área.

Incorporar un programa de sensibilización y capacitación a la comunidad local sobre la importancia de la flora nativa y su rol en los servicios ecosistémicos, fomentando prácticas de uso sostenible y conservación.

Para los futuros monitoreos se recomiendan las siguientes coordenadas:

Tabla 8-2-32. Coordenadas futuros monitoreos del componente flora.

Código	Coordenadas WGS84 17 S			Altitud (msnm)	Método	Extensión	Tipo de muestreo
	Ítem	Este	Norte				
PFC-FL001	V1	586829,11	9521300,36	220	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
	V2	586929,11	9521300,36				
	V3	586929,11	9521250,11				
	V4	586829,11	9521250,11				
PFC-FL002	V1	586773,84	9519316,88	230	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
	V2	586773,84	9519366,88				
	V3	586873,84	9519366,88				
	V4	586873,84	9519316,88				
PFC-FL003	V1	586388,94	9519095,13	219	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
	V2	586388,94	9519145,13				
	V3	586488,94	9519145,13				
	V4	586488,94	9519095,13				
PFC-FL004	V1	587663,00	9521392	225	Parcela	100 x 50 m	Cuantitativo
	V2	587663,00	9521292,00				
	V3	587713,00	9521292,00				
	V4	587713,00	9521392,00				
PFC-T	Inicio	587529,00	9521339,00	218	Transecto	100 x 2 m	Cualitativo
	Fin	587607,00	9521272,00				

Código	Coordenadas WGS84 17 S			Altitud (msnm)	Método	Extensión	Tipo de muestreo
	Ítem	Este	Norte				
PFC-T1	Inicio	586328,00	9519109,00	222	Transecto	100 x 2 m	Cualitativo
	Fin	586260,00	9519180,00				

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026.

En el MAPA NRO. 25 se presenta el mapa de ubicación de puntos de muestreo

8.2.2. Fauna

8.2.2.1. Mastofauna

- **Introducción.**

Ecuador es reconocido a nivel mundial por ser uno de los países con mayor diversidad biológica. Esta riqueza natural se debe a múltiples factores, entre los más destacados: su ubicación geográfica estratégica, la variada topografía y la presencia de la Cordillera de los Andes. Estos elementos conforman un amplio mosaico de ecosistemas, climas y microclimas. A ello se suman las corrientes oceánicas que influyen en la región costera, generando condiciones ambientales únicas. Esta diversidad de escenarios ha permitido la adaptación y evolución de una gran cantidad de especies animales en el territorio ecuatoriano (Suárez & Ulloa, 1993).

Los bosques secos son considerados uno de los ecosistemas más interesantes del neotrópico debido a su amplia distribución, a la marcada estacionalidad climática que presentan y a la presencia de numerosas especies endémicas. Aunque no alcanzan la misma diversidad biológica que los ecosistemas húmedos, los bosques secos se caracterizan por tener un alto grado de endemismo (Dodson y Gentry, 1993).

Este ecosistema está presente en diversas regiones del Ecuador, especialmente a lo largo de la costa, en el sur del país y en los valles interandinos de la Sierra, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1600 y 1800 msnm (Lozano, 2002). En la zona sur, particularmente en las provincias de El Oro y Loja, estos bosques son considerados una extensión de las formaciones áridas y semiáridas del norte del Perú.

Este entorno ecológico, con sus condiciones climáticas particulares y su vegetación adaptada a la aridez, alberga una fauna igualmente especializada. Entre los grupos más representativos destacan los mamíferos, cuyas adaptaciones ecológicas les permiten sobrevivir en un ambiente con marcadas estaciones secas y limitados recursos hídricos.

Los mamíferos constituyen uno de los grupos de fauna más estudiados en Ecuador. Hasta la fecha, se han registrado 479 especies, y este número continúa en aumento gracias a los avances en tecnologías moleculares, así como al crecimiento de las investigaciones locales y a las constantes revisiones taxonómicas; gran parte de las especies de mamíferos se encuentran en los bosques amazónicos con 206 especies, que representa el 48 % de la mastofauna nacional, es importante mencionar que en Ecuador se han reportado 65 especies endémicas, las mastofauna nacional cumple distintos roles ecológicos importantes para el mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas (Brito et al., 2023).

Este bioma enfrenta amenazas críticas. De acuerdo con Cuesta et al. (2005), factores como la pérdida y fragmentación del hábitat, el sobrepastoreo y la expansión de la frontera agrícola a gran escala han degradado el territorio. Esta presión antrópica, sumada al desarrollo de infraestructuras, limita la conectividad ecológica, afectando directamente la movilidad de los mamíferos silvestres y comprometiendo su reproducción y supervivencia a largo plazo.

El presente estudio tiene como objetivo identificar y caracterizar las especies de mamíferos presentes en el área de influencia del proyecto, evaluando su composición, distribución y estado de conservación como parte de la línea base del Estudio de Impacto Ambiental (EIA). La información obtenida permitirá identificar especies vulnerables, amenazadas o de importancia ecológica, evaluar los posibles impactos derivados de las actividades de construcción, operación y demás fases del proyecto, y establecer medidas de prevención, mitigación, manejo y

seguimiento que se incorporarán al Plan de Manejo Ambiental, con el fin de minimizar los efectos sobre la mastofauna y contribuir a la conservación de la biodiversidad del área de estudio.

- **Área de estudio y metodología.**

El proyecto fotovoltaico se localiza en la provincia de Loja, específicamente en el cantón Zapotillo, dentro del ecosistema del Bosque Seco Ecuatorial, caracterizado por una marcada estacionalidad climática.

En los alrededores del área del proyecto se identifican actividades antrópicas como la tala de madera, la expansión de la frontera agrícola, el pastoreo de ganado caprino y bovino, así como la presencia de viviendas dispersas a lo largo del territorio intervenido.

Para el levantamiento de información de mastofauna, se definieron tres puntos de muestreo distribuidos en distintos predios. En estos sitios se llevaron a cabo análisis cuantitativos y cualitativos, priorizando áreas que aún conservan remanentes de bosque o se ubican próximas a quebradas, donde persisten recursos naturales que podrían ser aprovechados por especies de fauna silvestre.

- **Metodología muestreos cualitativos.**

Los datos recopilados en esta metodología pueden ser de tipo directo o indirecto. Los datos directos se refieren al contacto activo con la fauna, ya sea a través de datos ópticos o acústicos. Por otro lado, los datos indirectos corresponden a evidencias como excrementos, huellas, restos de pelo o mudas, nidos, madrigueras, entre otros, los cuales pueden ser identificados con el apoyo de guías especializadas (Tellería 1986; Wilson et al., 1996). Este último tipo de registro resulta ser uno de los métodos más efectivos para detectar la presencia de especies raras o difíciles de observar directamente.

Para reunir la información anteriormente mencionada se desarrolla las siguientes metodologías:

Transecto o recorrido de búsqueda de rastros y huellas

Se establecieron transectos lineales de 1000 m de longitud, ubicados dentro del área de estudio de manera que permitan cubrir los distintos tipos de hábitat. La longitud de los transectos se definió considerando tanto criterios técnicos como las condiciones del área. Si bien se recomienda el uso de transectos de hasta 2000 m para mejorar la detección de especies (Suárez y Mena, 1994; Tirira, 1998), en este caso se optó por 1000 m debido a la limitada continuidad espacial del área y a la necesidad de distribuir adecuadamente las unidades de muestreo. En conjunto, el esfuerzo de muestreo comprendió una longitud total de 3000 m, con un ancho efectivo aproximado de 200 m (100 m a cada lado del transecto), lo que permitió evaluar un área representativa para el registro de la mastofauna presente.

El diseño se ajustó a lineamientos metodológicos que priorizan la independencia entre transectos y una distribución equilibrada del esfuerzo de muestreo. En este sentido, la topografía y el mosaico de hábitats condicionaron la ubicación de los transectos, impidiendo implementar longitudes mayores sin generar una concentración excesiva de unidades en el espacio (Narváez & Zapata, 2020).

Bajo estas condiciones, la longitud de 1000 m permitió mantener una separación adecuada entre transectos. Esto es fundamental, ya que muchas especies presentan un home ranger amplio; es

decir, utilizan extensas áreas para alimentarse y desplazarse. Si los transectos se ubican demasiado cerca, existe una alta probabilidad de registrar un mismo individuo en diferentes recorridos. Tal como señalan Zielinski y Stauffer, (1996) citados por Gallina (2011) considerar el ámbito hogareño en la separación de las unidades de muestreo es clave para evitar el doble conteo y la sobreestimación de la abundancia

En este estudio los recorridos de muestreo se realizaron en transectos de 1000 metros de longitud, estableciéndose un transecto por cada sitio de muestreo ($n=3$). La adaptación de la longitud de los transectos es una práctica aceptada en estudios de vertebrados terrestres, siempre que se garantice la representatividad del área muestreada, es por ello, que los sitios de muestreo seleccionados representan la heterogeneidad del área estudiada (Krebs, 1999).

También se tomó en cuenta las características geomorfológicas y de accesibilidad del área de estudio, ya que, en ciertas zonas de quebradas se presentan pendientes pronunciadas que dificultan la continuidad del recorrido: también las extensiones de parches de bosque integro, no alcanzaban los 2000 m continuos de longitud.

Los transectos fueron trazados siguiendo el curso de vías de tercer orden poco concurridas y quebradas estacionales, debido a que estos elementos del paisaje funcionan como corredores biológicos y zonas de concentración de recursos, incrementando la probabilidad de detección de fauna, especialmente en ecosistemas secos donde la disponibilidad de agua es limitada (Naiman et al., 1993; Hilty et al., 2006). Durante época seca estas quebradas se encontraban accesibles y representativas del área de estudio.

Las jornadas de muestreo se llevó a cabo en dos periodos: se recorre los transectos entre las 6h30 y 10h30 para el registro de especies diurnas y entre las 18h00 a 22h00 para especies nocturnas como sugiere (Nárvaez & Zapata, 2020), definidos con base en los picos de actividad de mastofauna.

Entrevistas

Seguendo la Guía de Inventario de Fauna Silvestre (MINAM, 2015), se realizaron entrevistas informales a pobladores locales sin cuestionarios estructurados para evitar sesgos. El proceso consistió en descripciones libres de las especies por parte de los informantes, cuya información se contrastó posteriormente con láminas ilustrativas (Tirira, 2017), para precisar la identificación taxonómica mediante rasgos morfológicos y ecológicos.

Para asegurar la fiabilidad de los registros, los datos se validaron según la coherencia con el hábitat y rango altitudinal de la zona. Siempre que fue posible, la información se respaldó con la observación directa de evidencias físicas (restos óseos o pieles “osamentas”) en posesión de la comunidad.

- **Metodología muestreos cuantitativos**

Trampas de captura viva

Las trampas son la herramienta básica especializadas eficientes para la captura y registro de los mamíferos pequeños terrestres (Jones et al., 1996; Voss y Emmons, 1996; Voss et al., 2001). Para la aplicación de trampas de captura viva se utilizó 50 trampas entre Sherman y Tomahawk, la ubicación de estas dependió de la superficie y condiciones ecológicas del área de estudio; cada trampa trabajó como un total de 72 horas por punto de muestreo.

En cada sitio de muestreo se estableció un transecto de aproximadamente 400 metros de longitud, dentro de cuyo tramo se distribuyeron 40 trampas Sherman. De manera paralela, se implementó un segundo transecto de aproximadamente 250 metros de longitud para la colocación de 10 trampas Tomahawk. Todas las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena, crema de maní, atún y esencia de vainilla. Su ubicación en campo se realizó de forma estratégica cerca de entradas a huecos, dormideros, senderos, entre piedras y rocas, galerías y cerca de cuerpos de agua, siguiendo los criterios metodológicos de Barnett y Dutton (1995).

El espaciamiento entre trampas fue definido con base en metodologías estándar para el muestreo de pequeños y medianos mamíferos, las cuales recomiendan distancias de entre 5 y 15 m para trampas tipo Sherman, con el fin de maximizar la probabilidad de captura y reducir la interferencia entre estaciones, mientras que para trampas tipo Tomahawk se emplean distancias mayores debido al rango de movilidad de las especies objetivo (Wilson et al., 1996; Krebs, 1999).

Las trampas fueron activadas al atardecer y permanecieron operativas durante 24 horas, siendo revisadas diariamente en horas de la mañana, siguiendo protocolos estándar para minimizar el estrés en los individuos capturados y optimizar el esfuerzo de muestreo (Tirira, 1998).

Redes de neblina

Los mamíferos voladores (murciélagos) tienen comportamiento nocturno, aéreo y evasivo lo que conlleva a usar redes de neblina para su captura, en el estudio se usaron 8 redes de neblina de 12 x 3 metros cada una, las redes fueron distribuidas dentro de un tramo de 200 metros, y son colocadas en sitios donde exista mayor probabilidad de captura, como bordes de vegetación, senderos o quebradas (modificado de MAE Perú, 2015; Jones et al., 1996), las redes están activas de las 18h00 hasta las 22h00 como indica (Tirira, 1998), se realiza una revisión de redes en periodos de 30 minutos con el fin de reducir el estrés de los individuos capturados o daños en las redes.

Posterior a la captura, se realiza la identificación de cada uno de los individuos con guías especializadas en mamíferos, principalmente la guía de campo de Mamíferos del Ecuador de Tirira, 2017, esta información es contrastada con repositorios virtuales como Bioweb de Brito, 2019 y adaptadas al sitio de estudio.

Marcaje de individuos

Con el fin de garantizar la integridad de los datos y evitar el sesgo por recaptura, se aplicó un marcaje temporal por remoción parcial de pelaje (*fur-clipping*) en la región escapular (espalda superior). Esta técnica fue seleccionada por su carácter mínimamente invasivo y su idoneidad para periodos breves de muestreo, permitiendo la liberación inmediata de los individuos en su punto de captura original, en estricto cumplimiento con los protocolos éticos para el manejo de fauna silvestre (Gannon y Sikes, 2007).

Posteriormente al trabajo de campo, se procede al procesamiento de la información recolectada. Los datos son organizados y sistematizados en tablas utilizando Microsoft Excel, con el fin de realizar análisis de riqueza, abundancia y diversidad alfa y beta. Estos análisis se llevan a cabo mediante programas especializados como PAST v.4.11 (Hammer, Ø., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D., 2001) y EstimateS v.9.1.0 (Colwell, 2009), los cuales permiten interpretar patrones ecológicos a partir de los datos obtenidos.

- **Análisis de datos**

Riqueza (S)

Es el número total de especies obtenido en un censo de una comunidad (Moreno & Halffter, 2001).

$$S = \text{Especie } a + \text{Especie } b + S = \text{Especie } a + \text{Especie } b + n$$

Abundancia Absoluta

Es el número total de individuos registrados de una especie, en una o más comunidades durante un inventario.

Abundancia Relativa (N)

La abundancia relativa expresa la proporción de individuos de una especie en relación con el número total de individuos registrados para todas las especies en el área de estudio. Este indicador permite identificar las especies con mayor representación dentro de la comunidad vegetal (Krebs, 1999; Magurran, 2004).

$$AR = \frac{\text{Número de individuos de la especie}}{\text{Número total de individuos de todas las especies}}$$

Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación se define como el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). En general, la curva de acumulación comprende gráficos representativos de las especies más frecuentes dentro del área a ser muestreada, permite identificar rápidamente los grupos dominantes y las especies raras. Así, la curva de acumulación permite dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación; una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de las especies que estarían presentes en la zona (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

Para la construcción de la curva de acumulación de especies se utilizó el estimador analítico de Mao Tau, el cual permite obtener una curva de rarefacción suavizada mediante la siguiente fórmula (Colwell et al., 2004):

Debería expresarse así:

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

O en texto:

$$E(S_n) = \sum \text{desde } i = 1 \text{ hasta } S [1 - ((N - N_i) C_n / N C_n)]$$

Donde *C* representa el número de combinaciones:

- $E(S_n)$ = número esperado de especies en una muestra de tamaño *n*

- S = número total de especies observadas
- N = número total de individuos
- N_i = número de individuos de la especie i
- n = tamaño de la submuestra

Índice Chao-1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra, siendo S el número de especies en una muestra, a es el número de especies representadas solo por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y b el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Moreno, 2001).

$$Chao\ 1 = S + a^2 / 2b$$

Índice de Diversidad de Shannon Wiener

Para el cálculo se utilizó la fórmula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

P_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de la muestra n_i/N

$\ln$ = logaritmo natural

El índice (H) mide el grado promedio de incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar en una muestra (Magurran, 1988).

Este índice asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de la comunidad están representadas en la colecta. Sus valores son positivos y ascienden conforme aumenta la biodiversidad: parten desde 0, en comunidades compuestas por una sola especie, hasta el logaritmo natural de la riqueza de especies ($\ln S$), valor que se alcanza cuando todas las especies presentan la misma abundancia (Moreno, 2001). Cabe destacar que los valores numéricos de cero (0) derivados de muestras con riqueza igual a uno ($S=1$) deben interpretarse con cautela, ya que responden a una condición algebraica del estimador y no a una homogeneidad real de la comunidad en el área de estudio."

Índice de Diversidad de Simpson

Es un índice que mide la equitabilidad y la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en una muestra pertenezcan a la misma especie. Su expresión más común y recomendada para inventarios de campo con muestras finitas es el valor de complemento $1-D$, calculado mediante la fórmula:

$$1-D = 1 - \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

Donde n_i es el número de individuos de la especie i y N es el total de individuos en la muestra. Al emplear $1-D$, el resultado se desplaza de forma ascendente conforme se incrementa la diversidad, vinculando la magnitud del número con la riqueza y equidad del sistema (Magurran, 1988).

Índice de similitud de Jaccard

Los índices de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988); (Baev & Penev, 1995); (Pielou, 1975).

El intervalo de valores para estos índices va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

Con el propósito de visualizar el grado de similitud entre los transectos, se elaboró un diagrama o Análisis Clúster utilizando el índice de Jaccard (Sokal, 1963), cuya fórmula es:

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Dónde:

a: número de especies para la muestra 1;

b: número de especies para la muestra 2; y,

c: número de especies compartidas entre la muestra 1 y 2.

Mediante el uso de herramientas estadísticas y la base digital estructurada para el área de estudio, se aplicaron los índices de Diversidad de Shannon-Wiener, Índice de Similitud de Jaccard y la Curva de Acumulación de especies, para analizar la diversidad y similaridad entre los sitios de muestreo valorados durante la fase de campo.

Aspectos Ecológicos

- **Gremio o nicho trófico**

Tiene que ver con las costumbres alimenticias y las especializaciones para conseguir recursos. Los gremios alimenticios pueden ser: frugívoros, insectívoros, carnívoros, omnívoros, herbívoros, nectarívoros o hematófago. Se definieron estas categorías basadas en las observaciones de campo y bibliografía especializada (Emmons & Feer, 1999; Tirira, 2007).

- **Hábito o patrón de actividad**

Los mamíferos se clasificaron de acuerdo con su patrón de actividad en dos clases: nocturnos y diurnos. Algunos grupos de mamíferos tienen rangos más amplios, que son de hábitos diurnos y nocturnos, como los tapires (Tirira, 2017).

- **Distribución vertical de las especies**

Los mamíferos se clasificaron, de acuerdo con sus hábitos y locomoción dentro del bosque, en: arborícolas, terrestres, aéreos, y en algunos casos la característica puede ser combinada, pues algunos mamíferos son terrestres y arborícolas, semiacuáticos, etc. (Tirira, 2017).

- **Sociabilidad**

La sociabilidad depende si la especie animal es altamente interactiva o no con otros miembros de su misma especie, se clasifican en solitarios o gregarios (interacciones grupales) (Tirira, 2017).

- **Especies indicadoras**

Para el caso de mamíferos, la determinación de las especies indicadoras se realizó en base a la abundancia de especies presentes en el área de estudio, tomando en cuenta que un cambio en la abundancia es reflejo de cambios positivos o negativos hacia el ambiente y, por lo tanto, cambio en las poblaciones de mamíferos.

- **Estado de conservación de las especies**

El estado de conservación de las especies registradas de mamíferos se determinó utilizando el Libro Rojo de mamíferos del Ecuador (Tirira, 2021) y *The IUCN Red List of Threatened Species* (Versión 2025). También se consideró las categorías establecidas por *The Checklist of CITES Species Website* (UNEP-WCMC (Comps.) (CITES, 2025).

- **Categorización bibliográfica de la abundancia relativa de mamíferos**

Para evaluar la abundancia relativa se utilizaron las cinco categorías propuestas por Tirira (2017). Estas categorías tienen como objetivo dar una idea clara sobre la abundancia en la que puede ser encontrada una determinada especie de mamífero en una localidad dada. La asignación de cada especie dentro de una categoría se basa en datos publicados sobre tamaño poblacional, la experiencia de especialistas y los registros de la base de datos de la Red Noctilio (Tirira, 1995–2017).

Común: Especie muy abundante y fácil de encontrar (existe una muy alta probabilidad de verla o registrarla).

Frecuente: Especie encontrada periódicamente, aunque en bajas densidades (existe una alta probabilidad de verla o registrarla).

No común: Especie encontrada con poca frecuencia, aunque en la mayoría de los casos será posible ver o registrar al menos un individuo o grupo.

Rara: Especie muy difícil de encontrar y ausente en muchas localidades, o con menos de cinco registros en todo el país.

Desconocida: Cuando no existe información que permita conocer o especular la abundancia relativa de una especie.

- **Especies sensibles**

La determinación de la sensibilidad ecológica para el componente de mastofauna se evalúa en base a la información obtenida en el levantamiento de campo y con una ponderación multicriterio que contrasta variables clave: el estado de conservación en la UICN (2026) y en el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2021) , el estatus de protección legal (CITES), el endemismo o restricción biogeográfica, el nivel de rareza, distribución geográfica, función ecológica y requerimiento de hábitat, la presión antrópica por cacería o aprovechamiento, para estas últimas variables se revisará a Tirira, 2017. Con base en esto, las especies se clasifican en tres niveles de sensibilidad:

- **Sensibilidad Alta:** Define a aquellas especies de mamíferos que muestran una extrema vulnerabilidad intrínseca o legal. Incluye taxones endémicos, especies bajo categorías de amenaza crítica según los Libros Rojos del Ecuador y la UICN (En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable), especies reguladas en el Apéndice I de la CITES. Asimismo, integra a mamíferos con baja densidad poblacional en el área de estudio, alta especialización de nicho trófico o de hábitat (ej. dependencia estricta de coberturas boscosas continuas), especies con alta presión por tráfico de fauna silvestre y cacería.
- **Sensibilidad Media:** Agrupa a especies que evidencian una vulnerabilidad moderada ante perturbaciones o que cuentan con rangos de distribución locales o regionales estables. Se consideran en este nivel a los mamíferos catalogados como Casi Amenazados (NT) o con Datos Insuficientes (DD), y aquellos incluidos en el Apéndice II de la CITES. También abarca especies con poblaciones poco frecuentes en los muestreos, mamíferos de baja movilidad relativa, aquellos que requieren remanentes forestales estables para refugio o reproducción, o que registran un aprovechamiento comunitario moderado o estacional.
- **Sensibilidad Baja:** Comprende a especies de mastofauna generalistas y de amplia distribución geográfica, que demuestran una alta resiliencia y tolerancia frente a la fragmentación o degradación del hábitat. Estas especies poseen requerimientos ecológicos amplios, no se encuentran bajo categorías de amenaza o restricciones comerciales, y sus poblaciones locales son estables, manteniendo un bajo nivel de sensibilidad ante las actividades del proyecto.
- **Uso del recurso**

Se refiere a la acción antrópica que se les da a los mamíferos culturalmente por la gente que vive en las áreas aledañas a los puntos de muestreo, pues por cultura ancestral algunas especies de mamíferos pueden ser utilizados con algún fin, siendo este alimenticio, ritual o para venderlos como partes constitutivas o comercio de especímenes vivos. Para este análisis se toma en cuenta a las especies registradas cuantitativamente como cualitativamente, junto con la información que procede del asistente de campo, quien vive en las cercanías del área de influencia.

Sitios de Muestreo

Se llevó a cabo el muestreo en los tres sitios de estudio previamente establecidos, aplicando las técnicas descritas anteriormente. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas correspondientes a cada uno de los sitios muestreados para el estudio de mamíferos.

Tabla 8-2-33. Puntos y coordenadas de muestreo para mastofauna

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Tipo muestreo
		Ítem	x	y				
PFC-MA001-TO	21-22/06/2025 (2 días)	Inicio	585812	9519579	228	Riviera de quebrada con vegetación nativa, cultivos de maíz muy próximos a la quebrada	Transecto de observación	Cualitativo
		Fin	586488	9519163				
PFC-MA001 RdN	21-22-23/06/2025 (3 noches)	Inicio	586190	9519256	220		Redes de neblina	Cuantitativo
		Fin	586362	9519153				
PFC-MA001 TSh	21-22-23/06/2025 (3 noches)	Inicio	586214	9519201	219		Trampas Sherman	Cuantitativo
		Fin	586593	9519143				
PFC-MA001 TTwk	21-22-23/06/2025 (3 noches)	Inicio	586181	9519207	219		Trampas Tomahawk	Cuantitativo
		Fin	586507	9519132				
PFC-MA002-TO	24-25/06/2025 (2 días)	Inicio	587487	9520273	237	Riviera de quebrada con vegetación nativa, próximo a vegetación pionera o de sucesión secundaria	Transecto de observación	Cualitativo
		Fin	587617	9519411				
PFC-MA002 RdN	24-25-26/06/2025 (3 noches)	Inicio	587623	9519571	238		Redes de neblina	Cuantitativo
		Fin	587437	9519513				
PFC-MA002 TSh	24-25-26/06/2025 (3 noches)	Inicio	587617	9519666	220		Trampas Sherman	Cuantitativo
		Fin	587279	9519463				
PFC-MA002 TTwk	24-25-26/06/2025	Inicio	587619	9519684	220			

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Tipo muestreo
		Ítem	x	y				
		Fin	587406	9519555				
PFC-MA003-TO	27-28/06/2025 (2 días)	Inicio	586489	9521807	234	Riviera de quebrada con vegetación nativa, cultivos de maíz muy próximos a la quebrada	Transecto de observación	Cualitativo
	Fin	587149	9521341					
PFC-MA003 RdN	27-28-29/06/2025 (3 noches)	Inicio	586498	9521816	234		Redes de neblina	Cuantitativo
	Fin	586688	9521706					
PFC-MA003 TSh	27-28-29/06/2025 (3 noches)	Inicio	586472	9521777	234		Trampas Sherman	Cuantitativo
	Fin	586785	9521543					
PFC-MA003 TTwk	27-28-29/06/2025 (3 noches)	Inicio	586485	9521722	220		Trampas Tomahawk	Cuantitativo
	Fin	586718	9521625					
Significado= PFC-MA: Proyecto fotovoltaico la Ceiba – Mamíferos: TO: Transecto de observación; RdN: Redes de Neblina; TSh: Trampas Sherman; Ttwk: Trampas Tomahawk.								

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

A continuación, se detalla el esfuerzo de muestreo en cada sitio:

Tabla 8-2-34. Esfuerzo de muestreo para mastofauna

Código	Método	Hábito (horarios)	Extensión	Cantidad x horas x día	Total horas
PFC-MA001-TO	Transecto de observación	06h30- 10h30 / 18h00 - 22h00	1000 m	8 horas x 2 días	16 horas
PFC-MA001 RdN	Redes de neblina (8)	18h00- 22h00	200 m	4 horas x 3 noches	96 horas
PFC-MA001 TSh	Trampas Sherman (40)	16h00- 16h00	400 m	24 horas x 3 noches	2880 horas
PFC-MA001 TTwk	Trampas Tomahawk (10)	16h00- 16h00	250 m	24 horas x 3 noches	720 horas
PFC-MA002-TO	Transecto de observación	06h30- 10h30 / 18h00 - 22h00	1000 m	8 horas x 2 días	16 horas
PFC-MA002 RdN	Redes de neblina (8)	18h00- 22h00	200 m	4 horas x 3 noches	96 horas
PFC-MA002 TSh	Trampas Sherman (40)	16h00- 16h00	400 m	24 horas x 3 noches	2880 horas
PFC-MA002 TTwk	Trampas Tomahawk (10)	16h00- 16h00	250 m	24 horas x 3 noches	720 horas
PFC-MA003-TO	Transecto de observación	06h30- 10h30 / 18h00 - 22h00	1000 m	8 horas x 2 días	16 horas
PFC-MA003 RdN	Redes de neblina (8)	18h00- 22h00	200 m	4 horas x 3 noches	96 horas
PFC-MA003 TSh	Trampas Sherman (40)	16h00- 16h00	400 m	24 horas x 3 noches	2880 horas
PFC-MA003 TTwk	Trampas Tomahawk (10)	16h00- 16h00	250 m	24 horas x 3 noches	720 horas

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Resultados Generales

Riqueza de especies:

En el área de estudio se registró una riqueza acumulada de ocho especies de mamíferos. Este valor representa el 1,66 % de la riqueza de mastofauna registrada a nivel nacional (n=481), de acuerdo con la lista actualizada de especies de diciembre, Tirira et al. (2025).

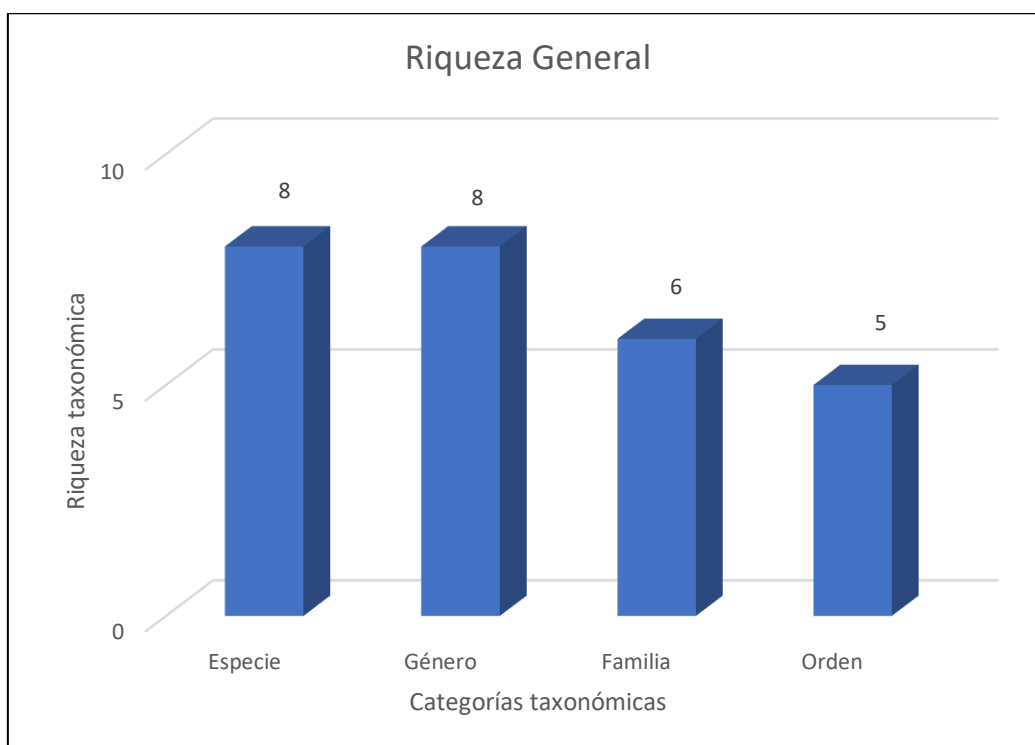
Composición taxonómica:

La composición faunística de la comunidad evaluada está representada por 8 especies, distribuida en 8 géneros, 6 familias y 5 órdenes taxonómicos.

A nivel de órdenes, Chiroptera (murciélagos) es el grupo taxonómico más diverso y representativo en el área con 3 especies, todas pertenecientes a la familia Phyllostomidae (*Lonchophylla hesperia*, *Artibeus fraterculus* y *Desmodus rotundus*). Le sigue en representatividad el orden Carnivora con 2 especies agrupadas en las familias Canidae (*Lycalopex sechurae*) y Mephitidae (*Conepatus semistriatus*). Los órdenes Didelphimorpha (familia Didelphidae: *Didelphis marsupialis*), Rodentia (familia Sciuridae: *Simosciurus neboxii*) y Artiodactyla (familia Cervidae: *Odocoileus peruvianus*) registran una especie cada uno, aportando de manera equitativa al remanente de la estructura taxonómica local.

Los resultados generales presentados se basan en la aplicación de metodologías tanto cuantitativas como cualitativas previamente descritas.

Figura 8-2-25. Riqueza general del componente mastofauna.



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-35. Riqueza general del componente mastofauna

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Didelphimorpha	Didlephidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común de orejas negras
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro de Sechura
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo rayado
Rodentia	Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Ardilla de nuca blanca
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lonchophylla hesperia</i>	Murciélago nectarívoro de Occidente
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Murciélago frutero fraternal
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro común
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Ciervo de cola blanca

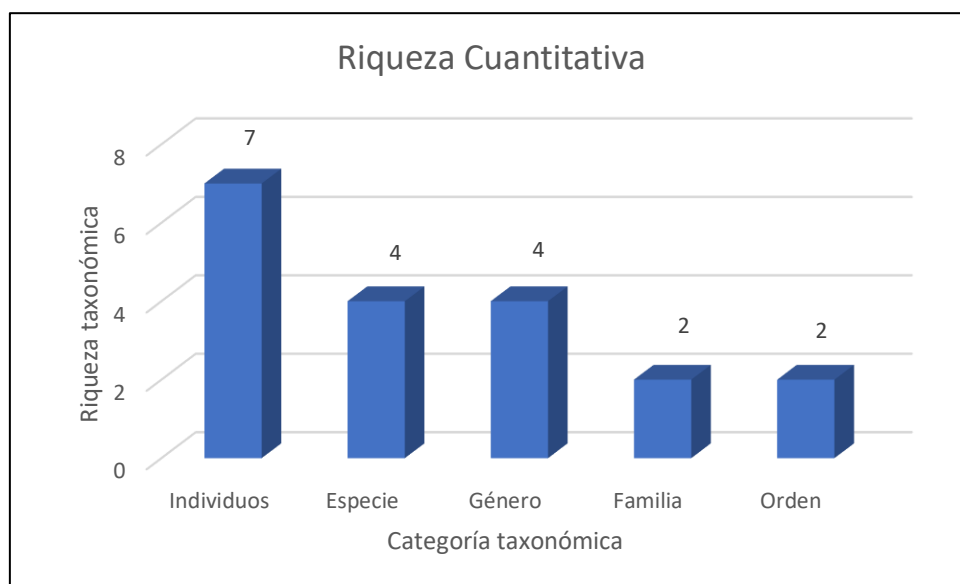
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Resultados Cuantitativos

- **Riqueza General Cuantitativo**

Durante el levantamiento de información cuantitativa se registraron un total de 7 individuos pertenecientes a 4 especies. Entre ellos se encuentra un ejemplar de *Lycalopex sechurae*, capturado mediante una trampa tipo Tomahawk. Adicionalmente, se registraron tres especies de murciélagos: *Lonchophylla hesperia* y *Artibeus fraterculus*, con un individuo cada una, y *Desmodus rotundus*, con cuatro individuos capturados.

Figura 8-2-26. Riqueza cuantitativa del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Riqueza por punto de muestreo

Debido a la baja abundancia y al reducido número de registros obtenidos en campo, los datos de riqueza y composición taxonómica de todas las estaciones de muestreo se consolidaron en una sola tabla general para facilitar su visualización y análisis.

La estación de muestreo PFC-MA001 registró una riqueza de cuatro especies, distribuidas en dos familias taxonómicas, acumulando una abundancia total de cuatro individuos. A nivel de composición, la familia Phyllostomidae aportó tres de las cuatro especies identificadas (*Artibeus fraterculus*, *Desmodus rotundus* y *Lonchophylla hesperia*), mientras que la familia Canidae estuvo representada por una única especie (*Lycalopex sechurae*).

Las estaciones PFC-MA002 y PFC-MA003 presentan solamente una especie correspondiente a *Desmodus rotundus* perteneciente a la familia Phyllostomidae con 2 y 1 individuo respectivamente.

Tabla 8-2-36. Riqueza por punto de muestreo del componente mastofauna

Familia	Especie	PFC-MA001	PFC-MA002	PFC-MA003
Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	1	-	-
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	1	2	1
Phyllostomidae	<i>Lonchophylla hesperia</i>	1	-	-
Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	1	-	-
TOTAL		4	2	1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Abundancia Absoluta y Relativa por punto de muestreo**

Abundancia Absoluta y Relativa en PFC-MA001

La estación PFC-MA001 registró una abundancia absoluta total de cuatro individuos distribuidos equitativamente entre las cuatro especies identificadas. En consecuencia, la abundancia relativa por especie se sitúa de manera homogénea en un valor de 0,25, lo que representa exactamente el 25% del total capturado en este punto para cada una de las especies (*Artibeus fraterculus*, *Desmodus rotundus*, *Lonchophylla hesperia* y *Lycalopex sechurae*). Cada especie tiene el mismo porcentaje, matemáticamente ninguna domina sobre las demás en este punto de muestreo.

Tabla 8-2-37. Abundancia absoluta y relativa del punto PFC-MA001 del componente mastofauna

Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Abundancia Relativa %
Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	1	0,25	25 %
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	1	0,25	25 %
Phyllostomidae	<i>Lonchophylla hesperia</i>	1	0,25	25 %

Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Abundancia Relativa %
Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	1	0,25	25 %
TOTAL		4	1	100 %

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta y Relativa en PFC-MA002 y PFC-MA003

En las estaciones PFC-MA002 y PFC-MA003 no se puede calcular la abundancia relativa porque solo se registró una especie en cada punto de muestreo anteriormente señalado, lo que equivale al 100% de la captura. Aunque sabemos el número total de animales registrados (abundancia absoluta), al tener muy baja capturas de especies y abundancia en los puntos de muestreo, no es recomendable los analizar estadísticos, la comparación de riqueza, domina sobre otra, para evitar sesgos en el análisis sobre subestimación o sobrestimación. En este contexto para estimar el área se unifica los datos del área de los tres puntos de muestreo donde se desarrolla a continuación.

- **Abundancia Absoluta y Relativa General**

Se realizó un análisis general de abundancia absoluta y relativa con el fin de tener mayor claridad sobre la zona de estudio. Esto se hizo debido a que las abundancias registradas en cada sitio fueron muy bajas, por lo que unificar todos los datos permite identificar claramente qué especie es la que domina en toda el área del proyecto.

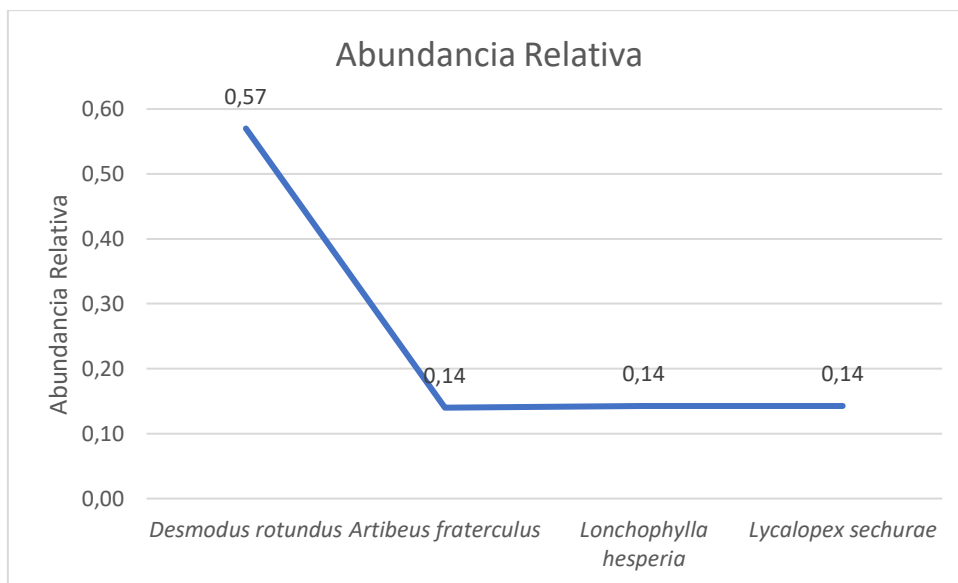
A continuación, se detalla la abundancia absoluta y abundancia relativa de cada especie, se evidencia una marcada dominancia de una sola especie dentro del ensamblaje de mastofauna registrado. *Desmodus rotundus* presenta el mayor valor con un AR= 0,57, lo que indica que fue la especie más dominante durante el muestreo. En contraste, *Artibeus fraterculus*, *Lonchophylla hesperia* y *Lycalopex sechurae* presentan valores iguales de abundancia relativa (0,14 cada una). En conjunto, estos resultados reflejan una comunidad con baja equidad y dominancia marcada.

Tabla 8-2-38. Riqueza y abundancia general del componente mastofauna

Familia	Especie	PFC-MA001	PFC-MA002	PFC-MA003	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (AR)	Abundancia Relativa %
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	1	2	1	4	0,57	57 %
Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	1	-	-	1	0,14	14 %
Phyllostomidae	<i>Lonchophylla hesperia</i>	1	-	-	1	0,14	14 %
Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	1	-	-	1	0,14	14 %
TOTAL		4	2	1	7	1	100 %

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Figura 8-2-27. Abundancia relativa del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

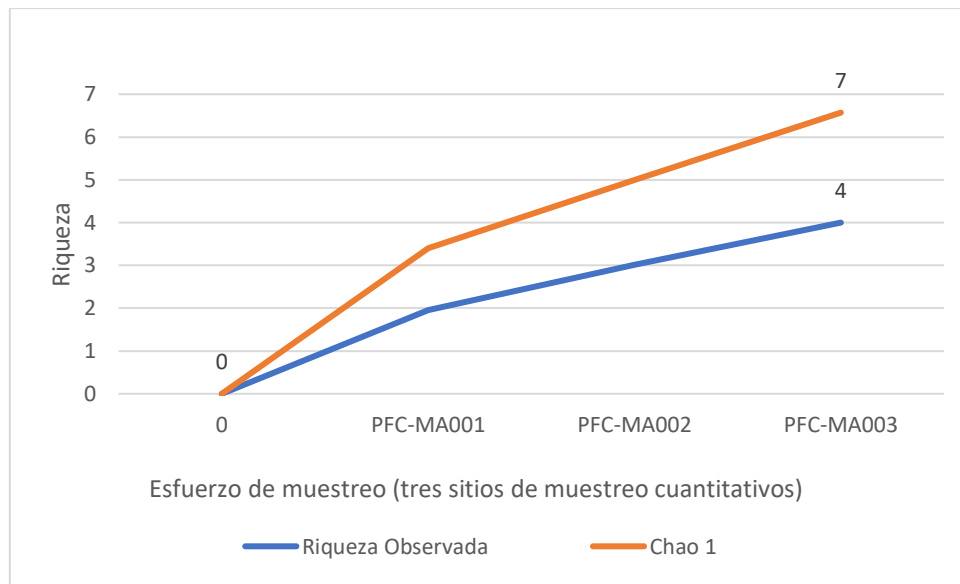
- **Curva de acumulación de especies y Chao 1**

La curva de acumulación de especies muestra una tendencia creciente sin alcanzar una asíntota, lo que indica que el esfuerzo de muestreo no fue suficiente para registrar la totalidad de especies presentes en el área de estudio. La riqueza observada fue de 4 especies, mientras que el estimador Chao 1 proyecta una riqueza estimada aproximada de 7 especies, evidenciando la posible presencia de especies no detectadas durante el muestreo, el área muestreada se cubrió un 57,14 % con el esfuerzo de muestreo aplicado.

Esta diferencia se asocia a la presencia de especies con baja frecuencia de registro, ya que la mayoría de las especies fueron registradas una sola vez. Este patrón sugiere una comunidad caracterizada por la dominancia de pocas especies y la presencia de varias especies raras.

No obstante, es importante considerar que el estimador Chao 1 es altamente sensible a la presencia de especies raras (singletons), por lo que en escenarios con bajo número de registros puede sobreestimar la riqueza real. En este sentido, los valores obtenidos deben interpretarse con cautela y en conjunto con el esfuerzo de muestreo aplicado.

Figura 8-2-28. Curva de acumulación de especies y Chao 1 del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Diversidad alfa**

Shannon H y Simpson 1-D

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')

Este índice estima que el punto PFC-MA001 registró ser el más diverso de mamíferos, con un valor de 1,386 nats/individuo, este valor evidencia una comunidad con alta riqueza y una distribución uniforme de los individuos de las especies registradas.

Por otro lado, en los sitios PFC-MA002 y PFC-MA003 el cálculo de este índice matemático arrojó valores indexados a (0), este resultado se debe a las limitaciones del tamaño muestral que se desarrollara en discusiones.

Índice de Dominancia de Simpson (1-D)

Este índice alcanzo su valor máximo de 1,00 en PFC-MA001, indicando una comunidad equitativa y sin ninguna especie dominante.

Por otro lado, PFC-MA002 y PFC-MA003, el valor del índice matemático arrojó valores indexados a (0). Al igual que otros estimadores de diversidad es altamente sensible al tamaño de la muestra, y en este levantamiento de información se obtuvo abundancias extremadamente bajas.

Análisis general

Al consolidar los datos de las tres estaciones de muestreo para evaluar el área general, se registró una riqueza real de 4 especies y una abundancia absoluta de 7 individuos, logrando unificar los registros para obtener un panorama global del entorno. El índice de Shannon general se situó en 1,352 nats/individuo, lo que refleja una diversidad moderada para este ensamble de mamíferos. Por su parte, el índice de Simpson global alcanzó un valor de 0,735, lo cual indica que la comunidad general se mantiene equitativa y con una dominancia baja; esto significa que ninguna

especie sobresale de forma masiva sobre las demás y que la mastofauna se distribuye de manera uniforme en el paisaje, consolidando una línea base sólida para el proyecto.

Tabla 8-2-39. Diversidad alfa del componente mastofauna

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon_H nats/individuo	Simpson_1-D
PFC-MA001	4	4	1,386 (nats/individuo)	1,00
PFC-MA002	1	2	0*	0*
PFC-MA003	1	1	0*	0*
Área total (PFC-MA001, PFC-MA002 y PFC-MA003)	4	7	1,352 (nats/individuo)	0,735

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Nota: Los valores de cero (0*) obtenidos para los índices de Shannon-Wiener y Simpson en los puntos PFC-MA002 y PFC-MA003 son un resultado algorítmico del software estadístico ante una riqueza igual a uno ($S = 1$). Ecológicamente, estos valores no representan una dominancia absoluta real ni una ausencia de biodiversidad en el ecosistema, sino que reflejan una limitación matemática provocada por el reducido tamaño de la muestra.

Monitorear los cambios en el número de especies de mamíferos, su diversidad y qué tan abundantes son las especies dominantes sirve como una herramienta clave para evaluar los impactos del proyecto. Si el número de especies de mamíferos sube o baja drásticamente, o si cambian los porcentajes de las especies típicas de la zona, esto indicaría alteraciones en el hábitat, pérdida de alimento o perturbaciones causadas por las actividades humanas. Por lo tanto, hacer un seguimiento periódico de estos animales permite ver cómo evoluciona su comunidad en el tiempo y comprobar si las medidas del plan de manejo ambiental realmente están funcionando.

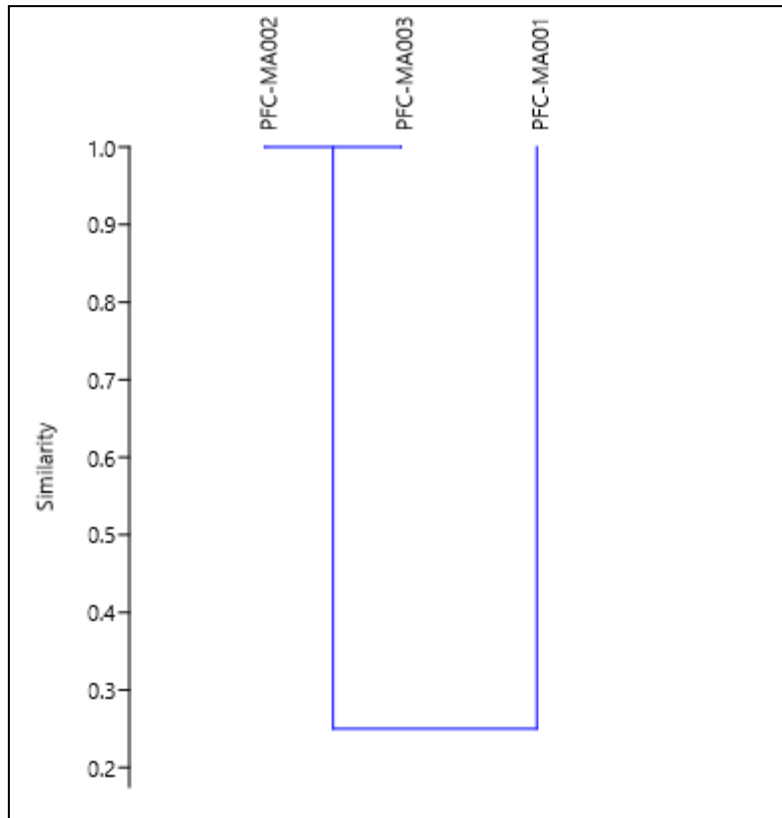
- **Diversidad beta**

Índice de similitud de Jaccard

El análisis de similitud basado en el índice de Jaccard evidenció una mayor similitud entre los puntos PFC-MA002 y PFC-MA003, debido a que ambos registraron la presencia de *Desmodus rotundus* como única especie compartida, alcanzando valores cercanos a 1. No obstante, es importante señalar que el reducido número de registros de especies limita la robustez de este análisis, por lo que los resultados deben interpretarse como una estimación de la similitud entre los sitios. En contraste, el punto PFC-MA001 presentó una menor similitud respecto a los demás puntos de muestreo, al registrar un mayor número de especies, compartiendo únicamente una de ellas con los otros sitios evaluados.

Este patrón sugiere una baja similitud en la composición de especies entre los sitios evaluados, con una mayor riqueza concentrada en un solo punto de muestreo. No obstante, es importante considerar que estos resultados pueden estar influenciados por el bajo número de registros y la presencia de especies con ocurrencias únicas, lo que puede limitar la representatividad del análisis y generar una simplificación de las relaciones de similitud entre sitios.

Figura 8-2-29. Índice de similaridad de Jaccard del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

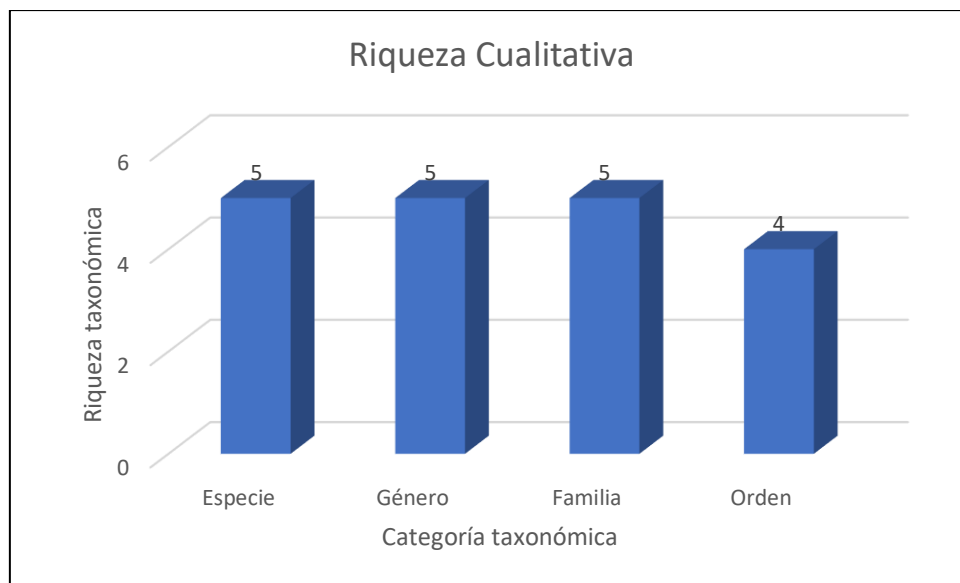
- **Resultados Cualitativos**

Riqueza

El levantamiento de información cualitativa, basado en recorridos de observación, registro de rastros (huellas y madrigueras) y entrevistas con los pobladores locales permitió identificar un total de 5 especies de mamíferos, pertenecientes a 5 géneros, distribuidas en 4 órdenes y 5 familias taxonómicas

A nivel taxonómico, el orden Carnivora fue el más representativo con dos familias y dos especies registradas: el zorro de Sechura (*Lycalopex sechurae*, Canidae) y el zorrillo rayado (*Conepatus semistriatus*, Mephitidae). Los órdenes Didelphimorphia (zarigüeya común, Didelphidae), Rodentia (ardilla de nuca blanca, Scuridae) y Artiodactyla (ciervo de cola blanca, Cervidae) estuvieron representados por una única especie cada uno.

Figura 8-2-30. Riqueza cualitativa del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-40. Riqueza cualitativa del componente mastofauna

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Didelphimorpha	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común de orejas negras
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro de Sechura
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo rayado
Rodentia	Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Ardilla de nuca blanca
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Ciervo de cola blanca

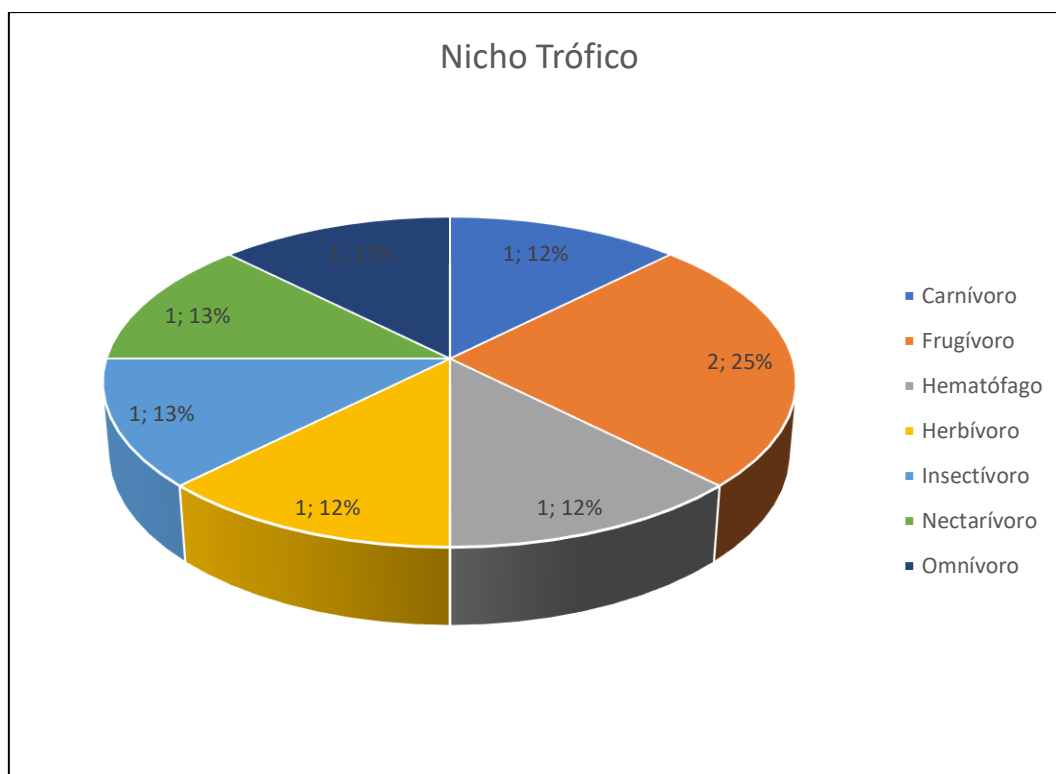
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Aspectos Ecológicos

- **Gremio o nicho trófico**

Dentro de las 8 especies registradas en total, se evaluaron siete gremios tróficos. Los gremios alimenticios más representativos fueron los frugívoros con 25 % (2 spp.); los gremios restantes, como insectívoros, carnívoros, hematófagos, omnívoros y nectarívoros, estuvieron representados por una especie cada uno, lo que indica una oferta variada de nichos ecológicos y la presencia de interacciones tróficas complejas que sustentan a la mastofauna local. Esta diversidad de estrategias alimenticias resalta la importancia del área como hábitat funcionalmente heterogéneo, a pesar de los niveles de intervención humana observados.

Figura 8-2-31. Nicho trófico de las especies registradas del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-41. Nicho trófico de las especies del componente mastofauna

Familia	Especie	Gremio alimenticio
Didlephidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Omnívoro
Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Carnívoro
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Insectívoro
Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Frugívoro
Phyllostomidae	<i>Lonchophylla hesperia</i>	Nectarívoro
Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Frugívoro
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Hematófago
Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Herbívoro

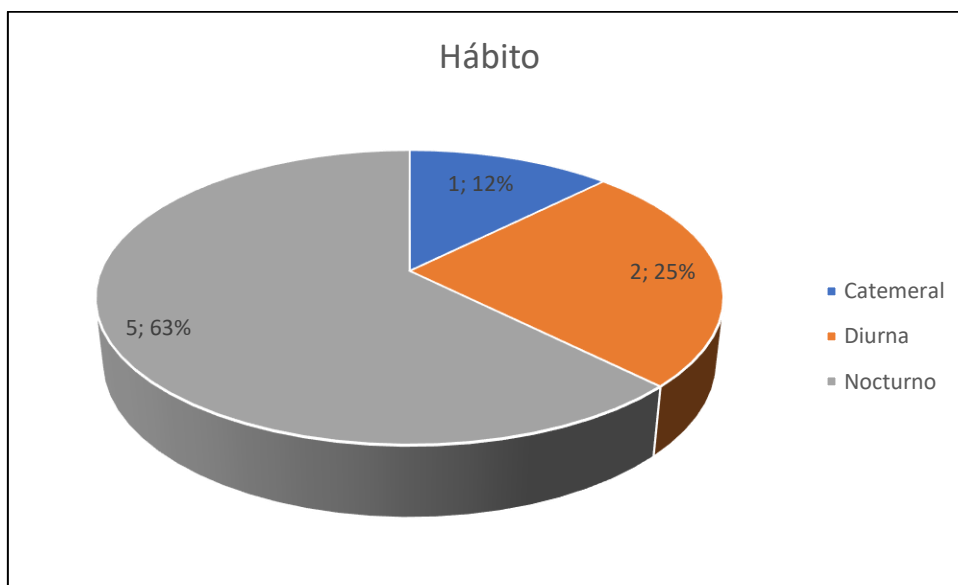
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Hábito o patrón de actividad**

Las especies con hábito nocturno fueron las mejor representadas correspondientes al 63 % (5 spp.) de los registros, esto se debe principalmente a una estrategia de evasión a la presencia humana o depredadores naturales, se registró 1 especie con hábito catemeral, es decir tienen

hábitos diurnos y nocturnos, correspondiente al 12 %, por otro lado, las especies con hábitos diurnos fueron 2, correspondientes al 25 %.

Figura 8-2-32. Hábito de las especies registradas del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-42. Hábito de las especies del componente mastofauna

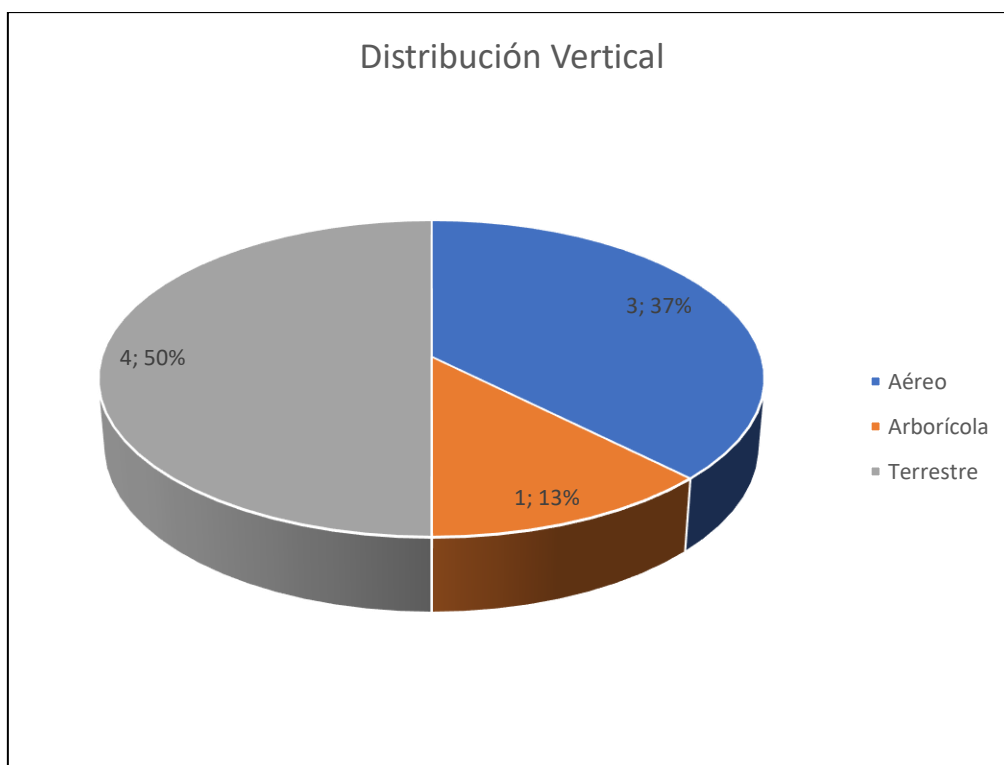
Familia	Especie	Habito
Didlephidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Nocturno
Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Diurna
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Nocturno
Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Diurna
Phyllostomidae	<i>Lonchophylla hesperia</i>	Nocturno
Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Nocturno
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Nocturno
Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Catemeral

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Distribución vertical**

En cuanto a la distribución vertical, la mayoría de los registros pertenecen al estrato terrestre, representando a 4 especies que constituyen el 50 %, seguido del estrato aéreo con tres especies correspondiente al 37 % y por último el estrato arborícola representada por una especie que corresponde al 13 %.

Figura 8-2-33. Distribución vertical de las especies registradas del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-43. Distribución vertical de las especies del componente mastofauna

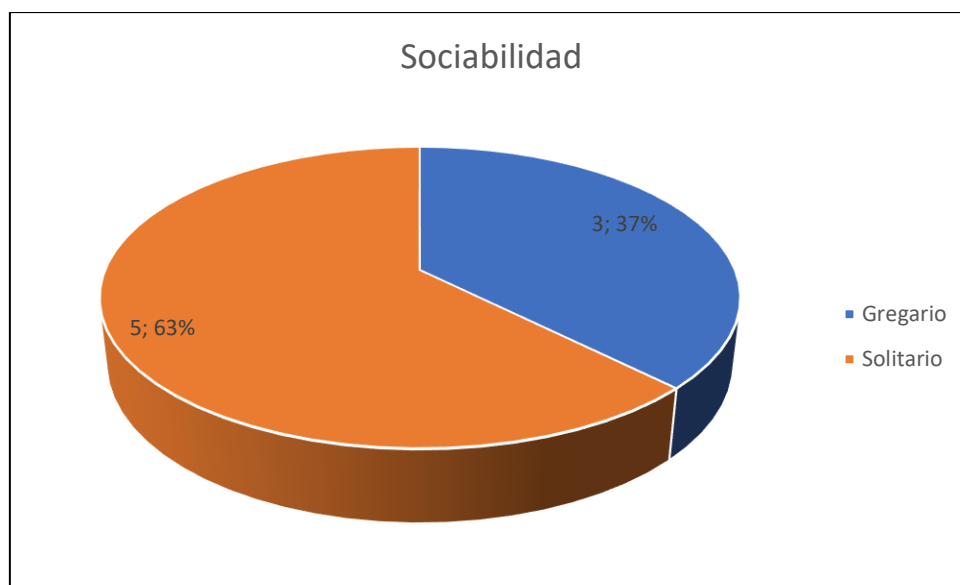
Familia	Especie	Distribución vertical
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Terrestre
Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Terrestre
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Terrestre
Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Arborícola
Phyllostomidae	<i>Lonchophylla hesperia</i>	Aéreo
Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Aéreo
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Aéreo
Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Terrestre

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Sociabilidad**

De acuerdo con la sociabilidad de las especies el 63% (5 spp.) son solitarias y el 37 % (3 spp.) son gregarios, es decir, desarrollan sus actividades cotidianas en grupo.

Figura 8-2-34. Sociabilidad de las especies registradas del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-44. Sociabilidad de las especies del componente mastofauna

Familia	Especie	Sociabilidad
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Solitario
Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Solitario
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Solitario
Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Solitario
Phyllostomidae	<i>Lonchophylla hesperia</i>	Gregario
Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Gregario
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Gregario
Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Solitario

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Especies indicadoras**

La especie *Didelphis marsupialis* ha demostrado ser altamente resiliente a los disturbios ambientales. Esta notable resistencia, junto con su capacidad para sobrevivir en condiciones de degradación de hábitat y en procesos de homogeneización biótica, posiciona a estas especies como potenciales indicadores de dichas condiciones adversas (Tirira, 2017).

De manera complementaria la especie *Lycalopex sechurae* es considerada sensible a la degradación del hábitat, también es perseguido o envenenado por atacar a animales de corral e incluso su cola considerada como amuleto, estas prácticas han causado la vulnerabilidad de sus poblaciones a la extinción (Tirira, 2017). Su sensibilidad a la degradación de hábitat lo posiciona como bioindicador

relevante del estado ecológico de los ecosistemas. Al ocupar niveles tróficos superiores y requerir ambientes con recursos de elevada calidad, así como grandes extensiones de territorio, indica la persistencia de conectividad ecológica en una zona con creciente actividad antrópica, pese a que se lo puede encontrar en zonas con intervención humana moderada puede llegar a desaparecer si no se permite el flujo de la especie entre parches de vegetación, sus poblaciones pueden evidenciar modificaciones sustanciales en las condiciones del hábitat y en la disponibilidad de recursos esenciales (Burga et. al., 2024). En este sentido, el seguimiento sistemático de las poblaciones de especies de este orden resulta fundamental para informar y dirigir con mayor precisión las estrategias de conservación y manejo ecosistémico a largo plazo.

La especie *Lonchophylla hesperia* se encuentra en diversos hábitats, incluyendo bosques primarios y secundarios, así como en zonas agrícolas con cultivos de maíz y pastizales que conservan pequeñas parcelas de bosque natural. Su presencia está asociada a entornos moderadamente intervenidos, lo que sugiere cierto grado de conservación del hábitat (Romero, 2021). Sin embargo, al tratarse de una especie poco común y de difícil detección, su registro resalta la importancia ecológica del área y la necesidad de implementar planes de manejo adecuados para prevenir la disminución de sus poblaciones y garantizar la conservación de su hábitat.

En consecuencia, el muestreo realizado indica que la zona presenta un paisaje ecológico mixto, con zonas que aún conservan características naturales importantes con cierta funcionalidad ecológica, pero también refleja procesos de transformación de hábitat donde es necesario implementar acciones de conservación para evitar desplazamiento o pérdida local de mastofauna, resulta esencial efectuar estrategias de conservación.

- **Estado de conservación de las especies**

De acuerdo con la última actualización de la lista roja de la UICN, se reportaron cuatro especies clasificadas en la categoría de Preocupación Menor (LC), dos especies catalogadas como Casi Amenazada (NT) correspondientes a *Lycalopex sechurae* y *Lonchophylla hesperia*, lo que refleja la alta susceptibilidad ante la pérdida de hábitat y otros factores antrópicos, por último las especies *Odocoileus peruvianus* y *Simosciurus neboxii* no se encuentran dentro de ninguna categoría de la UICN, ya que, las poblaciones presentes en Ecuador no han sido lo suficientemente estudiadas para dar una categoría de amenaza.

Según la Lista de Mamíferos del Ecuador (2021), de las 8 especies reportadas en este estudio, 5 especies se encuentran en la categoría Preocupación Menor (LC), tres especies se encuentran en la categoría En Peligro (EN) correspondiente a *Lycalopex sechurae*, *Odocoileus peruvianus* y *Lonchophylla hesperia*, las principales amenazas de estas especies son la fragmentación y degradación de hábitats, la tala, quema, expansión de la frontera agrícola.

Ninguna de las especies registradas se encuentra dentro de los apéndices del CITES.

Tabla 8-2-45. Estado de conservación de las especies del componente mastofauna

Familia	Especie	UICN	Libro Rojo Ecuador	Endemismos
Didlephidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)	No
Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Casi Amenazada (NT)	En Peligro (EN)	No
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)	No
Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	-	Preocupación Menor (LC)	No
Phyllostomidae	<i>Lonchophylla hesperia</i>	Casi Amenazada (NT)	En Peligro (EN)	No
Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)	No
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)	No
Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	-	En Peligro (EN)	No

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Categorización bibliográfica de la abundancia relativa de mamíferos**

Al contrastar el listado de mamíferos registrados con las categorías de abundancia de Tirira (2017), se observa que la mayor parte del ensamble corresponde a especies con altas probabilidades de registro en el país.

Las especies *Didelphis marsupialis*, *Artibeus fraterculus* y *Desmodus rotundus* están catalogadas como Comunes, lo que significa que son abundantes y fáciles de encontrar. Por su parte, el venado de cola blanca (*Odocoileus peruvianus*) se clasifica como Frecuente, indicando que se encuentra periódicamente en densidades bajas.

Especies como el zorro de Sechura (*Lycalopex sechurae*), el zorrillo (*Conepatus semistriatus*) y la ardilla (*Simosciurus neboxii*) se ubican en rangos intermedios (de no común a frecuente y común), reflejando una presencia esperada y estable para esta región.

Finalmente, destaca la presencia del murciélago nectarívoro del desierto (*Lonchophylla hesperia*), clasificado bajo la categoría de Rara y poco conocida. Esto significa que es una especie muy difícil de registrar, ausente en muchas localidades del país y con una distribución restringida, lo que eleva el valor de conservación del área de estudio al haber detectado su presencia.

Tabla 8-2-46. Categorización bibliográfica de la abundancia relativa de mamíferos de las especies del componente mastofauna

Familia	Especie	Categorización bibliográfica
Didlephidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Común
Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	De no común a frecuente
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	De frecuente a común
Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	De común a frecuente

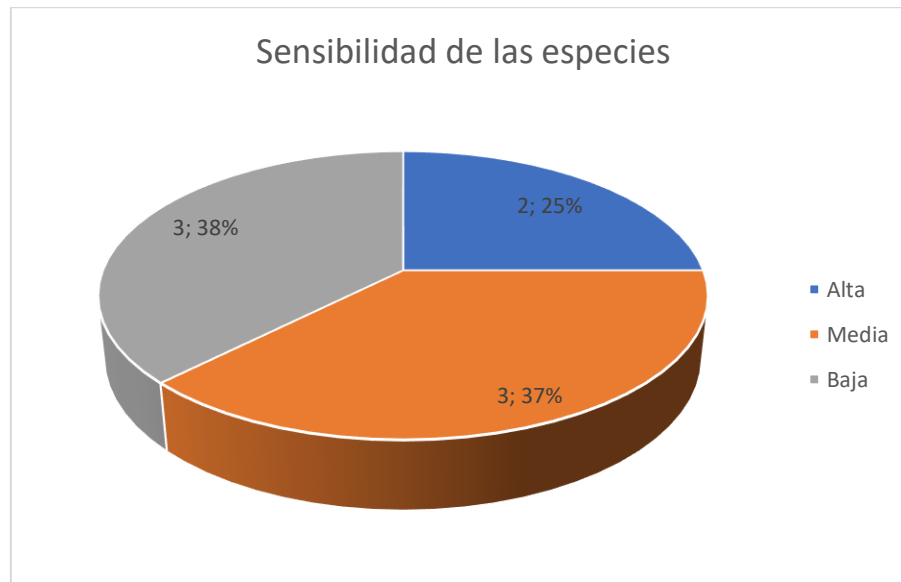
Familia	Especie	Categorización bibliográfica
Phyllostomidae	<i>Lonchophylla hesperia</i>	Rara y poco conocida
Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Común
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Común
Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Frecuente

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Especies sensibles**

El análisis de sensibilidad determinó que el 25 % de las especies (dos en total) presentan una sensibilidad "Alta": *Lycalopex sechurae* y *Lonchophylla hesperia*, estas especies se encuentran en esta clasificación por su estado de conservación crítico en el Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador y a fuertes presiones antrópicas como la cacería para la obtención de amuletos en el caso de *Lycalopex sechurae*, cabe precisar que *Lonchophylla hesperia* posee una distribución restringida hacia las estribaciones suroccidentales y es considerada una especie rara (Tirira, 2017), un factor geográfico determinante que justifica e intensifica su inclusión dentro de la categoría de sensibilidad "Alta". Por otro lado, *Simosciurus neboxii*, *Conepatus semistriatus* y *Odocoileus peruvianus* exhibe una sensibilidad "Media" (37 %); aunque su estado de conservación no es de riesgo, la especie enfrenta amenazas antrópicas y avistamientos frecuentes (Tirira, 2017). Finalmente, el 38 % restante de las especies analizadas (*Didelphis marsupialis*, *Artibeus fraterculus* y *Desmodus rotundus*) se categorizan con sensibilidad "Baja"; corresponden a poblaciones comunes, altamente adaptables a las perturbaciones humanas y sin figuras de conservación restrictivas.

Figura 8-2-35. Sensibilidad de las especies registradas del componente mastofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-47. Sensibilidad de las especies registradas del componente mastofauna

Familia	Especie	Sensibilidad
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Baja
Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Alta
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Media
Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Media
Phyllostomidae	<i>Lonchophylla hesperia</i>	Alta
Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Baja
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Baja
Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Media

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Uso del recurso**

En el presente estudio se registraron tres especies, mediante entrevista, de mamíferos que son tradicionalmente aprovechados por las comunidades locales como fuente de alimento y por creencia popular de ritual “amuleto de la suerte”, las especies son: *Didelphis marsupialis*, *Odocoileus peruvianus* y *Lycalopex sechurae*

La caza de estos animales responde tanto a fines de autoconsumo como a su comercialización o intercambio a nivel comunitario. Esta práctica, estrechamente vinculada a la cultura y economía local, contribuye a la seguridad alimentaria de las comunidades, aunque también representa desafíos para la conservación de la fauna silvestre y la sostenibilidad de los ecosistemas.

- **Piso Zoogeográfico**

El análisis de las especies registradas en función del piso zoogeográfico se realizó mediante la revisión de la distribución altitudinal y ecológica reportada en literatura especializada para mamíferos del Ecuador. Para ello, se contrastaron los registros obtenidos en campo con la información disponible sobre rangos de distribución, hábitat y afinidad ecológica de cada especie, con el fin de determinar su correspondencia con el ecosistema de bosque seco tropical del área de estudio.

La provincia de Loja es parte del piso zoogeográfico tropical suroccidental (bosque seco), en este piso se ha registrado 137 especies, equivalente al 28,5 % del total de mamíferos registrados en Ecuador, es este piso se encuentran 8 especies endémicas equivalentes al 11,6 % según (Tirira et. al., 2025). Según esta información en la zona de estudio se reportó el 5,83 % de la mastofauna de la zona.

El análisis de mastofauna registrada en el área de estudio indica que las especies identificadas corresponden al piso zoogeográfico del bosque seco tropical de la región tumbesina, característico del sur del Ecuador. Las especies registradas presentan distribuciones acordes con este tipo de ecosistema, siendo representativas de ambientes secos y de baja altitud.

Especies como *Lycalopex sechurae* y *Lonchophylla hesperia* están estrechamente asociadas a este tipo de hábitat, mientras que otras como *Desmodus rotundus* presentan una distribución más amplia pero compatible con las condiciones del área. En este sentido, no se evidencian registros fuera de su rango ecológico esperado, lo que respalda la consistencia de los resultados obtenidos.

Discusión

La riqueza de mamíferos registrada (1,66% de la mastofauna nacional) refleja una comunidad adaptada a un paisaje fragmentado, algunas de las especies son propias y representativas de los remanentes de bosque seco, caracterizado por una marcada estacionalidad y otras especies registradas son más generalistas, sometidas a constante presión antrópica, pero con alta plasticidad ecológica. La composición registrada incluye especies de distintos nichos y grados de sensibilidad ecológica, lo que permite una interpretación integral del estado del ecosistema, que se irá desarrollando en este apartado.

Los análisis de diversidad alfa solo arrojaron resultados calculables para el sitio PFC-MA001, debido a que fue el único punto con la riqueza y abundancia de datos mínima requerida para el análisis. Sin embargo, estos valores deben interpretarse con cautela; más que reflejar la realidad biológica del ecosistema, muestran las limitaciones del muestreo (como el esfuerzo aplicado, la experticia en campo, el clima características propias del sector, entre otros), lo que forzó una homogeneidad artificial en los datos.

Por su parte, en las estaciones PFC-MA002 y PFC-MA003 únicamente se registró una especie, con uno y dos individuos, respectivamente. Esta baja representatividad puede atribuirse al reducido tamaño de la muestra y a las condiciones de muestreo durante el periodo de luna llena. El muestreo se realizó entre el 21 y el 29 de junio de 2025, coincidiendo con la fase de luna llena (22 al 27 de junio), periodo en el que las redes de neblina permanecieron activas. El incremento de la luminosidad ambiental durante esta fase lunar puede disminuir la eficiencia de captura de murciélagos, ya que estos tienen mayor capacidad para detectar y evitar las redes, generando un menor número de registros. En consecuencia, la información obtenida en estas estaciones no es representativa de la comunidad de mamíferos presente ni permite evaluar de manera confiable la influencia de variables ambientales o temporales sobre su composición. Por tanto, desde el punto de vista técnico, no es procedente calcular ni interpretar índices de diversidad para estos puntos de muestreo, debiendo considerarse los resultados únicamente como registros puntuales de presencia.

Al correlacionar el índice de Simpson con la abundancia relativa en el punto PFC-MA001, se obtiene el valor máximo de 1,00 ya que todas las especies registradas presentan exactamente el mismo número de individuos. Esto muestra una comunidad matemáticamente equitativa donde ninguna especie sobresale como dominante, lo que nuevamente se indica que se debe interpretar con cautela, ya que son resultados matemáticos, más no una realidad ecosistémica del sitio.

Esta comparación no se pudo realizar de forma individual en las estaciones PFC-MA002 y PFC-MA003 por el reducido tamaño muestral.

Por esta razón, se procedió a realizar un análisis general de abundancia sumando todos los registros del proyecto, lo que permite observar qué especie domina realmente a escala general en toda el área de estudio, esto nos ayuda a obtener datos sobre especies bioindicadoras y poder realizar un seguimiento constante de los mamíferos (su riqueza, diversidad y abundancia); este análisis es fundamental para medir los efectos reales de la obra en el ecosistema. Cualquier cambio brusco en estos indicadores alertará a tiempo sobre problemas como el daño al hábitat,

la pérdida de alimento o las perturbaciones causadas por las actividades del proyecto. Por esta razón, contar con esta línea base es clave para vigilar cómo evoluciona la mastofauna a lo largo del tiempo y comprobar si las medidas del Plan de Manejo Ambiental (PMA) realmente están dando resultados

En el análisis de la abundancia relativa general se obtuvo que la dominancia de *D. rotundus*, en particular, es un indicador biológico de la fuerte perturbación antrópica, actividad ganadera (chivos) en Zapotillo, ya que esta especie aprovecha la disponibilidad de mamíferos domésticos como fuente constante de alimento (Moya et al., 2015). Su dieta está basada en sangre de mamíferos, principalmente ganado, lo que la hace altamente adaptable a paisajes rurales con presencia de actividad ganadera. Aunque ecológicamente adaptable, su condición de especie hematófaga le convierte en vector y/o reservorio de algunas enfermedades tales como la rabia humana (Stoner-Duncan et al., 2014). Es necesario un especial cuidado con esta especie, ya que, un incremento de la misma, en futuros muestreos, reflejarían un aumento en la alteración ecológica del área de estudio.

La especie *Lonchophylla hesperia* es un hallazgo importante, a pesar de las limitaciones de muestreo como las intensas lluvias o la luminosidad lunar (Kunz et al., 2009), su presencia sugiere que el área aún conserva una oferta floral especializada, ya que esta especie es nectarívora-polinívora, indicando que el sitio de estudio actúa como un refugio para especies nectarívoras raras y polinizadores claves (Romero et. al., 2021). Esta especie posee una distribución geográficamente restringida hacia las estribaciones suroccidentales del Ecuador y es considerada rara (Tirira, 2017), lo que intensifica su importancia en el área de estudio y una atención prioritaria para la implementación de medidas de mitigación en el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

El registro de *Lycalopex sechurae* (zorro de Sechura) es un indicador crítico de la salud del paisaje, este cánido, emblemático de los desiertos y bosques secos del sur, enfrenta una fuerte presión antrópica en Zapotillo debido al conflicto con actividades antrópicas y creencias culturales (Tirira, 2017). Su presencia indica que, aunque el paisaje presenta una matriz agrícola-ganadera, aún existen corredores biológicos que permiten el flujo de depredadores medianos, es decir el bosque posee parches con conectividad estructural funcional. La sensibilidad de esta especie a la pérdida de cobertura arbórea las posiciona como bioindicador de que, pese a la presión agrícola y ganadera, el ecosistema mantiene procesos de regeneración activa y niveles tróficos superiores estables (Burga et al., 2024).

Por otro lado, la coexistencia de especies con distintas tolerancias a la antropización revela la complejidad del área. Mientras que *Didelphis marsupialis*, *Artibeus fraterculus* y *Desmodus rotundus* confirman la capacidad de ciertos taxones para adaptarse a ambientes perturbados (Parreira, 2021; Kasper et al., 2009). De igual manera, aunque no se registró en este muestreo a *Sylvilagus dawlensis*, algunos estudios de mamíferos reportan la presencia del mismo en este tipo de ecosistemas, como es el bosque seco (Farro-Terán et al., 2026; Muñoz et al., 2019; Tirira, 2001).

Las especies *Conepatus semistriatus*, *Simosciurus neboxii*, *Odocoileus peruvianus* se ubican en rangos intermedios de tolerancia a la presión antrópica, en Tirira, 2017, estas especies se encuentran entre los rangos común, no común, frecuente, indicando que se hallan periódicamente en densidades bajas, pero no poseen ninguna categoría de amenaza importante. Es importante destacar que algunas de estas especies sufren presiones de cacería debido a conflictos con los pobladores o fines deportivos. Por ejemplo, la ardilla es perseguida por los daños que causa en los cultivos locales, el venado es cazado principalmente como trofeo, y el

zorrillo también es objeto de caza, aunque de manera ocasional y con menor frecuencia (Tirira, 2017).

El área de estudio en Zapotillo constituye un refugio crítico e importante para la mastofauna de la región tumbesina. La presencia de especies con rangos de distribución restringidos y hábitos especializados confirma que, pese a la aridez característica del bosque seco, el sitio mantiene una oferta de recursos (néctar, frutos y refugios) suficiente para sostener una comunidad biológica funcional y con altos niveles de endemismo.

Aunque durante el muestreo no se registraron especies estrictamente endémicas del territorio ecuatoriano, el área del proyecto alberga taxones con un alto valor de conservación al ser endémicos de la Región Tumbesina. Esta ecorregión, compartida entre el occidente del Ecuador y el noroccidente del Perú, representa una zona de gran importancia biogeográfica donde las especies presentan distribuciones restringidas a estos hábitats particulares, lo que las hace especialmente sensibles a las alteraciones de su entorno.

Específicamente, los bosques secos de esta franja conforman el "Centro de Endemismo Tumbesino", una región reconocida globalmente como uno de los puntos calientes (hotspots) de biodiversidad más importantes del planeta debido a su excepcional riqueza biológica y exclusividad de especies. En el contexto ecuatoriano, las provincias de Loja y El Oro albergan cerca del 50% de los remanentes de este ecosistema, lo cual representa apenas el 25% de su cobertura boscosa original. Actualmente, la integridad de estos bosques secos en la provincia de Loja se encuentra críticamente amenazada por presiones antrópicas recurrentes, entre las que destacan la tala selectiva de especies maderables valiosas, el sobrepastoreo de ganado caprino y vacuno, la expansión agrícola, la cacería ilegal y la recolección destructiva de miel silvestre mediante la quema y derribo de árboles hospedantes (Paladines, 2003).

En este contexto, hay que resaltar más aún la importancia de las siguientes especies que son propias de la zona: el zorro de Sechura (*Lycalopex sechurae*), un cánido mediano cuya presencia se limita exclusivamente al noroeste del Perú y suroeste de Ecuador (Cossíos, 2010; Tirira, 2011); el murciélago nectarívoro occidental (*Lonchophylla hesperia*), que presenta una distribución restringida a este mismo ámbito geográfico (Griffiths & Gardner, 2008; Tirira, 2017; Pacheco et al., 2021); y el murciélago frutero (*Artibeus fraterculus*), elemento endémico de la ecorregión Tumbesina (Salas et al., 2018).

La presencia de especies con distintos niveles de sensibilidad ecológica y distintos nichos alimenticios indica que el área de estudio corresponde a un ecosistema en transición, donde aún persisten remanentes de bosque y condiciones que permiten la supervivencia de fauna silvestre altamente sensible, pero que enfrenta crecientes presiones antrópicas. En este contexto, la conservación de corredores ecológicos y fragmentos de vegetación natural resulta fundamental para mantener la biodiversidad local y mitigar los impactos del disturbio humano.

El grado de perturbación registrado en los sitios monitoreados, como la expansión de la frontera agrícola y la presencia de actividades ganaderas, representa una amenaza significativa para diversas especies de mamíferos, especialmente aquellas con requerimientos específicos de hábitat o baja capacidad de adaptación. Estas alteraciones del paisaje reducen la cobertura vegetal, restringen el acceso a recursos clave y dificultan la movilidad de las especies.

Particularmente, los mamíferos dispersores de semillas pueden ver fragmentadas sus rutas de forrajeo, lo que compromete los procesos ecológicos de regeneración natural del bosque y, en consecuencia, la resiliencia a largo plazo del ecosistema.

Conclusiones.

1. La comunidad de mastofauna registrada evidencia una baja riqueza y abundancia de especies, con ocho especies identificadas mediante metodologías cuantitativas y cualitativas, representativas del bosque seco tropical del sur del Ecuador. La composición taxonómica estuvo dominada por el orden Chiroptera, mientras que la baja detectabilidad observada durante el muestreo sugiere que el área presenta poblaciones dispersas y de baja densidad, influenciadas tanto por las características ecológicas propias del ecosistema como por las condiciones de muestreo y el grado de intervención antrópica existente. No obstante, el registro de especies de distintos grupos funcionales demuestra que el área aún mantiene condiciones que permiten la permanencia de una comunidad de mamíferos con diferentes requerimientos ecológicos.

2. La comunidad de mamíferos registrada estuvo conformada por ocho especies distribuidas en cinco órdenes y seis familias, con predominio del orden Chiroptera. La composición taxonómica evidencia la presencia de especies características del bosque seco tropical, tanto generalistas como especialistas, asociadas a un paisaje con remanentes de vegetación natural y sectores con intervención antrópica.

3. La evaluación de la riqueza, abundancia y diversidad mostró una baja representatividad del muestreo cuantitativo debido al reducido número de registros obtenidos, situación que limitó la aplicación e interpretación de algunos índices ecológicos. No obstante, la información recopilada permitió establecer una línea base referencial sobre la estructura de la comunidad de mamíferos y su distribución en el área de estudio.

4. El análisis del estado de conservación permitió identificar especies de importancia para la conservación, entre ellas *Lycalopex sechurae* y *Lonchophylla hesperia*, las cuales presentan categorías de amenaza y alta sensibilidad ecológica. Su presencia evidencia la necesidad de mantener las condiciones del hábitat y de implementar medidas específicas orientadas a reducir los efectos de la fragmentación y perturbación del ecosistema.

La caracterización de los atributos ecológicos evidenció una comunidad funcionalmente diversa, representada por diferentes gremios tróficos, hábitos de actividad y patrones de distribución vertical, lo que demuestra que el área conserva procesos ecológicos relevantes como la polinización, la dispersión de semillas y la regulación de poblaciones, fundamentales para el mantenimiento del bosque seco.

4. La condición ecológica del área refleja un ecosistema en transición, donde aún persisten remanentes de bosque seco con funcionalidad ecológica y conectividad suficiente para sostener especies con distintos requerimientos de hábitat; sin embargo, la presencia de actividades agrícolas y ganaderas representa una presión permanente sobre la fauna silvestre, por lo que la conservación de la cobertura vegetal y de los corredores ecológicos resulta fundamental para mantener la biodiversidad registrada.

5. La información generada constituye un punto de referencia para el seguimiento ambiental del proyecto, permitiendo evaluar en futuros monitoreos las variaciones en la riqueza, abundancia, diversidad, composición y sensibilidad de la mastofauna, así como verificar la efectividad de las medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.

Recomendaciones.

Se recomienda estructurar el programa de monitoreo de fauna silvestre (componente mastofauna) dentro del Plan de Manejo Ambiental (PMA) bajo un enfoque estacional

comparativo, ejecutando obligatoriamente los muestreos en épocas de mayor y menor pluviosidad (lluviosa y seca).

Con el fin de superar el reducido tamaño muestral identificado en la línea base y garantizar la viabilidad estadística de los datos de control, se deberá incrementar el esfuerzo de muestreo (aumentando el número de noches/trampa para micromamíferos y noches/red para quirópteros, e integrando cámaras trampa para medianos y grandes mamíferos). Esto asegurará que los futuros informes de cumplimiento ambiental cuenten con datos cuantitativos representativos y ecológicamente interpretables.

Se recomienda el empleo continuo de un sistema de monitoreo compuesto por un mínimo de ocho (8) a diez (10) cámaras trampa distribuidas de forma estratégica en el área de estudio. El diseño del muestreo contemplará una densidad de cobertura aproximada de una estación de trapeo por cada 40 a 50 hectáreas, priorizando microhábitats clave como quebradas, remanentes de bosque seco/nativo y corredores ecológicos identificados en la línea base. Este esfuerzo es fundamental para detectar de manera sistemática especies de hábitos esquivos o baja densidad, como *Lycalopex sechurae*, asegurando el registro de datos de presencia/ausencia e índices de actividad sin perturbar su hábitat natural, lo que permitirá generar alertas tempranas y fundamentar las medidas de mitigación del Plan de Manejo Ambiental.

Se recomienda priorizar la protección de remanentes de vegetación y zonas ribereñas, así como promover la reforestación con especies nativas en áreas estratégicas para mejorar la conectividad del paisaje, favoreciendo el desplazamiento y flujo genético de la fauna silvestre.

Es necesario establecer mecanismos de regulación y educación ambiental para mitigar impactos derivados de la ganadería extensiva, la tala no planificada y la expansión agrícola, actividades que actualmente amenazan la integridad del ecosistema.

Es importante la implementación o reconocimiento de pasos de fauna o corredores biológicos que posean conectividad ecológica, con la finalidad de permitir desplazamientos seguros de los mamíferos terrestres entre fragmentos de bosque.

Se recomienda que en las fases posteriores del programa de monitoreo ambiental se verifique explícitamente la presencia o ausencia del conejo (*Sylvilagus daulensis*); no fue incluido en los análisis estadísticos de riqueza, abundancia y diversidad del presente estudio debido a que no se registraron evidencias directas (capturas o avistamientos) ni indirectas (rastros, huellas o excretas, entrevistas) en los transectos y estaciones evaluadas durante la fase de campo. No obstante, al tratarse de una especie de mamífero nativo con distribución en los ecosistemas de la región, es necesario hacer el seguimiento correspondiente para confirmar su estatus en el área del proyecto.

Medidas Recomendadas

1. Medidas de Monitoreo y Puntos Sugeridos

El monitoreo debe ser estacional (época seca y lluviosa) para captar la dinámica del bosque seco de Zapotillo.

Puntos de Monitoreo:

Puntos de Control (Bosque Conservado): Estos deberán ser ubicados en remanentes del bosque que no serán intervenidos, sitios de flujo de especies, senderos, quebradas o paralelos a quebradas, sirven como línea base para comparar si la fauna se desplaza fuera del proyecto.

Las coordenadas para futuros monitoreos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8-2-48. Puntos y coordenadas de muestreo para mastofauna

Código	Coordenadas			Altitud (msnm)	Método	Tipo muestreo
	Ítem	x	y			
PFC-MA001-TO	Inicio	585669	9519694	228	Transecto de observación	Cualitativo
	Fin	586438	9519036			
PFC-MA001 RdN	Inicio	586333	9519106	220	Redes de neblina	Cuantitativo
	Fin	586525	9519164			
PFC-MA001 TSh	Inicio	586219	9519679	219	Trampas Sherman	Cuantitativo
	Fin	586255	9519275			
PFC-MA001 TTwk	Inicio	586225	9519615	219	Trampas Tomahawk	Cuantitativo
	Fin	586249	9519349			
PFC-MA002-TO	Inicio	586389	9520735	237	Transecto de observación	Cualitativo
	Fin	586886	9519871			
PFC-MA002 RdN	Inicio	586954	9519831	238	Redes de neblina	Cuantitativo
	Fin	587061	9520001			
PFC-MA002 TSh	Inicio	587265	9519620	220	Trampas Sherman	Cuantitativo
	Fin	587186	9519233			
PFC-MA002 TTwk	Inicio	587196	9519284	220	Trampas Tomahawk	Cuantitativo
	Fin	587245	9519526			
PFC-MA003-TO	Inicio	587305	9521208	234	Transecto de observación	Cualitativo
	Fin	586489	9521807			
PFC-MA003 RdN	Inicio	586742	9521836	234	Redes de neblina	Cuantitativo
	Fin	586817	9521653			
PFC-MA003 TSh	Inicio	586822	9521252	234	Trampas Sherman	Cuantitativo
	Fin	587211	9521226			
PFC-MA003 TTwk	Inicio	586888	9521248	220	Trampas Tomahawk	Cuantitativo
	Fin	587139	9521231			

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Puntos de Impacto (Área del Proyecto): Estos pueden ubicarse en corredores internos o perímetros del proyecto implantado, con esto se evalúa si el hábitat dentro de la zona de paneles es ecológicamente funcional.

2. Corredores Apropriados y Conectividad

Se debe diseñar franjas de vegetación nativa que conecte parches aislado, usando las quebradas naturales como ejes principales.

Retiro de obra en bordes de quebradas y drenajes naturales (al menos 30 metros), estos suelen conservar la mayor humedad y vegetación estructural, sirviendo como vías de movimiento natural.

Áreas de retiro (Buffers): Franjas de al menos 20-30 metros de vegetación nativa entre el cerramiento del proyecto y el bosque adyacente para permitir el flujo de especies de mamíferos.

1. Medidas para Evitar la Perturbación (PMA)

Diseño de Cerramientos amigables con la fauna, instalar cercados vivos o que permitan el paso de fauna pequeña y mediana (mallas con aperturas de 50x50 cm en la base) para no aislar las poblaciones de zorros u otros animales.

Control de Iluminación: Uso de luces LED de baja intensidad y dirigidas hacia el suelo en áreas operativas para evitar la desorientación de murciélagos y otros animales nocturnos.

Gestión de Ruido y Velocidad: Limitar la velocidad de vehículos a 20 km/h y restringir actividades ruidosas a horarios diurnos para no interferir con los picos de actividad de los quirópteros.

Reducción de ruido y vibraciones durante la fase de construcción.

2. Remanentes Prioritarios y Enfoque de Reforestación

Los remanentes de bosque seco asociados a quebradas y parches con mayor cobertura vegetal que contengan especies de gran porte (ceibos, guayacanes, algarrobos). Estos son los núcleos de biodiversidad.

Enfoque de Reforestación: Se sugiere reforestación con distintas especies y de distintas edades, con una plantación de manera aleatoria, usando especies que provean recursos específicos.

3. Estrategias Específicas de Mitigación

Se recomienda ubicar infraestructuras en áreas previamente intervenidas o de baja cobertura vegetal, evitando zonas cercanas a las quebradas y remanentes de bosque seco.

Para Especies Sensibles

Lonchophylla hesperia (Murciélago nectarívoro): Protección estricta de cuevas o grietas rocosas cercanas y siembra de especies de flores nativas del área de estudio en las áreas de compensación, de ser posible evitar a toda costa la remoción de cobertura vegetal con recursos que esta especie pueda utilizar.

Lycalopex sechurae (Zorro de Sechura): Programa de educación ambiental para trabajadores y comunidades para evitar la caza o persecución del cánido por "conflictos" con el proyecto, mantener corredores ecológicos.

Para Especies Bioindicadores (Monitoreo Especial)

Desmodus rotundus (Murciélago vampiro): El aumento de esta especie puede indicar un desequilibrio por la presencia de ganado cerca de la planta. La estrategia debe ser el monitoreo sanitario preventivo (Rabia) y la coordinación con el Ministerio de Salud/Agrocalidad si las poblaciones se disparan.

Análisis de riesgo laboral y protocolo de bioseguridad

Peligro: Presencia y manipulación involuntaria o contacto accidental con *Desmodus rotundus* en las instalaciones o periferia del proyecto.

Riesgo: Mordedura o rasguño con potencial transmisión del virus de la rabia silvestre u otra zoonosis.

Nivel de riesgo inicial: Moderado – Alto (debido a la severidad de la enfermedad) la ocurrencia de las mordeduras a humanos posee una probabilidad baja – media (Voigh et. al., 2012).

Medidas de control preventivo: Se debe capacitar al personal sobre el no manejo de fauna silvestre, es necesario el sellado físico de infraestructuras de la planta que puede ser posibles sitios de percha o madrigueras como bodegas u otros, en caso de que el personal realice actividades nocturnas en zonas oscuras/confinadas se debe proveer el uso de Equipo de Protección Personal (EPP) (guantes de cuero y linternas).

Protocolo de emergencia antes mordeduras al personal interno

Paso 1. Primeros auxilios inmediatos donde se debe lavar exhaustivamente la herida con abundante agua y jabón durante 15 minutos. Este procedimiento reduce drásticamente la carga viral, posteriormente se debe aplicar alcohol al 70% o solución yodada.

Paso 2. Reportar inmediatamente al área de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) de la planta para el registro del accidente.

Paso 3. Traslado urgente del trabajador infectado al centro de salud público más cercano, donde se exigirá la aplicación inmediata del esquema de vacunación antirrábica post-exposición, se realizará una evaluación médica para la administración de inmunoglobulina antirrábica, no se debe suturar la herida a menos que sea por razones hemodinámicas.

Paso 4. Alerta sanitaria e Investigación, se debe coordinar inmediatamente con la Agrolocalidad y el Ministerio de Salud Pública para la inspección en los alrededores del proyecto, con la finalidad de identificar posibles colonias, nidos y evaluar el estado epidemiológico de los sitios ganaderos cercanos.

4. Localización sugerida por el Proyecto La Ceiba

Considerando la magnitud del proyecto, las áreas de conservación y reforestación deben ubicarse en:

-Zonas de exclusión por pendiente: Áreas donde no se instalen paneles por la topografía.

-Áreas de servidumbre de líneas de transmisión: Mantener vegetación baja/media que sirva de corredor.

Perímetro externo: Crear un "anillo verde" que rodee la planta fotovoltaica para mitigar el efecto de isla de calor y proveer hábitat.

En el ANEXO 8-2-2 se presenta la base de datos del componente mastofauna.

8.2.2.2. Ornitofauna

- **Introducción.**

La mayor diversidad de especies de aves se concentra en la región Neotropical con alrededor de 4000 especies. El Ecuador destaca como uno de los países neotropicales con mayor riqueza, después de Colombia, Brasil y Perú, con 1699 especies registradas de las cuales 41 son endémicas (Freile, 2021).

La mayor amenaza para las aves en Ecuador es la pérdida de hábitat a causa de la deforestación, avance de la frontera agrícola, urbanización, contaminación, entre otros (Freile, 2019). Este grupo biótico responde de modo diferente a las alteraciones de sus hábitats. Unos son más flexibles y se adaptan a los nuevos ambientes. Sin embargo, otros tienen limitada capacidad para subsistir en ambientes alterados por lo que sus poblaciones disminuyen conforme se expande la degradación del hábitat.

Las aves poseen una serie de características que las hacen ideales para inventariar gran parte de la comunidad con un buen grado de certeza y así caracterizar los ecosistemas y hábitats en que residen. Estas características son: Comportamiento llamativo, indentificación rápida y confiable, Fáciles de detectar, grupo biótico bien conocido (modificado de Stotz et al., 1996).

El presente estudio tiene como objetivo determinar la riqueza y diversidad de la comunidad de aves en el área donde se implementará el proyecto fotovoltaico La Ceiba con la finalidad de contar con información base que permita desarrollar estrategias de conservación y un plan de manejo eficiente frente a las actividades a desarrollar.

- **Área de estudio.**

El área de estudio se encuentra al sur del Ecuador en la provincia de Loja, cantón Zapotillo, en las siguientes coordenadas referenciales: 586422, 9520607 (UTM, Zona 17 M) a una altitud aproximada de 230 msnm. En general, Zapotillo presenta una temperatura entre 22 y 25 °C y una precipitación variable entre 239 y 713 mm (PDOT Zapotillo, 2023). Esta área se ubica en una zona mayoritariamente de Bosque deciduo de tierras bajas de Jama-Zapotillo y en menor medida, zonas de Intervención, según el mapa de ecosistemas del Ecuador continental (MAE, 2013). En el área circundante se puede observar una cobertura vegetal altamente fragmentada y diferentes actividades antrópicas como expansión urbana, apertura de vías, ganadería y zonas agrícolas.

- **Sitios de muestreo.**

En el área de estudio se definieron 03 sitios o zonas de muestreo (PFC-OR001, PFC-OR002, PFC-OR003) considerando como variable principal la cobertura vegetal y los ecosistemas presentes. En cada sitio se aplicaron los diferentes métodos (Redes de neblina, puntos de conteo, caminatas libres) para el registro de aves. Las coordenadas y metodología utilizada se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 8-2-49. Ubicación de los puntos de muestreo para ornitofauna

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método
		Ítemn	x	y			
PFC-OR001-RN	20-21/06/2025	Inicio	586190,00	9519256,00	217	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	Redes de Neblina
	09-10/03/2026	Final	586362,00	9519153,00	219	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	
PFC-OR001-PC	20-21/06/2025	Inicio	585826,00	9519535,00	230	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	Puntos de conteo
	09/03/2026	Final	586487,00	9518805,00	216	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	
PFC-OR002-RN	22-23/06/2025	Inicio	587623,00	9519571,00	222	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	Redes de Neblina
	10-11/03/2026	Final	587437,00	9519513,00	213	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	
PFC-OR002-PC	21-22/06/2025	Inicio	586827,00	9520896,00	254	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	Puntos de conteo
	10/03/2026	Final	587498,00	9520255,00	235	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método
		Ítemn	x	y			
PFC-OR003-RN	24-25/06/2025	Inicio	586498,00	9521816,00	236	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Redes de Neblina
	11-12/03/2026	Final	586688,00	9521706,00	234	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	
PFC-OR003-PC	22-23/06/2025	Inicio	586608,00	9521983,00	242	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Puntos de conteo
	11/03/2026	Final	587313,00	9521427,00	233	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	
PFC-OR004-CL	24/06/2026	Inicio	586560,00	9521589,00	237	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Caminata libre
	12/03/2026	Final	585885,00	9519862,00	239	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Caminata libre

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026. PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; OR: Ornitofauna; RN: Redes de neblina; PC: Puntos de conteo; CL: Caminata libre.

En el MAPA NRO. 26 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo.

- **Metodología de estudio.**

Para determinar las especies de aves presentes en el área de estudio, se emplearon redes de niebla que por la finura de sus hilos pasan casi desapercibidas y logran atrapar con éxito las aves en vuelo (Villarreal et al., 2004). La Norma Técnica para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (NTEIA) considera la instalación de 6 a 10 redes por sitio de muestreo dependiendo de la superficie y magnitud del proyecto. Particularmente, en este proyecto, se distribuyeron por

cada sitio de muestreo (PFC-OR001, PFC-OR002, PFC-OR003) ocho redes de niebla de 12x3m a una distancia de 25 m dispuestas en forma de transecto (300 metros). Las redes se abrieron en horas de la mañana (06:00-10:00) y de la tarde (15:00-17:00) por 02 días (Suarez y Mena, 1994).

Además, se utilizó la metodología de “Puntos de conteo” (Ralph, 1996), que consiste en observar y escuchar en un solo lugar durante 15 minutos las diferentes especies. Se realizó para cada sitio de muestreo, 10 puntos de conteo distribuidos en forma de transecto con 1 observador en horas de la mañana (09:30- 11:30) y en la tarde (15:00- 18:00) durante 02 días. La distancia entre cada punto fue alrededor de 100m, dependiendo de la topografía y estructura del área (transecto final 1000 metros) (NTEIA). La observación e identificación taxonómica de las aves se realizó con ayuda de una cámara semiprofesional y la guía de campo de aves del Ecuador de Ridgely & Greenfield (2006) y McMullan & L. Navarrete (2017). Considerando la distribución de los sitios de muestreo, además de que el proyecto esta delimitado por un costado por una vía de primer orden, mientras que por el otro costado se encuentra el río Chira, la longitud máxima de los transectos para los puntos de conteo es de 1000 metros. Complementariamente, se realizaron caminatas libres de manera aleatoria dentro del área de estudio.

Si bien Suárez y Mena (1994) mencionan la grabación de cantos como una herramienta de apoyo para la identificación de especies, su aplicación no es obligatoria y depende del contexto del hábitat y del diseño del estudio. En este sentido, como mencionan (Budka, Jobda, Piórkowski, & Szałański, 2022), y según los resultados de su investigación, en hábitats abiertos los observadores humanos detectan un mayor número de especies que los registradores acústicos cuando no se limita el radio de detección, debido a que estos permiten registrar tanto especies vocalizantes como aquellas que no emiten sonidos o se encuentran a mayor distancia. Los autores señalan que las grabadoras presentan limitaciones al depender exclusivamente de vocalizaciones, omitiendo especies silenciosas como aves rapaces, garzas o individuos en vuelo, lo cual reduce la representatividad del muestreo en este tipo de ambientes. Asimismo, indican que en ecosistemas abiertos la detectabilidad visual se incrementa significativamente, favoreciendo los métodos tradicionales basados en observación directa. Considerando que el área de estudio corresponde a un entorno intervenido con baja cobertura vegetal, estas condiciones son consistentes con las descritas por los autores, por lo que el uso de grabaciones acústicas no representa una mejora sustancial en la detección de especies.

La información de cada punto muestreado y su metodología se registra en las siguientes tablas.

Tabla 8-2-50. Métodos y esfuerzo de muestreo para ornitofauna

Código	Metodología	Longitud transecto (m)	Número de redes / transectos	Días	Horas/Día	Total
PFC-OR001-PC	Red de neblina	300	8 (Redes de neblina)	2	6	96
PFC-OR001-RN	Puntos de conteo	1000	1 (10 puntos de conteo/duración de 15 minutos por punto)	2	2 horas, 30 minutos	5
PFC-OR002-PC	Red de neblina	300	8 (Redes de neblina)	2	6	96
PFC-OR002-RN	Puntos de conteo	1000	1 (10 puntos de conteo/duración de 15 minutos por punto)	2	2 horas, 30 minutos	5

Código	Metodología	Longitud transecto (m)	Número de redes / transectos	Días	Horas/Día	Total
PFC-OR003-PC	Red de neblina	300	8 (Redes de neblina)	2	6	96
PFC-OR003-RN	Puntos de conteo	1000	1 (10 puntos de conteo/duración de 15 minutos por punto)	2	2 horas, 30 minutos	5
PFC-OR004-CL	Caminata libre	2000	1 (Transecto)	1	4	4
Total horas (esfuerzo de muestreo)						307

Nota: Elaborado por Equipo Consultor. Fuente: Equipo Consultor 2026. PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; OR: Ornitofauna; RN: Redes de neblina; PC: Puntos de conteo; CL: Caminata libre.

- **Análisis de datos.**

El procesamiento de la información se realizó a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación de las aves de las diferentes zonas o puntos de muestreo dentro del proyecto. Para el análisis estadístico se emplearon programas especializados como Past versión 5.3 y Rstudio Versión 2024.09.1+394. Para el manejo de la información se empleó una base de datos en Excel. Se realizaron los siguientes análisis.

Riqueza (S)

Es el número total de especies obtenido en un censo de una comunidad (Moreno & Halffter, 2001).

$$S = \text{Especie } a + \text{Especie } b + n$$

Abundancia Total

Cantidad precisa, contada, de individuos de esa especie con respecto al total de la población censada en un área determinada.

Abundancia Relativa (N)

Se analizó la abundancia relativa, misma que permite caracterizar la muestra a través de la curva de abundancia relativa- diversidad. El empleo de esta curva es considerado como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y semi naturales (Magurran A., 1988). Se basa en el cálculo de la abundancia relativa dividiendo el número de individuos de la especie i para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

$$Pi = ni/N$$

Dónde: $ni = n$ es el número de individuos de la especie i , dividido para el número total de individuos de la muestra (N) (Moreno *et al.*, 2011).

Tabla 8-2-51. Interpretación de la abundancia relativa de ornitofauna

Abundancia Relativa	
Abundante	más de 10 individuos
Común	6- 10 individuos
Poco común	2- 5 individuos
Raro	1 individuo

Nota: Elaborado por Equipo Consultor 2026. Fuente: Stotz, Fitzpatric, Parker, & Moskovits, 1996.

Dominancia

Las curvas de Dominancia/Diversidad son un modelo de distribución mediante el cual se puede desarrollar una interpretación ecológica del estado de los ecosistemas evaluados. En las abscisas (eje x) se representan las especies, dispuestas desde la más abundante hasta la menos abundante, mientras que en el eje de las ordenadas (eje y) se presenta el número total de individuos por especie.

Dependiendo del modelo de distribución (para cada indicador) se pueden inferir los siguientes resultados (Magurran, 2004): Modelo de serie geométrica, logarítmica, normal logarítmica o log-normal, de la vara quebrada o broken stick.

Se realizará el ajuste de las curvas mediante el programa PAST (Hammer 2014), definiendo mediante análisis estadístico el tipo de modelo al que pertenece.

Para determinar, a partir del ajuste, a un determinado modelo de distribución de abundancia, se puede establecer el grado de estrés ambiental existente.

Índice de Diversidad de Shannon Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran A., 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Al combinar riqueza y abundancia el índice permite evaluar la equidad de la comunidad estudiada. La función logarística utilizada para el análisis de este índice fue logaritmo natural (ln).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Diversidad de Simpson

Es un índice estimador de la abundancia relativa, su cálculo gira en torno al valor de abundancia proporcional de todas las especies, es más sensible a los datos de las especies más abundantes, su expresión más común es el valor de $1 - D$, siendo:

$$D = -\sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = la proporción de individuos de la especie con respecto al total de individuos del sistema

Al emplear $1 - D$ el resultado se desplaza de forma ascendente conforme se incrementa la diversidad, vinculando la magnitud del número con la riqueza y equidad del sistema (Magurran, 1988).

Índice de Chao1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao & Lee, 1992).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación es un cálculo estadístico que sirve para analizar y visualizar de mejor manera la variación en el número de especies (aumento-disminución o viceversa) que se puede dar en diferentes sitios, relacionando este tipo de procesos con el esfuerzo de captura (número de personas al muestrear) o el tiempo de muestreo que se emplee para el estudio o proyecto (Jiménez-Valverde, 2003).

Para la construcción de la curva de acumulación de especies se utilizó el estimador analítico de Mao Tau, el cual permite obtener una curva de rarefacción suavizada mediante la siguiente fórmula (Colwell et al., 2004):

$E(S_n)$ = sumatoria desde $i=1$ hasta S de:

$$[1 - ((N - N_i) C_n / N C_n)]$$

Donde:

$E(S_n)$ = número esperado de especies en una muestra de tamaño n

N = número total de individuos

N_i = número de individuos de la especie i

n = tamaño de la submuestra

C_n = combinaciones (coeficiente binomial)

Índice de similitud de Jaccard

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde a = número de especies presentes en el sitio A, b = número de especies presentes en el sitio B, c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

Análisis Clúster

Es un método que permite descubrir asociaciones y estructuras en los datos que no son evidentes a priori pero que pueden ser útiles una vez que se han encontrado. Los resultados de un Análisis de Clúster pueden contribuir a la definición formal de un esquema de clasificación, tal como una taxonomía para un conjunto de objetos, a sugerir modelos estadísticos para describir poblaciones, a asignar nuevos individuos a las clases para diagnóstico e identificación (Moreno *et al.*, 2011).

Aspectos Ecológicos

- **Nicho trófico**

Las particularidades alimenticias de la avifauna registrada en el área de estudio se establecieron en categorías de acuerdo con la dieta que presentan; esta información fue tomada básicamente de información bibliográfica especializada (Ridgely y Greenfield, 2006; Freile y Restall, 2018) y, en algunos casos, de observaciones directas de campo.

- **Hábito**

El hábito de actividad en las aves hace referencia al periodo del día en el que estas realizan la mayor parte de sus actividades esenciales, como alimentarse, reproducirse y vocalizar. Según este criterio, las aves pueden clasificarse en tres categorías. La primera categoría corresponde a “aves diurnas” e incluye a aquellos individuos con presencia entre las 07:00 y 18:00. “aves nocturnas”, son aquellas registrados entre las 20:00 a 04:00 y “aves crepusculares” matutinas, registradas entre las 04:00 y 07:00, o crepusculares vespertinas, son las aves activas entre 18:00 a 20:00 (Lira & Torres, 2012). Este comportamiento está determinado por una combinación de factores ambientales, como la luz, la temperatura y la disponibilidad de recursos, junto con adaptaciones fisiológicas específicas de cada especie.

Para identificar el hábito de actividad de las especies estudiadas, se utilizó como referencia la Guía de Aves del Ecuador (Ridgely & Greenfield, 2006) y se complementó con observaciones directas en campo sobre los patrones de actividad de las aves.

- **Estrato de forrajeo**

El término "estrato de forrajeo" hace referencia a los diferentes niveles o alturas dentro de un hábitat en los que las aves buscan y obtienen su alimento, desde el nivel del suelo (estrato terrestre) hasta las copas de los árboles (estrato arbóreo) o incluso en vuelo (estrato aéreo). Esta clasificación es fundamental para comprender las interacciones ecológicas y la partición del nicho

entre especies, ya que la segregación por estratos reduce la competencia directa entre aves que coexisten en un mismo entorno. Los estratos de forrajeo son determinados por factores como la disponibilidad de recursos, las adaptaciones morfológicas y de comportamiento de las especies, y las perturbaciones humanas al ecosistema (MacArthur, 1958).

En estudios recientes, se ha incorporado una mayor atención a los microhábitats y al impacto de las actividades humanas, como la deforestación y la pérdida del sotobosque debido a la ganadería. La eliminación de los estratos inferiores, como el sotobosque, afecta de manera significativa a las aves especializadas que dependen de estos hábitats, muchas de las cuales presentan una alta vulnerabilidad a los cambios ambientales (Bregman et al., 2016; Edwards et al., 2017). Además, investigaciones sobre redes tróficas sugieren que las aves que utilizan múltiples estratos pueden desempeñar roles clave en la resiliencia del ecosistema, al conectar diferentes niveles del hábitat y facilitar procesos como la dispersión de semillas y el control de insectos (Deikumah et al., 2015; Tschardt et al., 2012).

Esta clasificación es una herramienta esencial para estudios ecológicos, ya que permite evaluar cómo las especies utilizan su entorno y cómo las alteraciones humanas pueden afectar la estructura y funcionalidad de los ecosistemas.

- **Migración**

La migración de aves se refiere al movimiento estacional predecible que realizan diversas especies en respuesta a factores como la disponibilidad de recursos, las variaciones climáticas o las necesidades reproductivas. Este fenómeno puede abarcar desplazamientos de largas distancias entre áreas de reproducción y de invernada, o traslados más limitados dentro de un rango geográfico específico (Ridgely & Greenfield, 2006). La Convención sobre las Especies Migratorias (CMS), a través de su Registro Mundial de Especies Migratorias, establece criterios claros para identificar y monitorear especies migratorias, destacando la importancia de estas en la conectividad ecológica y la conservación global (CMS, 2024). El análisis de los patrones migratorios de aves en este estudio consideró los parámetros establecidos tanto en la literatura especializada como en los lineamientos internacionales de la CMS, reconociendo la relevancia de proteger las rutas migratorias y los hábitats críticos para las especies.

- **Endemismo**

Constituyen las especies que presentan algún grado de endemismo a nivel local, nacional o regional, éstas se basan en la revisión de bibliografía proveniente de publicaciones científicas especializadas para cada grupo, a nivel nacional se tomarán aves de Ecuador (Ridgely y Greenfield, 2006; Freile y Restall, 2018) e información de la IUCN (IUCN, 2025).

- **Estado de Conservación**

Corresponde a las especies registradas en alguna categoría de amenaza a nivel nacional en las respectivas listas y/o libros rojos (Freile et al., 2019) y a nivel internacional basados en el RED LIST de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza "UICN" (IUCN, 2025) y los correspondientes apéndices dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres "CITES" (UNEP-WCMC (Comps.), 2025).

- **Especies indicadoras**

Un indicador es una especie o grupo de especies cuya presencia informa sobre ciertas características ecológicas, este grupo facilita las comparaciones de la riqueza entre lugares y entre tiempos (Villareal et al., 2004).

- **Especies sensibles**

La sensibilidad de las especies de aves, acorde a Stotz (1996) hace referencia a un enfoque utilizado para evaluar el nivel de especialización de las aves en distintos hábitats, basado en su susceptibilidad a cambios ambientales, especialmente en ecosistemas tropicales de América del Sur. Este concepto fue introducido por Douglas F. Stotz y sus colegas en el contexto de estudios de conservación, particularmente en la Amazonía, y está vinculado a la capacidad de las aves para persistir en hábitats alterados o fragmentados. Esta clasificación permite dilucidar a las especies entre especies con sensibilidad alta, media o baja, permitiendo identificar los siguientes criterios según su sensibilidad a la perturbación de su hábitat:

Especies sensibles: Estas especies dependen estrictamente de hábitats primarios y son altamente vulnerables a la deforestación y degradación. Son indicadores clave de la salud de los bosques y tienden a desaparecer rápidamente cuando se altera su hábitat.

Especies intermedias: Tienen cierta capacidad de adaptación y pueden persistir en hábitats secundarios o fragmentados, aunque su abundancia suele disminuir en comparación con áreas primarias.

Especies tolerantes: Son generalistas en términos de hábitat y dieta, lo que les permite sobrevivir y, a veces, prosperar en áreas degradadas o modificadas por el ser humano.

- **Uso del recurso**

Hace referencia al uso de diferentes especies de aves por parte de la comunidad aledaña al área de estudio; siendo este alimenticio, ritual o para venderlos como partes constitutivas o comercio de especímenes vivos (mascotas). Para este análisis se toma en cuenta a las especies registradas cuantitativamente como cualitativamente, junto con la información que procede del asistente de campo, quien vive en las cercanías del área de influencia.

- **Resultados**

Composición

Se registraron un total de 160 individuos pertenecientes a 33 especies agrupadas en 21 familias y 8 órdenes avifaunísticos. La familia con mayor riqueza de aves es Tyrannidae con 7 especies registradas. Mientras que, Passeriformes es el orden con mayor riqueza de familias (13) y especies (22) registradas.

Tabla 8-2-52. Orden, familia y especies de aves registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre común	PFC-OR001	PFC-OR002	PFC-OR003
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán Zancón		X	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Amazilia Ventrirrufa	X	X	
		<i>Helimaster longirostris</i>	Helimáster Piquilargo	X		X
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo Cabecirrojo			X
		<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro	X	X	X
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Apical	X		
		<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	X	X	X
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Piquiestriado	X	X	
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteogallus meridionalis</i>	Gavilán Sabanero	X	X	X
	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	X		X
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus chrysogaster</i>	Picogrueso Ventriero	X		
	Corvidae	<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca Coliblanca	X		
	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero Patipálido	X	X	X
		<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepatroncos Cabecilistado	X		X
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azuliblanca	X		
	Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero Filiblanco	X	X	X
		<i>Sturnella bellicosa</i>	Pastorero Peruano			X
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Sisonte Colilargo	X	X	X
	Poliopitidae	<i>Poliopitila plumbea</i>	Perlita Tropical	X	X	X
	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus bernardi</i>	Batará Collarejo	X	X	
	Thraupidae	<i>Conothraupis speculigera</i>	Tangara Negriblanca		X	
		<i>Sicalis flaveola</i>	Pinzón Sabanero Azafranado	X	X	X
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Soterrey Ondeado	X	X	
	Turdidae	<i>Turdus reevei</i>	Mirlo Dorsiplomizo		X	
	Tyrannidae	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	Tirano Enano Frentileonado	X	X	
		<i>Muscigralla brevicauda</i>	Tiranito Colicorto	X	X	
		<i>Myiarchus phaeocephalus</i>	Copetón Coronitizado	X	X	
		<i>Myiodynastes bairdii</i>	Mosquero de Baird	X	X	
		<i>Myiopagis subplacens</i>	Elenita del Pacífico	X	X	X

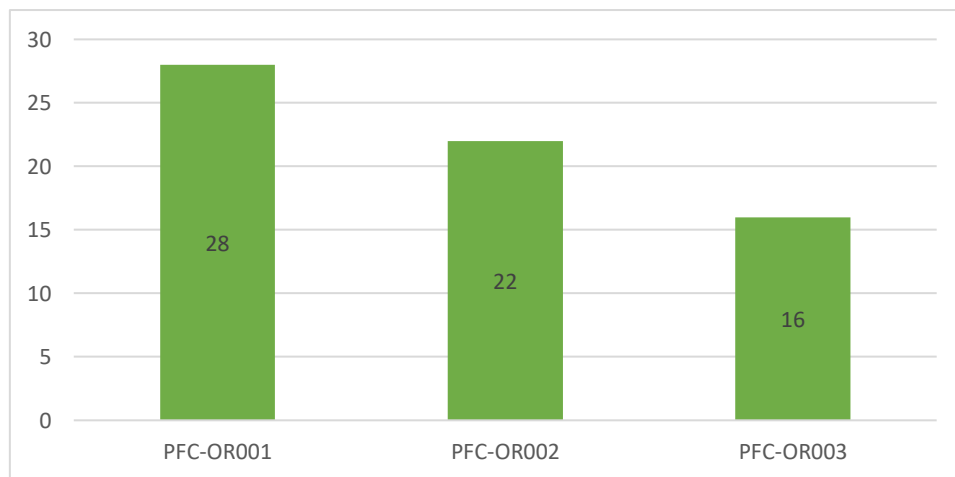
Orden	Familia	Especie	Nombre común	PFC-OR001	PFC-OR002	PFC-OR003
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	X		X
		<i>Tyrannus niveigularis</i>	Tirano Goliníveo	X	X	X
	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Ojirrojo	X	X	
Piciformes	Picidae	<i>Veniliornis callonotus</i>	Carpintero Dorsiescarlata	X		

Nota: Elaborado por Equipo Consultor, 2026. Fuente: Equipo Consultor 2026; PFC: Proyecto fotovoltaico La Ceiba; OR: Ornitofauna

Riqueza

En el punto PFC-OR001 se registraron 28 especies, seguido de 22 especies en PFC-OR002 y finalmente, se registró 16 especies en el sitio PFC-OR003.

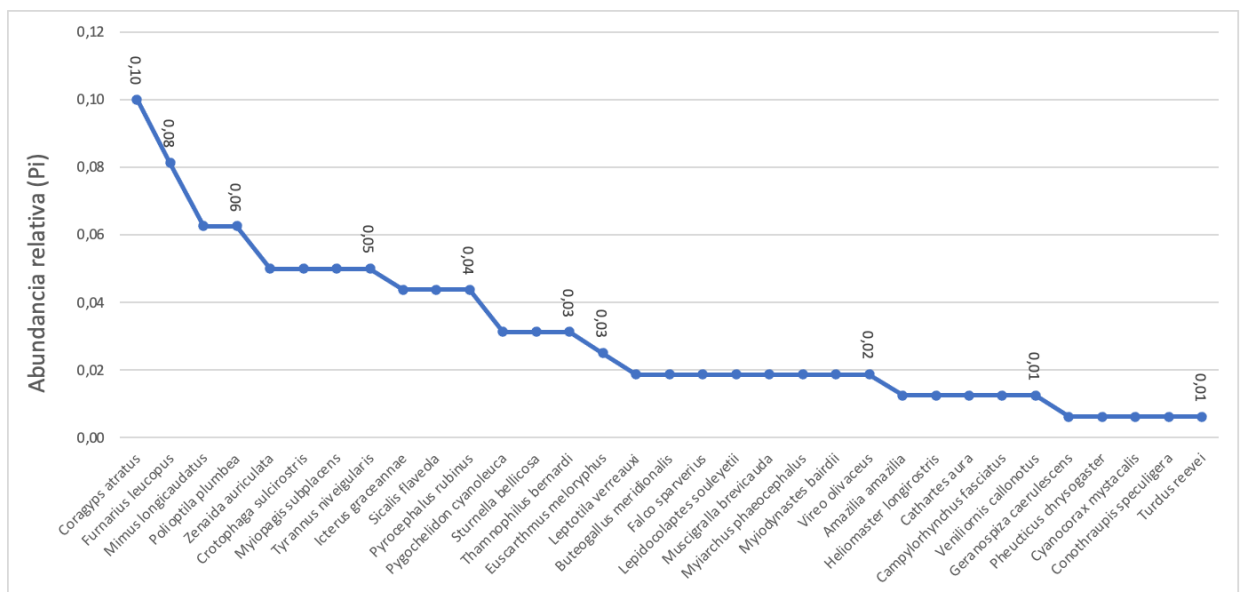
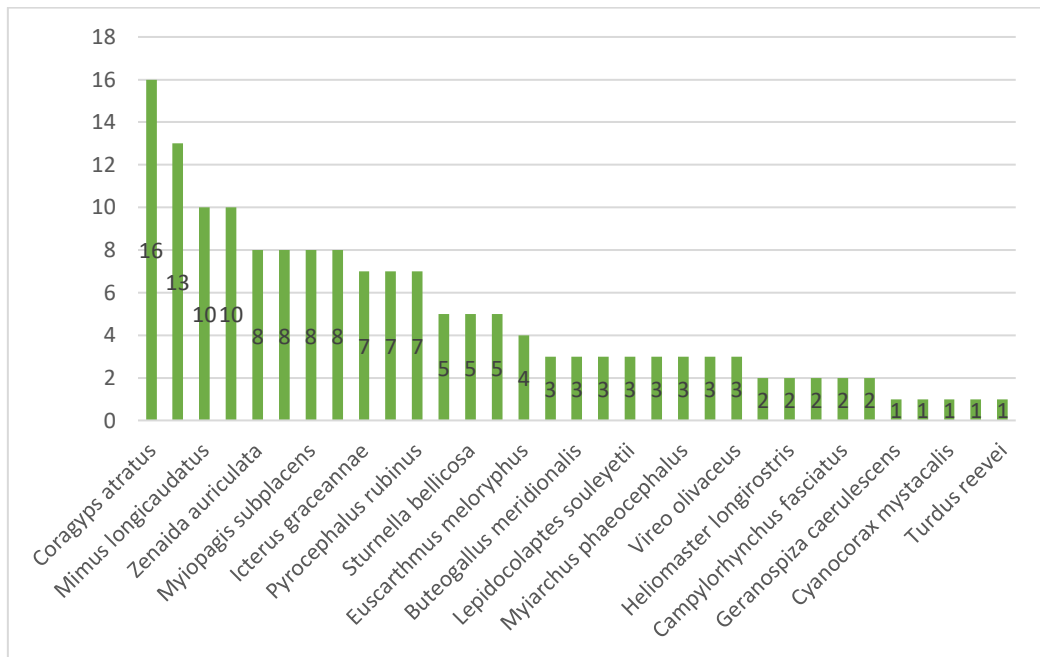
Figura 8-2-36. Riqueza de especies de aves registradas



Nota: Elaborado por Equipo Consultor, 2026. Fuente: Equipo Consultor 2026; PFC: Proyecto fotovoltaico La Ceiba; OR: Ornitofauna

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Un total de 160 aves fueron registradas en los tres sitios muestreados en el área de estudio. La especie más abundante fue *Coragyps atratus* (Galinazo negro) con 16 individuos registrados. Mientras que, 5 especies (*Geranoospiza caerulescens*, *Pheucticus chrysogaster*, *Cyanocorax mystacalis*, *Conothraupis speculigera*, *Turdus reevei*) con solo un individuo cada una, se consideran raras.



- Resultados por sitio muestreado

Sitio PFC-OR001

Riqueza

Se registraron un total de 28 especies agrupadas en 19 familias y 07 órdenes avifaunísticos. La familia con mayor riqueza de aves es Tyrannidae con 07 especies registradas. Mientras que, Passeriformes es el orden con mayor riqueza de familias (12) y especies (19) registradas.

Tabla 8-2-53. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR001

Orden	Familia	Especie
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>
		<i>Helimaster longirostris</i>
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>
		<i>Zenaida auriculata</i>
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteogallus meridionalis</i>
	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus chrysogaster</i>
	Corvidae	<i>Cyanocorax mystacalis</i>
	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>
		<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>
	Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>
	Poliophtilidae	<i>Poliophtila plumbea</i>
	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus bernardi</i>
	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>
	Tyrannidae	<i>Euscarthmus meloryphus</i>
		<i>Muscigralla brevicauda</i>
		<i>Myiarchus phaeocephalus</i>

Orden	Familia	Especie
		<i>Myiodynastes bairdii</i>
		<i>Myiopagis subplacens</i>
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>
		<i>Tyrannus niveigularis</i>
	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>
Piciformes	Picidae	<i>Veniliornis callonotus</i>

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Un total de 75 individuos de aves fueron registradas en el sitio PFC-OR001. Las especies más comunes fueron *Furnarius leucopus* (Hornero patipálido) y *Mimus longicaudatus* (Sisonte colilargo) con 07 y 06 individuos registrados, respectivamente. Mientras que, 08 especies (*Amazilia amazilia*, *Buteogallus meridionalis*, *Campylorhynchus fasciatus*, *Cyanocorax mystacalis*, *Euscarthmus meloryphus*, *Falco sparverius*, *Heliomaster longirostris*), con solo un individuo cada una, se consideran raras.

Tabla 8-2-54. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR001

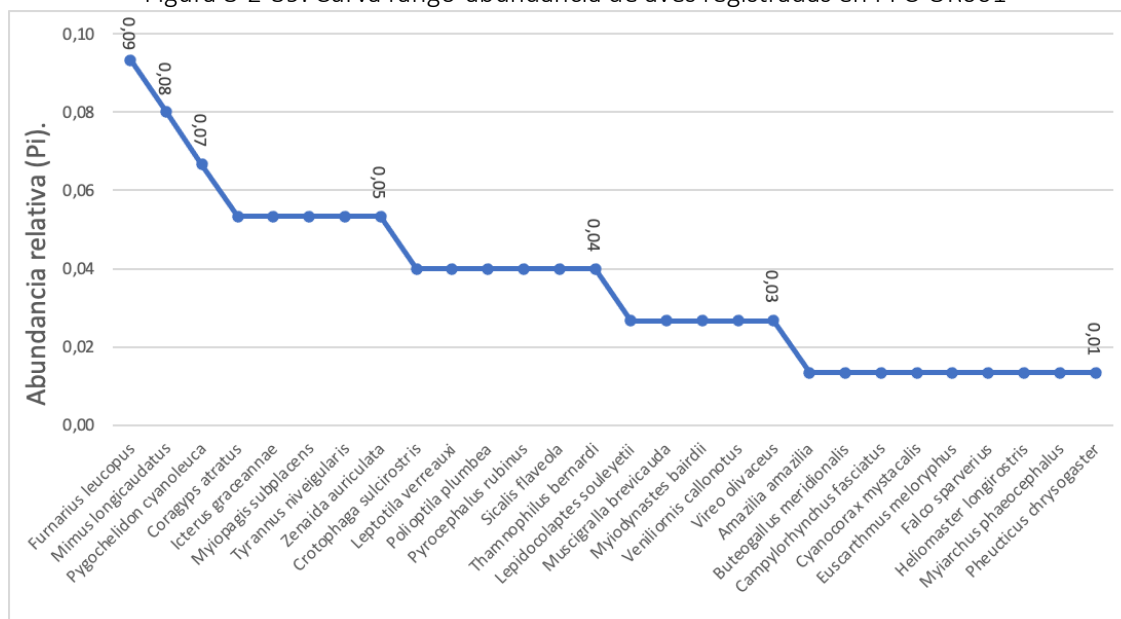
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Furnarius leucopus</i>	7	0,09
<i>Mimus longicaudatus</i>	6	0,08
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	5	0,07
<i>Coragyps atratus</i>	4	0,05
<i>Icterus graceannae</i>	4	0,05
<i>Myiopagis subplacens</i>	4	0,05
<i>Tyrannus niveigularis</i>	4	0,05
<i>Zenaida auriculata</i>	4	0,05
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	3	0,04
<i>Leptotila verreauxi</i>	3	0,04
<i>Polioptila plumbea</i>	3	0,04
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	3	0,04
<i>Sicalis flaveola</i>	3	0,04
<i>Thamnophilus bernardi</i>	3	0,04
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	2	0,03

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Muscigralla brevicauda</i>	2	0,03
<i>Myiodynastes bairdii</i>	2	0,03
<i>Veniliornis callonotus</i>	2	0,03
<i>Vireo olivaceus</i>	2	0,03
<i>Amazilia amazilia</i>	1	0,01
<i>Buteogallus meridionalis</i>	1	0,01
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	1	0,01
<i>Cyanocorax mystacalis</i>	1	0,01
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	1	0,01
<i>Falco sparverius</i>	1	0,01
<i>Helimaster longirostris</i>	1	0,01
<i>Myiarchus phaeocephalus</i>	1	0,01
<i>Pheucticus chrysogaster</i>	1	0,01
TOTAL	75	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Se puede apreciar en general que la curva de las especies en el sitio PFC-OR001 se distribuye mayoritariamente de manera equitativa y descendente, con unas pocas especies (*Furnarius leucopus*, *Mimus longicaudatus*, *Pygochelidon cyanoaleuca*) que presentan una abundancia relativa mayor a las del resto de especies.

Figura 8-2-39. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Sitio PFC-OR002

Riqueza

Se registraron un total de 21 especies agrupadas en 15 familias y 07 órdenes avifaunísticos. La familia con mayor riqueza de aves es Tyrannidae con 06 especies registradas. Mientras que, Passeriformes es el orden con mayor riqueza de familias (09) y especies (15) registradas.

Tabla 8-2-55. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR002

ÓRDEN	Familia	Especie
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteogallus meridionalis</i>
Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>
	Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>
	Poliophtilidae	<i>Poliophtila plumbea</i>
	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus bernardi</i>
		<i>Sicalis flaveola</i>
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>
	Turdidae	<i>Turdus reevei</i>
	Tyrannidae	<i>Euscarthmus meloryphus</i>
		<i>Muscigralla brevicauda</i>
		<i>Myiarchus phaeocephalus</i>
		<i>Myiodynastes bairdii</i>
		<i>Myiopagis subplacens</i>
		<i>Tyrannus niveigularis</i>
	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Un total de 45 individuos de aves fueron registradas en el sitio PFC-OR002. Las especies más abundantes fueron *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero piquiestriado) y *Polioptila plumbea* (Perlita Tropical) con 05 individuos registrados, cada una. Mientras que, 12 especies con solo un individuo cada una, se consideran raras y representan el 57% de la abundancia total registrada en este sitio de muestreo.

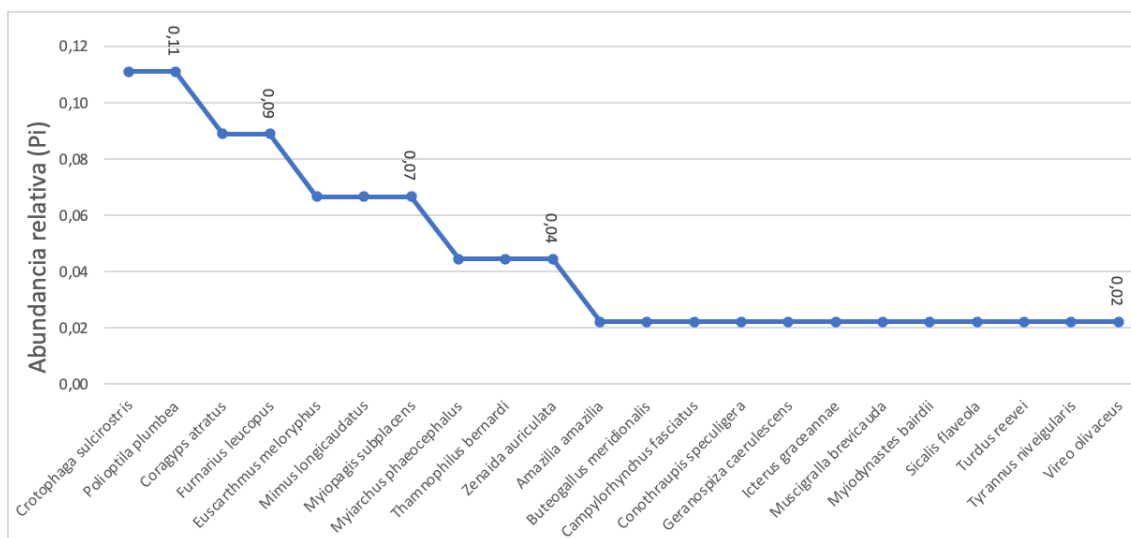
Tabla 8-2-56. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR002

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	5	0,11
<i>Polioptila plumbea</i>	5	0,11
<i>Coragyps atratus</i>	4	0,09
<i>Furnarius leucopus</i>	4	0,09
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	3	0,07
<i>Mimus longicaudatus</i>	3	0,07
<i>Myiopagis subplacens</i>	3	0,07
<i>Myiarchus phaeocephalus</i>	2	0,04
<i>Thamnophilus bernardi</i>	2	0,04
<i>Zenaida auriculata</i>	2	0,04
<i>Amazilia amazilia</i>	1	0,02
<i>Buteogallus meridionalis</i>	1	0,02
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	1	0,02
<i>Conothraupis speculigera</i>	1	0,02
<i>Geranospiza caerulescens</i>	1	0,02
<i>Icterus graceannae</i>	1	0,02
<i>Muscigralla brevicauda</i>	1	0,02
<i>Myiodynastes bairdii</i>	1	0,02
<i>Sicalis flaveola</i>	1	0,02
<i>Turdus reevei</i>	1	0,02
<i>Tyrannus niveigularis</i>	1	0,02
<i>Vireo olivaceus</i>	1	0,02
TOTAL	45	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

La curva rango-abundancia indica una comunidad con alta riqueza específica (22 especies). Aunque unas pocas especies (*Crotophaga sulcirostris*, *Polioptila plumbea*, *Coragyps atratus* y *Furnarius leucopus*) concentran una mayor proporción de individuos, no dominan completamente la comunidad de aves. Además, la elevada cantidad de especies, (alrededor del 50%) con baja abundancia sugiere una comunidad diversa, en la que coexisten especies comunes y numerosas especies poco frecuentes, un patrón característico de ecosistemas con buena heterogeneidad ambiental.

Figura 8-2-40. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Sitio PFC-OR003

Riqueza

Se registraron un total de 16 especies agrupadas en 11 familias y 05 órdenes avifaunísticos. La familia con mayor riqueza de aves es Tyrannidae con 3 especies registradas. Mientras que, Passeriformes es el orden con mayor riqueza de familias (6) y especies (10) registradas.

Tabla 8-2-57. Orden, familia y especies de aves registradas en el sitio PFC-OR003

Orden	Familia	Especie
Apodiformes	Trochilidae	<i>Helimaster longirostris</i>
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>
		<i>Coragyps atratus</i>
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteogallus meridionalis</i>
	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>
Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>

Orden	Familia	Especie
		<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>
	Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>
		<i>Sturnella bellicosa</i>
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>
	Poliophtidae	<i>Poliophtila plumbea</i>
	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>
	Tyrannidae	<i>Myiopagis subplacens</i>
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>
		<i>Tyrannus niveigularis</i>

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia absoluta y abundancia relativa

Un total de 40 individuos de aves fueron registradas en el sitio PFC-OR003. La especie más común fue *Coragyps atratus* (Gallinazo negro) con 8 registrados. Mientras que, 5 especies (*Buteogallus meridionalis*, *Heliomaster longirostris*, *Lepidocolaptes souleyetii*, *Mimus longicaudatus*, *Myiopagis subplacens*), con solo un individuo cada una, se consideran raras.

Tabla 8-2-58. Abundancia absoluta y relativa de aves registradas en PFC-OR003

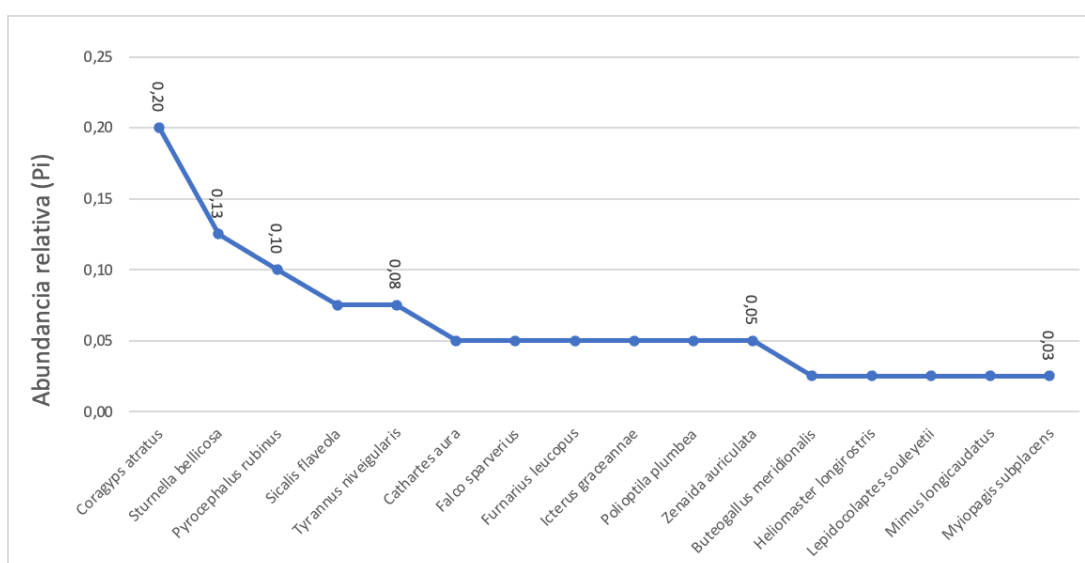
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Coragyps atratus</i>	8	0,20
<i>Sturnella bellicosa</i>	5	0,13
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	4	0,10
<i>Sicalis flaveola</i>	3	0,08
<i>Tyrannus niveigularis</i>	3	0,08
<i>Cathartes aura</i>	2	0,05
<i>Falco sparverius</i>	2	0,05
<i>Furnarius leucopus</i>	2	0,05
<i>Icterus graceannae</i>	2	0,05
<i>Poliophtila plumbea</i>	2	0,05
<i>Zenaida auriculata</i>	2	0,05
<i>Buteogallus meridionalis</i>	1	0,03

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Heliomaster longirostris</i>	1	0,03
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	1	0,03
<i>Mimus longicaudatus</i>	1	0,03
<i>Myiopagis subplacens</i>	1	0,03
TOTAL	40	1,0

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

La curva de abundancia describe una comunidad con riqueza específica moderada (16 especies), equitatividad intermedia-baja y una dominancia relativamente alta de *Coragyps atratus* y otras dos especies comunes (*Sturnella bellicosa* y *Pyrocephalus rubinus*). La distribución de las abundancias muestra que unas pocas especies concentran una gran proporción de los individuos, mientras que la mayoría presenta abundancias bajas o intermedias. Este patrón es característico de comunidades donde ciertos recursos o condiciones ambientales favorecen a un reducido grupo de especies, lo que consideraríamos al PFC-OR003 como un sitio intervenido.

Figura 8-2-41. Curva rango-abundancia de aves registradas en PFC-OR003



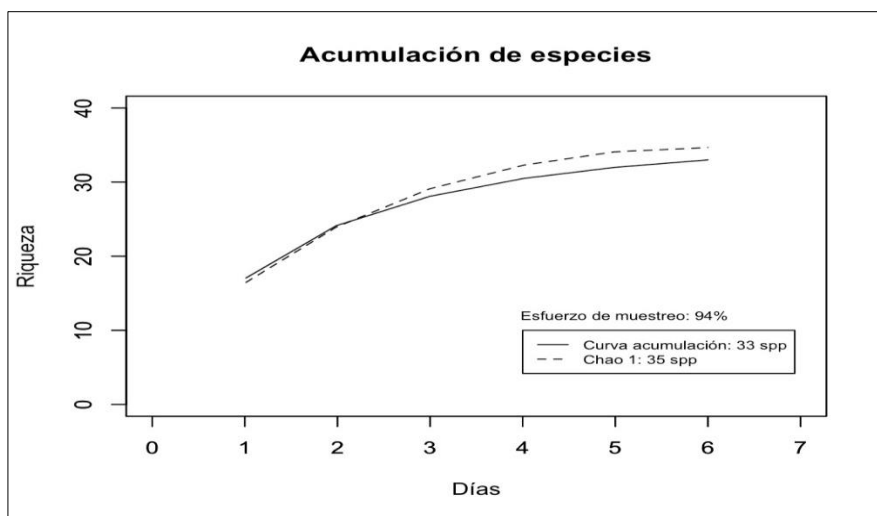
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Acumulación de especies e índice Chao.

Para este análisis se utilizaron únicamente datos cuantitativos de registros de aves en el área de estudio. La aplicación del Índice de Chao1 sugiere la presencia de 35 especies, frente a las 33 registradas en este muestreo. Los métodos utilizados han permitido registrar un número óptimo de especies de aves con alrededor del 94% de esfuerzo de muestreo en un total de 6 días muestreados. Cabe recalcar que este índice nos proyecta una visión esperada de la riqueza, aun así hay que considerar que el resultado influye únicamente sobre un área específica y que la

riqueza podría variar acorde al área y esfuerzo de muestreo pues existe una leve tendencia a la estabilización de la curva.

Figura 8-2-42. Curva de acumulación y Chao-1 para aves



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Diversidad.

Para este análisis se utilizó el índice de Shannon- Wiener en su logaritmo natural y el índice de Simpson en su forma 1-D. Los análisis fueron realizados con el software libre Past versión 5.3.

El índice de Shannon-Wiener mostró que el punto PFC-OR001 presentó la mayor diversidad de aves, con un valor de 3,34 nats/individuo, lo que evidencia una comunidad con alta riqueza de especies y una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas. Le siguió el punto PFC-OR002, con un valor de 3,12 nats/individuo, indicando también una comunidad con una riqueza de especies alta y con una estructura similar. En contraste, el punto PFC-OR003 registró el menor valor (2,74 nats/individuo), por lo que constituye el sitio menos diverso de los tres evaluados referentes a las comunidades de aves.

Por otro lado, el índice de Simpson (1-D) alcanzó su valor más alto en el punto PFC-OR001 (0,964), lo que indica una comunidad con baja dominancia y una distribución equitativa de los individuos entre las especies. Aunque algunas especies presentaron mayores abundancias relativas, como *Furnarius leucopus* (0,09; 9 %), *Mimus longicaudatus* (0,08; 8 %) y *Pygochelidon cyanoleuca* (0,06; 6 %), ninguna ejerció una dominancia marcada sobre el resto de la comunidad.

En el punto PFC-OR002, el índice de Simpson registró un valor de 0,955, reflejando igualmente una comunidad con alta equidad y baja dominancia. Las especies más abundantes fueron *Crotophaga sulcirostris* y *Poliophtila plumbea*, ambas con una abundancia relativa de 0,11 (11 %), seguidas por *Coragyps atratus* y *Furnarius leucopus*, con 0,09 (9 %) cada una. La curva rango-abundancia mostró una distribución relativamente uniforme, sin evidenciar una especie claramente dominante.

Por su parte, el punto PFC-OR003 presentó el menor valor del índice de Simpson (0,920), lo que indica una comunidad con una dominancia ligeramente mayor respecto a los otros dos puntos de

muestreo. En este sitio, *Coragyps atratus* fue la especie más abundante (0,20; 20 %), seguida por *Sturnella bellicosa* (0,125; 12,5 %) y *Pyrocephalus rubinus* (0,10; 10 %). Asimismo, *Sicalis flaveola* y *Tyrannus niveigularis* registraron abundancias relativas de 0,075 (7,5 %) cada una. Aunque estas especies concentraron una mayor proporción de individuos, el resto de la comunidad mantuvo abundancias relativamente homogéneas, por lo que la dominancia observada puede considerarse moderada.

En general, los índices de Simpson y Shannon-Weaver con valores de 0.95 y 3.33 respectivamente, nos indican que el área en estudio es diversa en cuanto al grupo de las aves. Es decir, la distribución de las diferentes especies en el área de estudio mantiene o se distribuye de manera equitativa, en la cual registros altos de algunos individuos, como es el caso de *Coragyps atratus* (gallinazo negro) y *Furnarius leucopus* (Hornero Patipálido) no representan una dominancia relevante o significativa sobre la comunidad de aves en el área donde se desarrollará el proyecto.

Tabla 8-2-59. Diversidad de aves en el área de estudio

ÍNDICES	PFC-OR001	PFC-OR002	PFC-OR003	General
Riqueza	28	22	16	33
Abundancia	75	45	40	160
Simpson	0,96	0,95	0,92	0,95
Shannon	3,34 nats/individuo	3,12 nats/individuo	2,74 nats/individuo	3,33 nats/individuo

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Similitud de Jaccard.

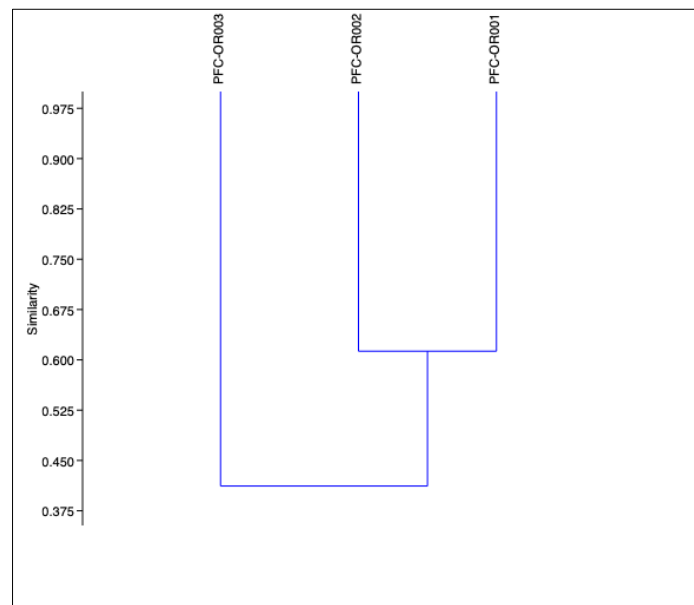
Se realizó un análisis de la similitud basado en el Índice de Jaccard y la construcción de un clúster para comprender la composición de los diferentes sitios estudiados. Se puede observar que el clúster genera un grupo representado por los puntos OR01 y OR02 con mayor similitud, alrededor del 60% de especies compartidas. El sitio OR03 presenta menos especies compartidas con los demás sitios.

Tabla 8-2-60. Índice de similitud de Jaccard para el componente aves

SITIOS	PFC-OR001	PFC-OR002	PFC-OR003
PFC-OR001	1	0,61	0,47
PFC-OR002	0,61	1	0,36
PFC-OR003	0,47	0,36	1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Figura 8-2-43. Similitud de aves – Índice Jaccard



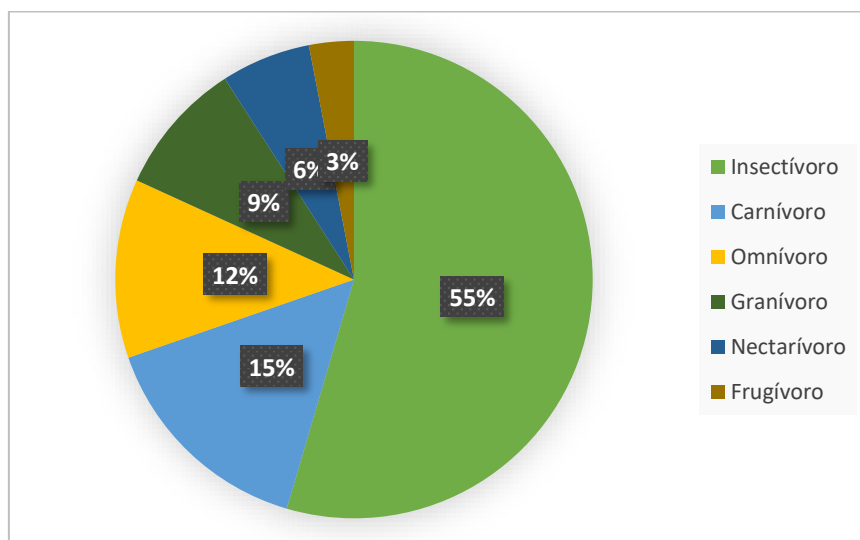
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Aspectos ecológicos

- **Nicho trófico**

Durante el levantamiento de avifauna en el área de estudio se pudo constatar que la mayoría de las especies registradas son insectívoras (55%), representando un grupo clave en el control biológico de plagas. También se reportó especies carnívoras y omnívoras, asociadas a zonas abiertas y áreas con cobertura herbácea o agrícola, que cumplen un papel esencial en la cadena trófica como “recicladores” de materia orgánica, en este caso se destaca la presencia de *Coragyps atratus* (gallinazo negro). Los gremios menos representativos en el área de estudio refieren a los Nectarívoros y Frugívoros con 6% y 3% respectivamente.

Figura 8-2-44. Gremios tróficos de las especies de aves registradas



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

En el ANEXO 8-2-3 se presenta la base de datos del componente ornitofauna.

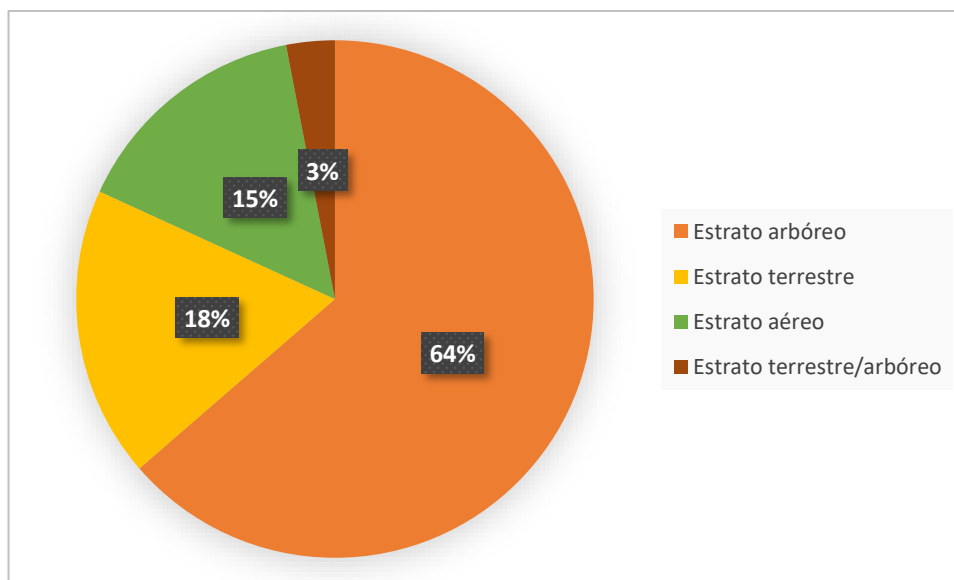
- **Hábito**

El 100% de las aves registradas en el área de estudio son de hábitos diurnos. Esto fue constatado principalmente debido al horario de registro en campo.

- **Estrato vertical**

En cuanto a los estratos de usados por la avifauna presente en el área de estudio, se ve una presencia mayoritaria del uso del estrato arbóreo o dosel, que es usado por 21 especies presentes (64% del total de especies encontradas), lo que señala la importancia de la presencia de los árboles en el sitio, puesto que es el estrato más usado. Por otro lado, el estrato terrestre con el 18%, es la segunda categoría de distribución vertical presente en el área de estudio.

Figura 8-2-45. Estrato vertical de las especies de aves registradas

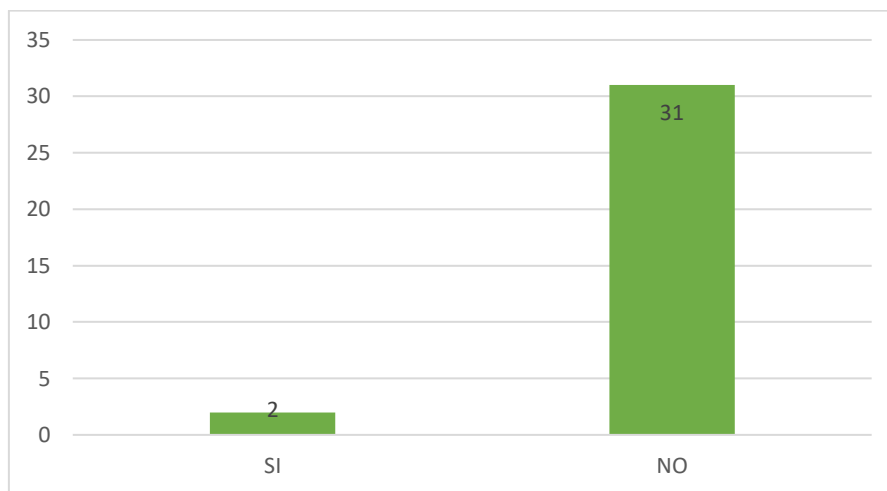


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026. En el ANEXO 8-2-3 se presenta la base de datos del componente ornitofauna.

- **Especies migratorias**

Se han identificado únicamente 02 especies calificadas como migratorias: *Conothraupis speculigera* y *Vireo olivaceus*. Tanto, *Conothraupis speculiger* se reproduce en los bosques deciduos del noroeste de Perú y suroeste de Ecuador durante la temporada de lluvias (febrero-mayo) y migra hacia la Amazonía occidental. Mientras que, *Vireo olivaceus* presenta poblaciones migratorias boreales y australes, moviéndose largas distancias, con individuos que migran desde Norteamérica hacia el norte de Sudamérica.

Figura 8-2-46. Número de especies de aves migratorias registradas



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- **Endemismo**

En cuanto al endemismo, no se encontraron especies endémicas de Ecuador, y todas las especies registradas corresponden a especies nativas.

- **Estado de conservación**

Todas las especies de aves registradas durante el monitoreo en el área de influencia se encuentran clasificadas en la categoría de Preocupación Menor (LC) en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Sin embargo, la Lista Roja de Aves del Ecuador (Freile et al., 2019) incluye a *Conothraupis speculigera* y *Myiopagis subplacens* en la categoría de Casi amenazado (NT), además incluye a *Cyanocorax mystacalis* como Vulnerable (VU). El 89% de la riqueza total de aves están incluidas en la categoría de Preocupación menor (LC). Esta clasificación indica que, a nivel nacional e internacional, dichas especies no enfrentan actualmente un riesgo elevado de extinción y mantienen poblaciones estables (UICN, 2025). Además, muchas de ellas presentan características generalistas, con alta tolerancia a entornos intervenidos, lo cual se alinea con el contexto paisajístico de la zona, compuesto por áreas agrícolas, vegetación secundaria y sectores alterados.

El 15% de las especies registradas están en el Apéndice II del CITES, la cual incluye a especies que no están necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe ser regulado para evitar que lleguen a estarlo. Se destacan a dos especies de colibries, *Amazilia amazilia*, *Buteogallus meridionalis*, *Falco sparverius*, *Geranospiza caerulescens* y *Heliomaster longirostris*.

Tabla 8-2-61. Especies de aves registradas en categorías de amenaza global y nacional

Especie	Lista Nacional	IUCN	CITES
<i>Amazilia amazilia</i>	LC	LC	Apéndice II
<i>Buteogallus meridionalis</i>	LC	LC	Apéndice II
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	LC	LC	NE
<i>Cathartes aura</i>	LC	LC	NE

Especie	Lista Nacional	IUCN	CITES
<i>Conothraupis speculigera</i>	NT	LC	NE
<i>Coragyps atratus</i>	LC	LC	NE
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	LC	LC	NE
<i>Cyanocorax mystacalis</i>	VU	LC	NE
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	LC	LC	NE
<i>Falco sparverius</i>	LC	LC	Apéndice II
<i>Furnarius leucopus</i>	LC	LC	NE
<i>Geranospiza caerulescens</i>	LC	LC	Apéndice II
<i>Helimaster longirostris</i>	LC	LC	Apéndice II
<i>Icterus graceannae</i>	LC	LC	NE
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	LC	LC	NE
<i>Leptotila verreauxi</i>	LC	LC	NE
<i>Mimus longicaudatus</i>	LC	LC	NE
<i>Muscigralla brevicauda</i>	LC	LC	NE
<i>Myiarchus phaeocephalus</i>	LC	LC	NE
<i>Myiodynastes bairdii</i>	LC	LC	NE
<i>Myiopagis subplacens</i>	NT	LC	NE
<i>Pheucticus chrysogaster</i>	LC	LC	NE
<i>Polioptila plumbea</i>	LC	LC	NE
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	LC	LC	NE
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	LC	LC	NE
<i>Sicalis flaveola</i>	LC	LC	NE
<i>Sturnella bellicosa</i>	LC	LC	NE
<i>Thamnophilus bernardi</i>	LC	LC	NE
<i>Turdus reevei</i>	LC	LC	NE
<i>Tyrannus niveigularis</i>	LC	LC	NE
<i>Veniliornis callonotus</i>	LC	LC	NE
<i>Vireo olivaceus</i>	LC	LC	NE
<i>Zenaida auriculata</i>	LC	LC	NE

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Especies indicadoras**

Varias de las aves registradas, alrededor del 44%, por ejemplo, *Zenaida auriculata*, *Coragyps atratus* y *Mimus longicaudatus*, son consideradas indicadoras de ambientes modificados o en transición, debido a su alta tolerancia a la actividad humana y su afinidad por hábitats abiertos, agroecosistemas o vegetación secundaria (Ridgely y Greenfield, 2006). La presencia de estas especies sugiere una perturbación moderada en el sitio de estudio, con estructuras vegetales simplificadas y disponibilidad de recursos muy generales.

Tabla 8-2-62. Especies de aves consideradas indicadoras de hábitat

Especies indicadoras	
Buen estado de ecosistema-bosque seco	
<i>Myiopagis subplacens</i>	
<i>Poliophtila plumbea</i>	
Prefiere bosques secos y matorrales	
<i>Cyanocorax mystacalis</i>	
<i>Muscigralla brevicauda</i>	
<i>Veniliornis callonotus</i>	
Puede adaptarse a ecosistemas alterados	
<i>Amazilia amazilia</i>	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>
<i>Cathartes aura</i>	<i>Pyrocephalus rubinus</i>
<i>Coragyps atratus</i>	<i>Sicalis flaveola</i>
<i>Falco sparverius</i>	<i>Turdus reevei</i>
<i>Furnarius leucopus</i>	<i>Vireo olivaceus</i>
<i>Mimus longicaudatus</i>	<i>Zenaida auriculata</i>
<i>Pheucticus chrysogaster</i>	
Sujeptible a degradación y fragmentación de bosque	
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	<i>Heliomaster longirostris</i>
<i>Conothraupis speculigera</i>	<i>Icterus graceannae</i>
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>
<i>Geranospiza caerulescens</i>	<i>Myiarchus phaeocephalus</i>
<i>Myiodynastes bairdii</i>	

Especies indicadoras	
<i>Thamnophilus bernardi</i>	
<i>Tyrannus niveigularis</i>	

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

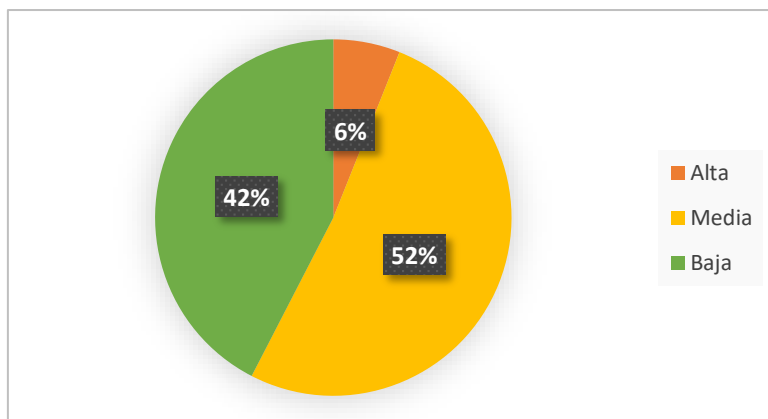
- **Sensibilidad de las especies**

El área de estudio cuenta con una presencia mayoritaria de especies de sensibilidad media con 52% de las especies. Estas especies pueden habitar tanto bosques secundarios avanzados como fragmentos de bosque, pero no prosperan en paisajes completamente abiertos y son especies que pueden verse moderadamente afectadas por actividades humanas, requiriendo aún la existencia de cierta conectividad del hábitat. Las especies registradas en esta categoría son: *Sturnella bellicosa*, *Mimus longicaudatus*, *Polioptila plumbea*, *Thamnophilus bernardi*, *Conothraupis speculigera*, *Sicalis flaveola*, *Campylorhynchus fasciatus*, *Turdus reevei*, *Euscarthmus meloryphus*, *Muscigralla brevicauda*, *Myiarchus phaeocephalus*, *Myiodynastes bairdii*, *Myiopagis subplacens*, *Pyrocephalus rubinus*, *Tyrannus niveigularis*, *Vireo olivaceus* y *Veniliornis callonotus*.

La segunda categoría de sensibilidad presente en el muestreo fueron las aves de sensibilidad baja con el 42%. Estas especies suelen ser asociadas a hábitats abiertos y perturbados, como zonas agrícolas, urbanas o plantaciones, además de tender a ser abundantes y con rangos amplios de distribución. Se enlistan las siguientes: *Heliomaster longirostris*, *Cathartes aura*, *Coragyps atratus*, *Leptotila verreauxi*, *Zenaida auriculata*, *Crotophaga sulcirostris*, *Buteogallus meridionalis*, *Falco sparverius*, *Pheucticus chrysogaster*, *Cyanocorax mystacalis*, *Furnarius leucopus*, *Lepidocolaptes souleyetii*, *Pygochelidon cyanoleuca* y *Icterus graceannae*.

La categoría de especies con sensibilidad alta tiene un aporte del 6%. Estas especies tienden a ser dependientes de hábitats primarios o condiciones específicas, así como estar restringidas a áreas con baja intervención humana, por lo que son vulnerables a la fragmentación y pérdida de hábitat, así como a la degradación ambiental. En este muestreo se registraron 02 especies: *Geranospiza caerulescens* y *Amazilia amazilia*.

Figura 8-2-47. Sensibilidad de las especies de aves



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Discusión**

La composición taxonómica registrada, dominada por el orden Passeriformes y la familia Tyrannidae, coincide con patrones típicos de ecosistemas secos y zonas intervenidas del sur del Ecuador. Este grupo incluye numerosas especies insectívoras generalistas, lo cual se refleja en la alta proporción de este gremio trófico (55%). La predominancia de aves insectívoras sugiere que, a pesar de la intervención antrópica, el área aún mantiene cierta funcionalidad ecológica, especialmente en términos de control biológico de insectos.

No obstante, la estructura de la comunidad también evidencia señales claras de perturbación. La presencia significativa de especies indicadoras de ambientes alterados, como *Zenaida auriculata*, *Mimus longicaudatus* y *Coragyps atratus*, sugiere que el paisaje presenta una matriz altamente modificada, con predominio de hábitats abiertos, fragmentados o en sucesión secundaria. Esto se refuerza con la baja representación de especies frugívoras y nectarívoras, grupos que suelen depender de una mayor complejidad estructural y disponibilidad de recursos vegetales.

El análisis por sitios revela diferencias importantes en la composición y estructura de la avifauna. El sitio PFC-OR001 presenta la mayor riqueza y abundancia, lo cual podría estar asociado a la presencia de remanentes de vegetación de ribera, que ofrecen mayor heterogeneidad de microhábitats y recursos. En contraste, el sitio PFC-OR003, caracterizado por una mayor intervención, presenta la menor riqueza (16 especies) y una mayor dominancia de pocas especies, lo que indica una simplificación de la comunidad biológica. El sitio PFC-OR002 muestra valores intermedios, aunque con una alta proporción de especies raras, lo que podría reflejar una comunidad inestable o en transición.

El análisis de similitud de Jaccard respalda estas observaciones, evidenciando una mayor afinidad entre los sitios PFC-OR001 y PFC-OR002 (61%), mientras que PFC-OR003 se muestra más diferenciado. Esta segregación sugiere que el grado de intervención y la estructura del hábitat son factores determinantes en la composición de la comunidad de aves. El análisis de similitud de Jaccard mostró que PFC-OR001 y PFC-OR002 comparten el 61 % de las especies registradas, lo que indica que ambos sitios presentan condiciones ambientales similares y una composición de avifauna comparable. En cambio, PFC-OR003 presentó una menor similitud con los otros dos puntos, lo que podría reflejar diferencias en la estructura de la vegetación, el uso del suelo o las condiciones microambientales que influyen en la distribución de las especies.

En términos ecológicos, estos resultados son consistentes con la dinámica del bosque seco tumbesino, donde la composición de las comunidades de aves responde a la heterogeneidad del paisaje y al mosaico de bosques conservados, vegetación secundaria y áreas intervenidas. La presencia de especies características del bosque seco, junto con especies generalistas, evidencia que la comunidad de aves está influenciada tanto por las condiciones naturales del ecosistema como por el grado de transformación del hábitat.

En términos de esfuerzo de muestreo, la curva de acumulación de especies y el estimador Chao1 indican que se alcanzó aproximadamente el 94% de la riqueza esperada, lo que sugiere que el inventario es representativo del área de estudio. Sin embargo, la ligera tendencia a la estabilización de la curva indica que podrían registrarse algunas especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo, especialmente aquellas de baja detectabilidad.

Desde una perspectiva ecológica, el predominio de especies de sensibilidad media (52%) y baja (42%), junto con la escasa representación de especies altamente sensibles (6%), confirma que el área presenta condiciones de perturbación moderada. Las especies sensibles, principalmente

asociadas a hábitats mejor conservados, son menos frecuentes, lo que evidencia la pérdida de condiciones óptimas para su permanencia. Asimismo, el uso predominante del estrato arbóreo (64%) resalta la importancia de los remanentes de vegetación arbórea como elementos clave para la conservación de la avifauna local.

En cuanto al estado de conservación, aunque la mayoría de las especies se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC) a nivel global, la presencia de especies catalogadas como Casi Amenazadas (NT) y Vulnerables (VU) a nivel nacional resalta la importancia del área como hábitat para especies de interés de conservación. Además, el registro de especies migratorias como *Conothraupis speculigera* y *Vireo olivaceus* evidencia el valor del área dentro de rutas o dinámicas de conectividad regional.

En conjunto, los resultados indican que el área de estudio corresponde a un ecosistema de bosque seco intervenido, con una comunidad de aves dominada por especies generalistas y adaptadas a condiciones alteradas. Si bien aún se conserva la diversidad de aves, la estructura de la comunidad refleja procesos de simplificación ecológica asociados a la fragmentación y al uso antrópico del suelo.

En este contexto, la implementación del proyecto deberá considerar medidas de manejo orientadas a la conservación de remanentes de vegetación, la restauración de áreas degradadas y el mantenimiento de conectividad ecológica, con el fin de mitigar impactos adicionales sobre la avifauna y favorecer la permanencia de especies más sensibles.

- **Conclusiones.**

El área de implantación del Proyecto Fotovoltaico alberga una comunidad de aves representativa del bosque seco tumbesino del cantón Zapotillo, registrándose 33 especies, 160 individuos, 21 familias y 8 órdenes, lo que evidencia una diversidad biológica importante dentro de un paisaje con diferentes niveles de intervención antrópica.

Los índices de diversidad reflejan una distribución relativamente equilibrada de las especies registradas. Asimismo, el estimador Chao1 y la curva de acumulación demuestran que el esfuerzo de muestreo alcanzó aproximadamente el 94 % de la riqueza esperada, por lo que el inventario obtenido puede considerarse representativo de las condiciones actuales del sitio.

La composición de la avifauna estuvo dominada por especies generalistas y adaptadas a ambientes intervenidos, principalmente Passeriformes e insectívoros, situación coherente con un paisaje donde predominan remanentes de bosque seco, vegetación secundaria, áreas agropecuarias y sectores previamente alterados. Sin embargo, la presencia de especies asociadas al bosque seco evidencia que aún persisten elementos ecológicos importantes que contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad local.

El sitio PFC-OR001 presentó la mayor riqueza y diversidad de especies debido a la presencia de remanentes de vegetación ribereña y mayor heterogeneidad estructural, mientras que PFC-OR003 registró menor riqueza y mayor dominancia de especies oportunistas, reflejando un mayor grado de intervención. Estos resultados demuestran que la conservación de los remanentes de vegetación nativa constituye un factor determinante para mantener la diversidad de aves dentro del área de influencia del proyecto.

Aunque la mayoría de las especies registradas se encuentran categorizadas como Preocupación Menor (LC) a nivel internacional, se identificaron especies consideradas Casi Amenazadas (NT) y una especie Vulnerable (VU) a nivel nacional, además del registro de dos especies migratorias. Esto resalta la importancia del área como hábitat funcional para especies de interés para la conservación y justifica la implementación de medidas específicas de manejo durante las diferentes fases del proyecto.

El predominio de especies con sensibilidad media y baja frente a la perturbación indica que la comunidad de aves presenta cierta capacidad de adaptación a las modificaciones del paisaje; sin embargo, la presencia de especies con alta sensibilidad demuestra que aún existen microhábitats que requieren ser conservados para evitar una disminución de la calidad ecológica del bosque seco.

- **Recomendaciones.**

Se recomienda implementar acciones de mitigación ambiental orientadas a conservar y restaurar microhábitats utilizados por la avifauna, como la protección de relictos de vegetación, la revegetación con especies nativas a lo largo de los bordes de la infraestructura, y la preservación de corredores ecológicos naturales, incluye los relictos de vegetación a lo largo de los cursos de agua, quebradas, etc. Además, es conveniente realizar monitoreos periódicos para evaluar posibles cambios en la composición de aves a lo largo del tiempo, especialmente en respuesta a la operación y mantenimiento de la infraestructura del proyecto. Estas medidas contribuirán a mantener el equilibrio ecológico del territorio y permitirán detectar oportunamente la influencia de las actividades del proyecto sobre la comunidad de aves.

A partir de los resultados obtenidos en el estudio de avifauna, se recomienda implementar un conjunto de medidas orientadas a la conservación y restauración de los microhábitats utilizados por las aves, priorizando la protección de los remanentes de vegetación nativa, especialmente aquellos asociados a bosque seco y vegetación de ribera, los cuales ofrecen mayor heterogeneidad estructural y disponibilidad de recursos. Es fundamental promover procesos de restauración ecológica mediante la revegetación con especies nativas que permitan recuperar la estructura vertical del hábitat (estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo), considerando que la mayoría de las especies registradas utiliza el estrato arbóreo. Asimismo, se recomienda mantener árboles aislados, cercas vivas y parches de vegetación secundaria, ya que cumplen un rol clave como sitios de percha, alimentación y conectividad en paisajes fragmentados. De igual manera, se deben establecer franjas de amortiguamiento y limitar actividades antrópicas intensivas en zonas sensibles, con el fin de reducir la fragmentación y evitar la pérdida adicional de hábitat.

En cuanto a la conectividad ecológica, es indispensable conservar y fortalecer los corredores naturales presentes en el área, destacando principalmente la vegetación de ribera asociada al río Chira y las quebradas existentes dentro del área de estudio, así como los remanentes de bosque seco que conectan los sitios con mayor similitud ecológica, como PFC-OR001 y PFC-OR002. Estos elementos del paisaje facilitan el desplazamiento de las especies, el flujo genético y la persistencia de poblaciones, por lo que deben ser integrados como componentes clave dentro del Plan de Manejo Ambiental.

Se recomienda además implementar un programa de monitoreo periódico de la avifauna, con una frecuencia al menos semestral durante las diferentes fases del proyecto, utilizando metodologías

estandarizadas como puntos de conteo y observación directa. Este monitoreo deberá enfocarse en especies indicadoras de perturbación, tales como *Zenaida auriculata*, *Mimus longicaudatus* y *Coragyps atratus*, así como en especies sensibles a la alteración del hábitat (*Geranospiza caerulescens*, *Amazilia amazilia*), especies de interés de conservación a nivel nacional (*Conothraupis speculigera*, *Cyanocorax mystacalis*, *Myiopagis subplacens*) y especies migratorias (*Conothraupis speculigera*, *Vireo olivaceus*), con el fin de evaluar cambios en la estructura de la comunidad y la efectividad de las medidas implementadas.

Se evitará la remoción innecesaria de vegetación durante los períodos de mayor presencia de especies migratorias, programando las actividades de mayor intensidad fuera de estas épocas cuando sea técnica y operativamente posible. En caso de evidenciar disminuciones significativas en la presencia de especies migratorias respecto a la línea base, deberá realizarse una evaluación técnica para determinar las causas y establecer medidas complementarias de manejo, restauración o compensación ecológica.

Se conservarán prioritariamente los remanentes de vegetación nativa y los microhábitats donde fueron registradas especies indicadoras de bosque seco, tales como *Myiopagis subplacens*, *Polioptila plumbea*, *Cyanocorax mystacalis*, *Muscigralla brevicauda* y *Veniliornis callonotus*, evitando intervenciones innecesarias en estos sectores. Se desarrollarán actividades de restauración ecológica utilizando exclusivamente especies vegetales nativas del bosque seco, priorizando la recuperación de la vegetación en los bordes de la infraestructura y en sectores con menor cobertura vegetal, con el propósito de mejorar la disponibilidad de hábitat para las especies indicadoras y favorecer la conectividad ecológica.

Finalmente, se identifica al sitio PFC-OR001 como el sector de mayor valor ecológico dentro del área de estudio, debido a su mayor riqueza, abundancia y heterogeneidad de hábitats, asociada principalmente a la presencia de vegetación de ribera. En este sentido, se recomienda priorizar este sector para la implementación de medidas de conservación, evitando intervenciones directas y estableciendo zonas de protección que garanticen la permanencia de la avifauna y el mantenimiento de las funciones ecológicas del ecosistema. En conjunto, estas acciones permitirán mitigar los impactos del proyecto y favorecer la conservación de la biodiversidad en un entorno caracterizado por un bosque seco intervenido.

En el ANEXO 8-2-3 se presenta la base de datos del componente ornitofauna, Además, se adjunta la tabla de de coordenadas sugeridas para los futuros monitoreos.

Tabla 8-2-63. Coordenadas sugeridas para monitoreos posteriores – Componente ornitofauna

COMPONENTE	CÓDIGO	X	Y	TRANSECTO	METODOLOGÍA
Ornitofauna	PFC-OR001-RN	586213	9519218	Inicio	Redes de Neblina
Ornitofauna	PFC-OR001-RN	586362	9519085	Final	Redes de Neblina
Ornitofauna	PFC-OR001-PC	585779	9519630	Inicio	Puntos de conteo
Ornitofauna	PFC-OR001-PC	586526	9518964	Final	Puntos de conteo
Ornitofauna	PFC-OR002-RN	587257	9519602	Inicio	Redes de Neblina

Ornitofauna	PFC-OR002-RN	587215	9519405	Final	Redes de Neblina
Ornitofauna	PFC-OR002-PC	586339	9520793	Inicio	Puntos de conteo
Ornitofauna	PFC-OR002-PC	586873	9519946	Final	Puntos de conteo
Ornitofauna	PFC-OR003-RN	586818	9521271	Inicio	Redes de Neblina
Ornitofauna	PFC-OR003-RN	587017	9521246	Final	Redes de Neblina
Ornitofauna	PFC-OR003-PC	586676	9521683	Inicio	Puntos de conteo
Ornitofauna	PFC-OR003-PC	587466	9521070	Final	Puntos de conteo

8.2.3.3. Herpetofauna

- **Introducción.**

En Ecuador se han registrado, hasta marzo del 2025, 698 especies de anfibios (Ron et al., 2024) y aproximadamente 512 especies de reptiles en el territorio continental y en las islas Galápagos, incluyendo especies marinas (Torres-Carvajal et al., 2024). Esta extraordinaria diversidad ubica al país como el tercero a nivel mundial en número de especies de anfibios y décimo en diversidad de reptiles, pero primero en densidad de especies por unidad de superficie, lo que resalta su relevancia biogeográfica a escala global.

Los anfibios y reptiles son organismos particularmente sensibles a las condiciones del entorno y presentan una marcada fidelidad a microhábitats específicos, seleccionados en función de sus requerimientos tróficos y eco fisiológicos. Entre los factores ambientales que influyen en la selección de hábitat se encuentran la temperatura, disponibilidad de cuerpos de agua, tipo de sustrato y cobertura vegetal. En general, muchas especies prefieren áreas con alta complejidad estructural y vegetación densa, ya que esto proporciona mayores oportunidades para la reproducción, refugio contra depredadores y disminución de la competencia inter e intraespecífica.

Debido a esta estrecha relación con su entorno, la presencia y abundancia de estos grupos faunísticos se considera un indicador confiable de la calidad ambiental, siendo ampliamente utilizados en programas de monitoreo ecológico (Belamendia, 2010).

- **Área de estudio.**

El área de estudio se encuentra al sur del Ecuador en la provincia de Loja, cantón Zapotillo, en las siguientes coordenadas referenciales: 586422, 9520607 (UTM, Zona 17 M) a una altitud aproximada de 230 msnm. En general, Zapotillo presenta una temperatura entre 22 y 25 °C y una precipitación variable entre 239 y 713 mm (PDOT Zapotillo, 2023). Esta área se ubica en una zona mayoritariamente de Bosque deciduo de tierras bajas de Jama-Zapotillo y en menor medida, zonas de Intervención, según el mapa de ecosistemas del Ecuador continental (MAE, 2013). En el área circundante se puede observar una cobertura vegetal altamente fragmentada y diferentes actividades antrópicas como expansión urbana, apertura de vías, ganadería y zonas agrícolas.

- **Fase de Campo**

Muestreo Cuantitativo. Se efectuarán muestreos diurnos y nocturnos. El muestreo diurno se realizará a las 8:00 de la mañana hasta las 12:00 aproximadamente y el muestreo nocturno desde las 19:30 hasta las 23:30. Para el muestreo de anfibios y reptiles, se utilizará y modificará las siguientes técnicas estandarizadas de muestreo propuestas por Heyer et al. (1994) y Lips et al. (2001). Este tipo de muestreo se realizará en los bosques y remanentes de bosques, áreas cercanas al proyecto.

Marcaje de transectos y Registro por Encuentro Visual — REV

Para el levantamiento cuantitativo de la herpetofauna se establecieron tres transectos lineales de 500 m de longitud × 2 m de ancho, los cuales constituyeron las unidades de muestreo estandarizadas. Cada transecto fue recorrido durante periodos diurnos y nocturnos mediante la

metodología de Registro por Encuentro Visual —REV—, aplicando un esfuerzo uniforme entre los tres sitios de muestreo.

El área cuantitativa de búsqueda correspondió exclusivamente a la franja comprendida dentro de los 2 m de ancho del transecto, es decir, un metro a cada lado de su eje central. Los individuos detectados dentro de esta franja fueron considerados registros cuantitativos y utilizados en los análisis de riqueza, abundancia, diversidad y similitud entre sitios.

Búsquedas libres complementarias

De manera adicional al muestreo cuantitativo, se efectuaron búsquedas libres de carácter cualitativo en los sectores adyacentes a cada transecto. Estas búsquedas se realizaron dentro de una franja lateral máxima de 30 m desde el eje del transecto, sin prolongar el recorrido más allá de las coordenadas de inicio y fin de la unidad de muestreo correspondiente. Por lo tanto, el área complementaria estuvo espacialmente vinculada al mismo transecto, pero no fue considerada parte de la franja cuantitativa de 500×2 m.

Durante las búsquedas libres, el observador se desplazó desde el transecto hacia microhábitats con potencial presencia de anfibios y reptiles y posteriormente retornó al mismo punto del recorrido antes de continuar avanzando. Las inspecciones se dirigieron a hojarasca acumulada, troncos caídos, cortezas desprendidas, rocas, grietas, raíces, cavidades, vegetación arbustiva, ramas bajas, cuerpos de agua temporales y otros refugios disponibles en el entorno inmediato.

Las búsquedas complementarias se realizaron en los tres transectos, bajo los siguientes criterios:

1. No sobrepasar una distancia lateral máxima de 30 m respecto al eje del transecto.
2. Mantenerse dentro del tramo comprendido entre las coordenadas de inicio y fin del transecto correspondiente.
3. Inspeccionar únicamente microhábitats accesibles, sin establecer nuevas líneas de recorrido.
4. Retornar al punto de salida del transecto después de revisar cada microhábitat.
5. Registrar la especie, número de individuos, periodo de actividad —diurno o nocturno—, microhábitat y transecto de referencia.
6. Asignar cada observación al transecto del cual se originó la búsqueda, sin considerarla como una nueva unidad de muestreo.
7. Mantener estos registros separados de la matriz cuantitativa utilizada para calcular índices ecológicos.

Debido a que estas inspecciones no contaron con una longitud lineal propia ni con una franja continua de recorrido, no se establecieron transectos adicionales, centroides ni coordenadas independientes. Su delimitación espacial estuvo definida por el eje y los extremos del transecto REV al que estuvieron asociadas, así como por la distancia lateral máxima establecida. Los registros obtenidos mediante esta modalidad fueron utilizados exclusivamente para complementar el inventario cualitativo y documentar especies de baja detectabilidad o asociadas a microhábitats no comprendidos dentro de la franja cuantitativa.

Técnicas de búsqueda

Durante los recorridos se efectuó la remoción manual y cuidadosa de hojarasca, troncos pequeños, piedras y otros refugios naturales. Después de cada inspección, los elementos removidos fueron colocados nuevamente en su posición original para reducir la alteración del microhábitat.

Los muestreos diurnos se orientaron principalmente a la detección de reptiles de actividad diurna, como lagartijas y serpientes, así como anfibios activos durante el día. Los recorridos nocturnos se enfocaron en anfibios y reptiles nocturnos, periodo en el que el método REV presenta mayor efectividad para detectar especies activas, vocalizando o expuestas sobre el suelo y la vegetación (Pearman, Velasco y López, 1995).

Tabla 8-2-64. Transectos de muestreo PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba

CÓDIGO	ORDEN	X	Y	FECHA	Elevación (m.s.n.m)	METODOLOGÍA	HÁBITAT
PFC-HR01	Inicio	586762	586762,89	9518882,00	229 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina
PFC-HR01	Final	586314	586318,00	9519132,00	220 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina
PFC-HR02	Inicio	586956	586956,65	9520822,00	242 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina
PFC-HR02	Final	586650	586650,72	9520399,00	222 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina
PFC-HR03	Inicio	586457	586628,00	9521715,00	238 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina
PFC-HR03	Final	587028	587028,54	9521442,00	235 m.s.n.m	Transectos lineales 500 x 2m, REV	Bosque seco intervenido, área de ganadería caprina

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

En el MAPA NRO. 28 se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo de herpetofauna.

Tabla 8-2-65. Esfuerzo del levantamiento de línea base biótica para herpetofauna mediante la metodología de Registro por Encuentro Visual

Punto de muestreo	Metodología	Área por transecto (m ²)	Horas/día	N.º días	Horas totales
PFC-HRO1	Transecto lineal REV	1.000	8	3	24
PFC-HRO2	Transecto lineal REV	1.000	8	3	24
PFC-HRO3	Transecto lineal REV	1.000	8	3	24
Total		3.000			92 h

Donde: REV= Registro por encuentro visual y PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Manejo de especímenes:

Para la identificación de las especies, en primer lugar, los anfibios y reptiles fueron transportados en fundas plásticas y en fundas de tela respectivamente. Los especímenes de anfibios y reptiles capturados in situ en el área del proyecto propuesto serán identificados en el campo, mediante la experiencia del investigador y mediante el uso de claves taxonómicas (Torres-Carvajal, 2007, 2001, 2000; Vitt y De La Torre, 1996; Pérez-Santos, 1991). Una vez finalizadas las fotografías de los individuos se procederá a liberarlos en su hábitat natural en la noche, después de realizar la réplica, para de esta manera evitar el recuento de las especies.

Inspecciones a sitios de apareamiento y cuerpos de agua

En el área de estudio, ubicada en la localidad de La Ceiba, cantón Zapotillo, predominan ecosistemas de bosque seco tropical con marcada estacionalidad hídrica, caracterizados por la presencia de cauces y drenajes de régimen intermitente, que permanecen secos durante gran parte del año y solo presentan escorrentía superficial en la época lluviosa (Aguirre et al., 2006; Datry et al., 2014).

Durante la inspección in situ, las coordenadas X: 586622, Y: 9521714 y X: 586541, Y: 9520753 correspondieron a lechos secos de drenajes estacionales, sin presencia de lámina de agua permanente al momento del muestreo, por lo que no constituyeron cuerpos de agua funcionales para la herpetofauna acuática o semiacuática en ese periodo (Datry et al., 2014).

No obstante, el levantamiento de información sí incluyó el muestreo de cuerpos de agua temporales y pozas residuales disponibles (Anexo fotográfico), los cuales representaron los microhábitats acuáticos funcionales presentes en el área. Esto se evidencia en el registro de especies con reproducción dependiente del agua, como *Epipedobates anthonyi*, *Leptodactylus labrosus* y *Engystomops randi*, cuya biología reproductiva está asociada a cuerpos de agua temporales o estacionales (Duellman & Trueb, 1994; Ron et al., 2022).

- **Fase de gabinete.**

Los individuos capturados se trasladaron al campamento en fundas plásticas para los anfibios y en tela los reptiles, cuidando que los mismos tengan las condiciones necesarias para su supervivencia y su liberación. Para cada espécimen se tomará datos como: hora de captura, tipo de vegetación donde fue capturado, sustrato, actividad y condiciones climáticas. Para facilitar el trabajo de identificación se fotografió un individuo de cada especie, para obtener un catálogo con referencias fotográficas de los anfibios y reptiles presentes.

Identificación de especímenes.

Los patrones de distribución y estado de conservación de las especies fueron revisados en Anfibios del Ecuador (Ron et al. 2024) y de la UICN Red List of Threatened Species (UICN, 2025).

La identificación de especies fue realizada usando la base de datos de Fauna Web, concretamente las bases de datos especializadas “Anfibios del Ecuador” y “Reptiles del Ecuador” (Ron et al 2024; Torres-Carvajal et al 2024). Además de la experiencia del investigador.

Análisis de datos.

Toda la información levantada en campo será sintetizada en una base de datos, separando a cada uno de los puntos, para así poder analizar la abundancia, riqueza y diversidad de la herpetofauna presente en el área de estudio. El procesamiento de la información se realizará a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos a base de la metodología establecida para la evaluación de la herpetofauna de las diferentes áreas de estudio, para lo cual se sigue la propuesta de por (Heyer, Donnelly, McDiarmid, Hayek, & Foster, 1994).

- **Riqueza**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxos bien conocidos y de manera puntual en tiempo y espacio (Moreno, 2001).

- **Abundancia Total y Relativa**

La abundancia total constituye el número de individuos capturados y o registrados en cada uno de los puntos de muestreo, en cada área analizada (Halffer et al. 2001) Se analizará la abundancia relativa (Pi) y la riqueza específica en cada punto, tratando de comparar el nivel de estructura y cómo van fluctuando estas variables dependientes. La curva abundancia-diversidad es una herramienta empleada para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y seminaturales (Magurran 1989), se basa en el cálculo de la abundancia relativa (Pi) dividiendo el número de individuos de la especie i para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

Donde $p_i = n_i/N$

n_i = es el número de individuos de la especie i, divididos para el número total de individuos de la muestra (N).

- Diversidad

Índice de Diversidad de Shannon Wiener

Expresa uniformidad o equitatividad de las especies, su capacidad discriminadora es pobre y tiene una moderada sensibilidad al tamaño muestral (Magurran, 1987). Su expresión de cálculo es:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

Σ = Es la sumatoria

S = Número de especies

p_i = proporción de individuos de la especie i divididos para el número total de individuos de la muestra (N).

$\ln$ = logaritmo natural de p_i

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') se calculó utilizando el logaritmo natural ($\ln$) por lo que los valores se expresan en nats, los análisis de diversidad fueron realizados mediante el programa PAST (Paleontological Statistics), a partir de las abundancias absolutas registradas en cada punto de muestreo, aplicando las fórmulas correspondientes para los índices de diversidad. Este índice mide la heterogeneidad de la comunidad considerando tanto la riqueza como la equitatividad de las especies, y no presenta categorías cualitativas predefinidas (alta, media o baja diversidad), por lo que su interpretación se basa en la comparación relativa entre sitios o comunidades (Magurran, 1988; Moreno, 2001). Es necesario mencionar que, los valores obtenidos al aplicar este índice no deberían utilizarse como criterio único y definido para expresar la biodiversidad de un área determinada, pues las escalas utilizadas en estos índices reducen el amplio espectro real de riqueza de los componentes bióticos.

Índice de Diversidad de Simpson

El índice de Simpson se utilizó en su forma complementaria ($1 - D$), donde D representa la dominancia de Simpson. En esta expresión, los valores se interpretan como una medida de equitatividad, donde valores cercanos a 1 indican una distribución más equitativa de los individuos entre las especies, mientras que valores cercanos a 0 reflejan una mayor dominancia de una o pocas especies. Este índice no presenta rangos cualitativos predefinidos (bajo, medio o alto), por lo que su interpretación se basa en comparaciones relativas entre sitios (Magurran, 1988; Moreno, 2001). $D = \sum p_i^2$

Donde:

D = Índice de Simpson

p_i = Abundancia proporcional de la especie i

El número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Este índice está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1987). Debido a que este valor es inverso a la equidad, la diversidad alfa puede calcular como $1 - \lambda$ (Moreno, 2001).

Índice de Chao-1

Estima el número de especies en una comunidad basado en el número especies raras o únicas en la muestra y el número de especies representados por dos individuos en las muestras (Colwell, 2005; Chao, 1987, 1984; Chao et al., 2000; Moreno, 2001).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Donde:

S = es el número de especies en una muestra

a = es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número “singletons”)

b = es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de “dobletons”)

- **Curva de Acumulación de Especies**

La curva de acumulación de especies se utiliza para evaluar la representatividad del muestreo y estimar el incremento progresivo del número de especies registradas en función del esfuerzo de muestreo. Matemáticamente, la acumulación de especies puede expresarse mediante la siguiente función:

$$S(n) = i = 1 \sum S [1 - (1 - p_i)^n]$$

donde **S(n)** es el número esperado de especies acumuladas, **S** es el número total de especies, **p_i** es la probabilidad de detección de la especie *i*, y **n** representa el número de unidades de muestreo. La estabilización de la curva sugiere que el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente para caracterizar la riqueza de especies del área evaluada. (Villarreal et al., 2004).

- **Coefficientes de Similitud de Jaccard**

Expresan el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras. Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: d=1-s.

El intervalo de los valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los sitios tienen la misma composición de especies.

- **Aspectos Ecológicos**

Nicho trófico

Se basará en lo propuesto por Blaustein y Wake (1990); Menéndez-Guerrero, (2001); Vitt y De la Torre (1996). Bajo esta apreciación, se utilizará la siguiente clasificación:

- Insectívoros Generalistas

- Insectívoros especialistas
- Omnívoro
- Herbívoro
- Carnívoro

Hábito

Los anfibios y reptiles de acuerdo con su actividad diaria se clasificarán en:

- Diurnos
- Nocturnos
- Diurno-nocturno

Modos Reproductivos

Se realizará un análisis del comportamiento reproductivo de las especies de anfibios y reptiles encontrados, para ello se utiliza la clasificación propuesta por Duellman y Trueb 1994, los cuales identifican 27 modos reproductivos en las ranas y sapos.

Distribución Vertical

El análisis de la distribución vertical de los anfibios y reptiles registrados en el área de influencia se basará en una división del bosque en cuatro estratos (Duellman, 1989 y Duellman, 1990):

- Dosel $\rightarrow (Do) = >15$ m
- Estrato medio $\rightarrow (Em) = 5$ m-15 m
- Sotobosque $\rightarrow (St) = 0$ -5 m, y
- Terrestre $\rightarrow (Te) = 0$ m

Sensibilidad de las Especies

La sensibilidad ecológica de las especies de herpetofauna fue determinada con base en la información obtenida durante el levantamiento de la línea base, considerando las características ecológicas, biológicas y de conservación de los anfibios y reptiles registrados en el área de estudio. Para ello, se realizó un análisis integrando aspectos como el estado de conservación, el grado de endemismo, la amplitud de distribución geográfica, la dependencia de microhábitats específicos, los requerimientos reproductivos, la tolerancia a la alteración del hábitat y la especialización ecológica de cada especie.

En el caso de los anfibios, se otorgó especial importancia a la dependencia de ambientes húmedos y cuerpos de agua para la reproducción, la permeabilidad de la piel y la limitada tolerancia a cambios en las condiciones microclimáticas, características que los convierten en excelentes indicadores de la calidad ambiental (Duellman & Trueb, 1994; Wells, 2007). Para los reptiles, se consideró principalmente la especificidad del hábitat, la disponibilidad de refugios, los requerimientos térmicos y la capacidad de persistir en ambientes con diferentes grados de intervención.

Como información complementaria para contextualizar la vulnerabilidad de las especies registradas, se consultaron las categorías de conservación de la Lista Roja de la UICN (IUCN, 2025), las bases de datos Anfibios del Ecuador (Ron et al., 2024) y Reptiles del Ecuador (Torres-Carvajal et al., 2024), así como los apéndices de CITES (2024). Sin embargo, estas categorías no fueron utilizadas como único criterio para establecer la sensibilidad ecológica, sino que fueron integradas junto con las características ecológicas y biológicas propias de cada especie.

Para determinar la sensibilidad de las especies de anfibios y reptiles se utilizaron los siguientes criterios:

- **Sensibilidad Alta:** Define a aquellas especies que muestran una extrema vulnerabilidad intrínseca o legal. Incluye taxones endémicos, especies bajo categorías de amenaza crítica según los Libros Rojos del Ecuador y la UICN (En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable), especies reguladas en el Apéndice I de la CITES. Asimismo, integra a herpetos con baja densidad poblacional en el área de estudio, alta especialización de nicho trófico o de hábitat (ej. dependencia estricta de coberturas boscosas continuas), especies con alta presión por tráfico de silvestre y cacería.
- **Sensibilidad Media:** Agrupa a especies que evidencian una vulnerabilidad moderada ante perturbaciones o que cuentan con rangos de distribución locales o regionales estables. Se consideran en este nivel a los anfibios y reptiles catalogados como Casi Amenazados (NT) o con Datos Insuficientes (DD), y aquellos incluidos en el Apéndice II de la CITES. También abarca especies con poblaciones poco frecuentes en los muestreos, especies de baja movilidad relativa.
- **Sensibilidad Baja:** Comprende a especies generalistas y de amplia distribución geográfica, que demuestran una alta resiliencia y tolerancia frente a la fragmentación o degradación del hábitat. Estas especies poseen requerimientos ecológicos amplios, no se encuentran bajo categorías de amenaza o restricciones comerciales, y sus poblaciones locales son estables, manteniendo un bajo nivel de sensibilidad ante las actividades del proyecto.

Modos o Patrones Reproductivos de los Anfibios

Este aspecto es sumamente importante, ya que los anfibios constituyen uno de los componentes bióticos con mayor variedad de estrategias reproductivas, generalmente asociadas a los microhábitats donde se desarrollan, factor que los vuelve muy susceptibles a los cambios y transformaciones en la estructura de su hábitat. Se entiende como estrategias reproductivas, tanto al factor de ovoposición como al factor de desarrollo, que incluyen: el sitio de ovoposición, características del óvulo, tasa y duración del desarrollo, estado y tamaño de la cría y cuidado parental.

Estado de Conservación

Estas características también pueden ser aplicables, si de sensibilidad de especies se trata, por lo que en el presente estudio se utiliza de referencia. Además de ello se incluye el endemismo, las categorías IUCN., 2025 y los Libros Rojos de Anfibios (Ron et al., 2024) y la CITES, 2025.

Uso del Recurso

Se presenta información del uso que las comunidades le dan a las diferentes especies registradas de anfibios y reptiles y se realizará a través de encuestas informales.

Toda la información levantada en campo será sintetizada en una base de datos, separando a cada uno de los puntos, para así poder analizar la abundancia, riqueza y diversidad de la herpetofauna presente en el área de estudio.

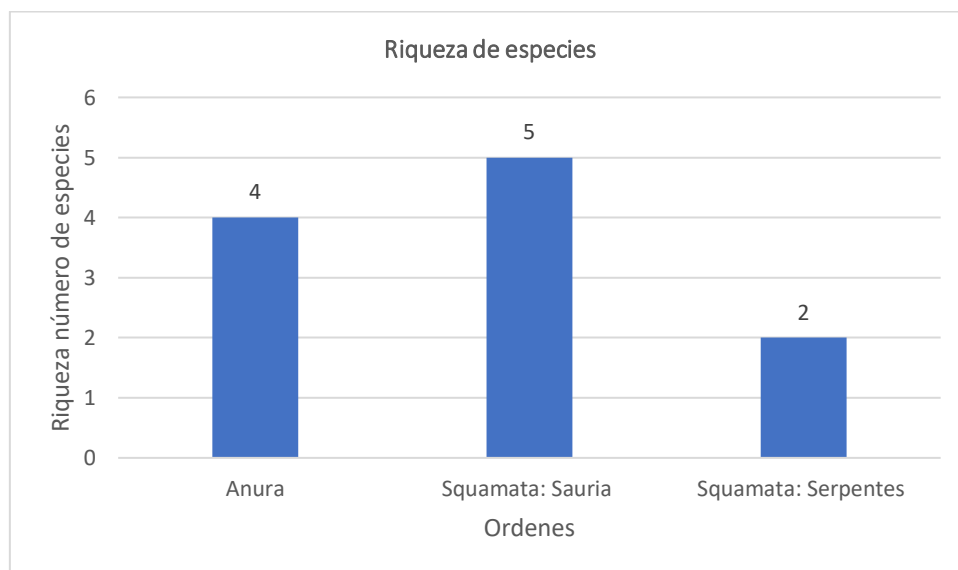
El procesamiento de la información se realizará a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos a base de la metodología establecida para la evaluación de la herpetofauna de las diferentes áreas de estudio, para lo cual se sigue la propuesta de por (Heyer, Donnelly, McDiarmid, Hayek, & Foster, 1994).

- **Resultados y composición.**

Riqueza.

La riqueza total registrada en el área de estudio fue de 11 especies (Tabla 8.2.63). Al comparar los puntos de muestreo, el sitio PFC-HR01 presentó la mayor riqueza específica, mientras que PFC-HR03 mostró el menor número de especies registradas. Estas diferencias reflejan variaciones locales en la estructura del hábitat y en la disponibilidad de microhábitats favorables para la herpetofauna (Fig. 8.54).

Figura 8-2-48. Riqueza y abundancia de las especies de anfibios y reptiles registrados en los diferentes puntos del levantamiento de línea base biótica PFC-HR= Proyecto



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-66. Composición taxonómica de la herpetofauna registrada por sitio del muestreo levantamiento de línea base biótica.

Orden	Familia: Subfamilia	Nombre Científico	PFC-HR01	PFC-HR02	PFC-HR03
Anura	Dendrobatidae	<i>Epipedobates anthonyi</i>	X	X	X
Anura	Bufo	<i>Rhinella bella</i>	X	X	X
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus labrosus</i>	X	X	X
Anura	Leptodactylidae	<i>Engystomops randi</i>			X
Squamata: Sauria	Iguanidae: Iguaninae	<i>Iguana iguana</i>	X		

Orden	Familia: Subfamilia	Nombre Científico	PFC-HR01	PFC-HR02	PFC-HR03
Squamata: Sauria	Iguanidae: Tropidurinae	<i>Microlophus occipitalis</i>	X	X	X
Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Oxyrhopus fitzingeri</i>	X		
Squamata: Sauria	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus reissii</i>	X	X	X
Squamata: Sauria	Teiidae	<i>Callopistes flavipunctatus</i>	X	X	
Squamata: Sauria	Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus puyango</i>	X		
Squamata: Serpientes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Pseudalsophis elegans</i>		X	

La presencia de cada especie en los sectores (PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba) PFC-HR01, PFC-HR02 y PFC-HR03 se indica con "X".

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

• Resultados desagregados por sitio de muestreo

Con el fin de facilitar la comparación espacial, a continuación, se presentan los resultados por cada sitio (PFC-HR01, PFC-HR02 y PFC-HR03), incluyendo riqueza, abundancia absoluta, abundancia relativa, curva de abundancia e índices de diversidad (Shannon–Wiener H' con $\ln$, en nats; y Simpson en su forma complementaria $1-D$).

Tabla 8-2-67. Resumen de métricas por sitio del muestreo levantamiento de línea base biótica para herpetofauna.

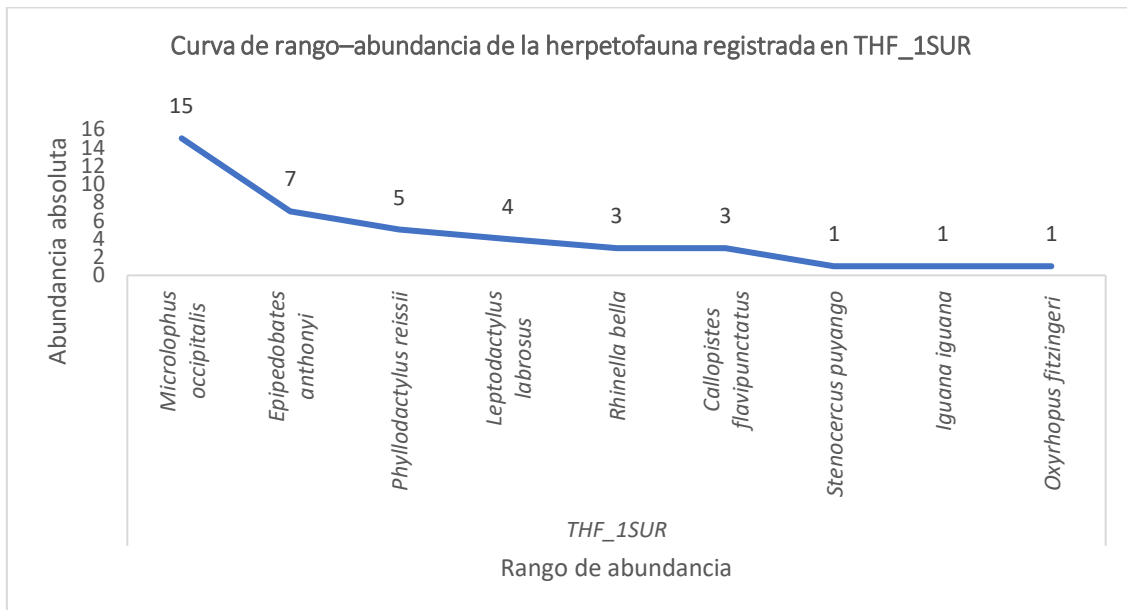
Sitio	Riqueza (S)	Abundancia total (N)	Especie dominante	Spp/frecuencia	Especies Dominantes/%	Shannon H' ($\ln$) / Simpson ($1-D$)
PFC-HR01	9	40	<i>Microlophus occipitalis</i>	15	37.50	1,828 nats/individuo / 0,79
PFC-HR02	7	38	<i>Microlophus occipitalis</i>	12	31.58	1,687 nats/individuo / 0,7895
PFC-HR03	6	31	<i>Epipedobates anthonyi</i>	12	38.71	1,504 nats/individuo / 0,7347

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

PFC-HR01

Riqueza: 9 especies. Abundancia absoluta: 40 individuos. Abundancia relativa (principales especies): *Microlophus occipitalis* (15 ind.; 37.5%), *Epipedobates anthonyi* (7 ind.; 17.5%), *Phyllodactylus reissii* (5 ind.; 12.5%).

Figura 8-2-49. Curva de rango–abundancia para PFC-HR01 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta)

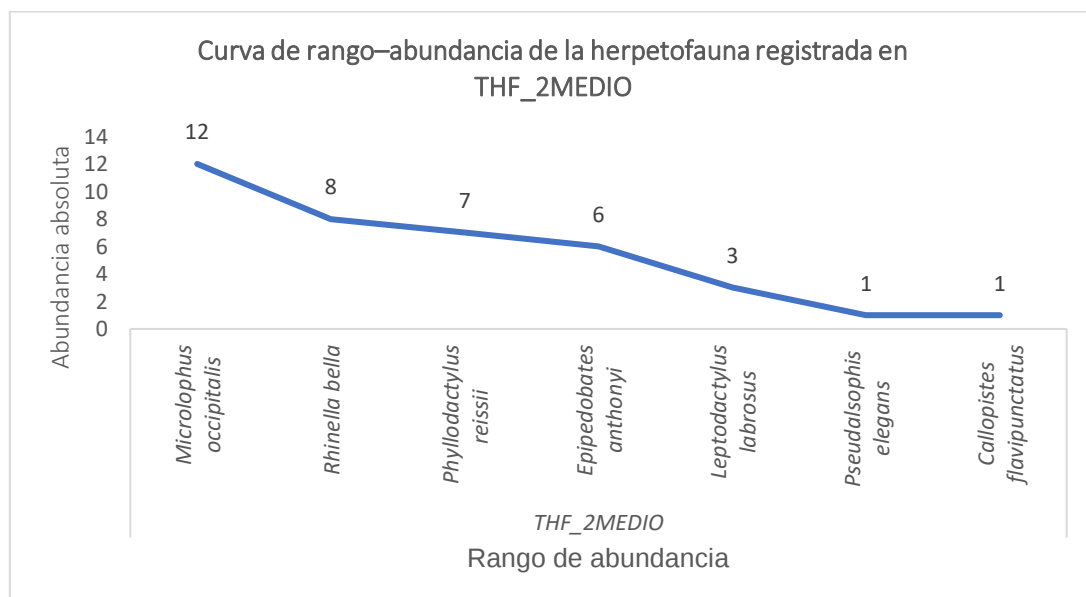


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

PFC-HR02

Riqueza: 7 especies. Abundancia absoluta: 38 individuos. Abundancia relativa (principales especies): *Microlophus occipitalis* (12 ind.; 31.6%), *Rhinella bella* (8 ind.; 21.1%), *Phyllodactylus reissii* (7 ind.; 18.4%).

Figura 8-2-50. Curva de abundancia para PFC-HR02 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta).

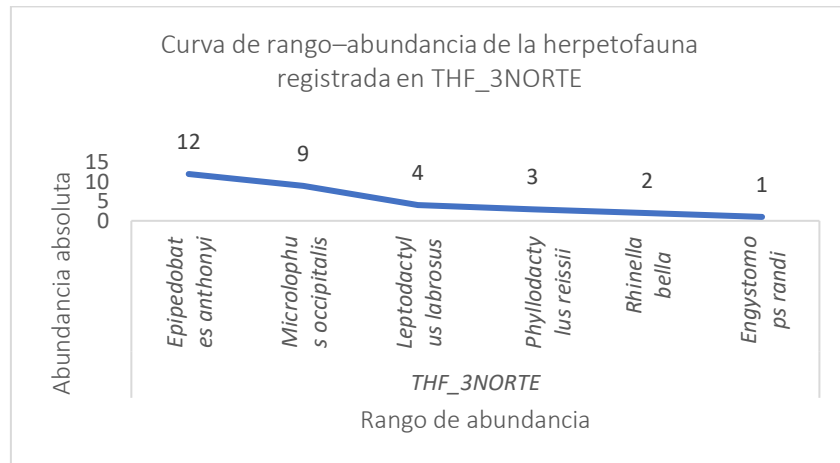


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

PFC-HR03

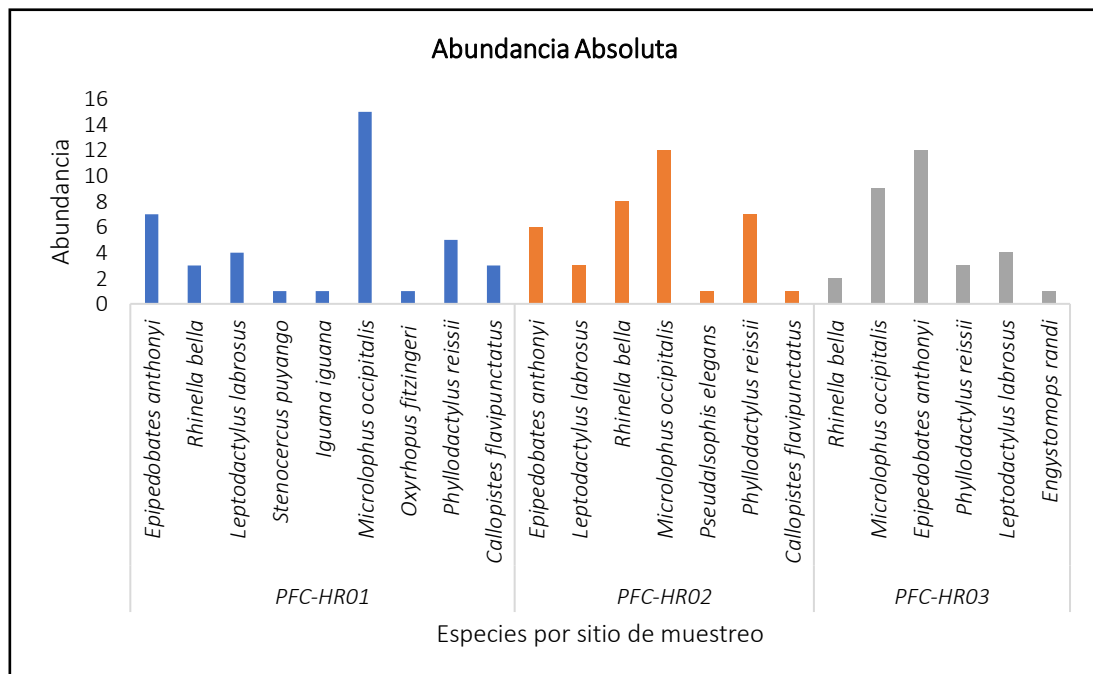
Riqueza: 6 especies. Abundancia absoluta: 31 individuos. Abundancia relativa (principales especies): *Epipedobates anthonyi* (12 ind.; 38.7%), *Microlophus occipitalis* (9 ind.; 29.0%), *Leptodactylus labrosus* (4 ind.; 12.9%).

Figura 8-2-51. Curva de abundancia para PFC-HR03 (especies ordenadas de mayor a menor; eje Y = abundancia absoluta).



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Figura 8-2-52. Abundancia absoluta de las especies de anfibios y reptiles registrados en los diferentes puntos de muestreo donde PHF-HR = Proyecto Fotovoltaico La Ceiba Herpetofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa general mostró que *Microlophus occipitalis* representó la pi 0,33 multiplicado por 100 para interpretar en porcentaje se registro el 33,03 % del total de individuos registrados, de aquí en adelante se establecerá en porcentaje, seguida por *Epipedobates anthonyi* (22,94 %), *Phyllodactylus reissii* (13,76 %) y *Rhinella bella* (11,93 %). (Tabla.2). Otras especies registraron porcentajes menores, entre 0,92 % y 10,09 %.

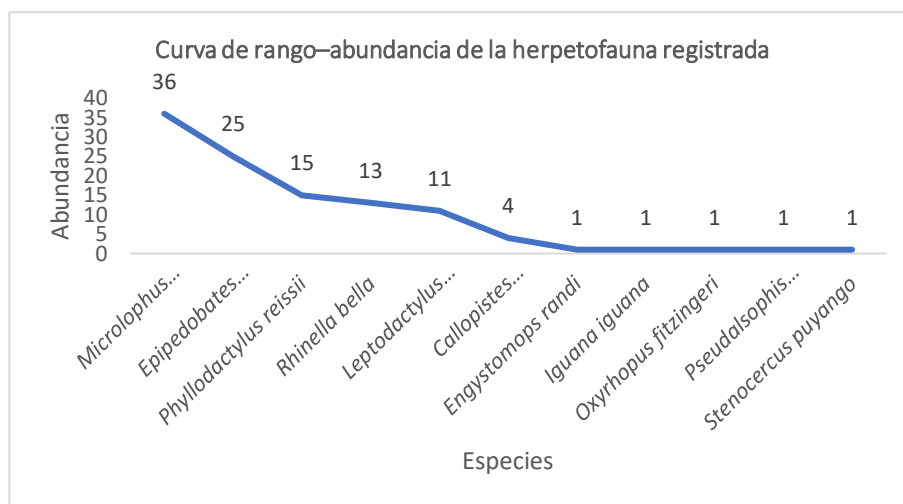
Tabla 8-2-68. Abundancia relativa de las especies de herpetofauna identificadas en el levantamiento de línea base biótica PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba

Especie	PFC-HR01	PFC-HR02	PFC-HR03	Total	Abundancia relativa
<i>Microlophus occipitalis</i>	15	12	9	36	0.3303
<i>Epipedobates anthonyi</i>	7	6	12	25	0.2294
<i>Phyllodactylus reissii</i>	5	7	3	15	0.1376
<i>Rhinella bella</i>	3	8	2	13	0.1193
<i>Leptodactylus labrosus</i>	4	3	4	11	0.1009
<i>Callopistes flavipunctatus</i>	3	1	0	4	0.0367
<i>Engystomops randi</i>	0	0	1	1	0.0092
<i>Iguana iguana</i>	1	0	0	1	0.0092
<i>Oxyrhopus fitzingeri</i>	1	0	0	1	0.0092
<i>Stenocercus puyango</i>	1	0	0	1	0.0092
<i>Pseudalsophis elegans</i>	0	1	0	1	0.0092

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

La curva de abundancia muestra la distribución de las abundancias de las especies registradas en la comunidad de herpetofauna del área de estudio. Se observa que *Microlophus occipitalis* presentó el mayor número de individuos registrados (36), seguida por *Epipedobates anthonyi* (25) y *Phyllodactylus reissii* (15). A partir del cuarto rango, la abundancia disminuye progresivamente, registrándose varias especies representadas por pocos individuos. Aunque se identificaron 11 especies durante el levantamiento de la línea base, la mayor parte de los individuos se concentra en un reducido número de especies, mientras que las restantes presentan abundancias considerablemente menores. Este patrón evidencia una distribución heterogénea de los individuos entre las especies registradas en la comunidad herpetofaunística.

Figura 8-2-53. Curva de Abundancia-Diversidad de las especies de herpetofauna identificadas en el monitoreo.



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Índice de Diversidad de Simpson Y Shannon.

Índice de Diversidad de Shannon–Wiener (H')

El índice de Shannon–Wiener (H') ver la siguiente tabla que mostró que el punto PFC-HR01 registró la mayor diversidad de herpetofauna, con un valor de 1,828 nats/individuo, evidenciando una comunidad con mayor heterogeneidad en la distribución de los individuos entre las especies registradas. Le siguió el punto PFC-HR02, con un valor de 1,687 nats/individuo, lo que indica una diversidad ligeramente inferior, aunque mantiene una distribución relativamente equilibrada de las abundancias. Por su parte, el punto PFC-HR03 presentó el menor valor (1,504 nats/individuo), constituyéndose como el sitio menos diverso de los tres evaluados.

Índice de Diversidad de Simpson ($1 - D$)

El índice de Simpson ($1 - D$) ver la siguiente tabla que presentó el valor más alto en el punto PFC-HR01 (0,7900), indicando una comunidad con menor dominancia y una distribución relativamente equilibrada de los individuos entre las especies registradas. En este sitio, las especies con mayor abundancia relativa fueron *Microlophus occipitalis*, *Epipedobates anthonyi* y *Phyllodactylus reissii*, las cuales concentraron la mayor proporción de los registros obtenidos durante el muestreo.

En el punto PFC-HR02, el índice alcanzó un valor de 0,7895, muy similar al registrado en PFC-HR01, lo que evidencia una estructura comunitaria comparable en términos de diversidad y dominancia. Al igual que en el punto anterior, *Microlophus occipitalis*, *Rhinella bella* y *Phyllodactylus reissii* representaron las especies más abundantes.

Finalmente, el punto PFC-HR03 registró un índice de Simpson ($1 - D$) de 0,7347, indicando una comunidad con una dominancia ligeramente mayor respecto a los otros sitios evaluados. En este punto destacaron *Epipedobates anthonyi*, *Microlophus occipitalis* y *Leptodactylus labrosus* como las especies con mayor abundancia relativa, concentrando la mayor parte de los individuos registrados.

En conjunto, las variaciones observadas en la riqueza, diversidad y abundancia relativa de las especies dominantes constituyen indicadores ecológicos útiles para el seguimiento de la herpetofauna durante las diferentes fases del proyecto. Cambios significativos en estos parámetros podrían reflejar alteraciones en la estructura de la comunidad, modificaciones en la disponibilidad de microhábitats, variaciones en las condiciones ambientales o efectos derivados de las actividades antrópicas. Por ello, el monitoreo periódico de estos indicadores permitirá evaluar la respuesta de las poblaciones de anfibios y reptiles y la efectividad de las medidas de manejo ambiental implementadas.

Tabla 8-2-69. Índices de diversidad de Shannon_H y Simpson_1-D entre los diferentes puntos del levantamiento de línea base biótica herpetofauna

Índice	PFC-HR01	PFC-HR02	PFC-HR03
Simpson_1-D	0,79	0,7895	0,7347
Shannon_H	1,828 nats/individuo	1,687 nats/individuo	1,504 nats/individuo

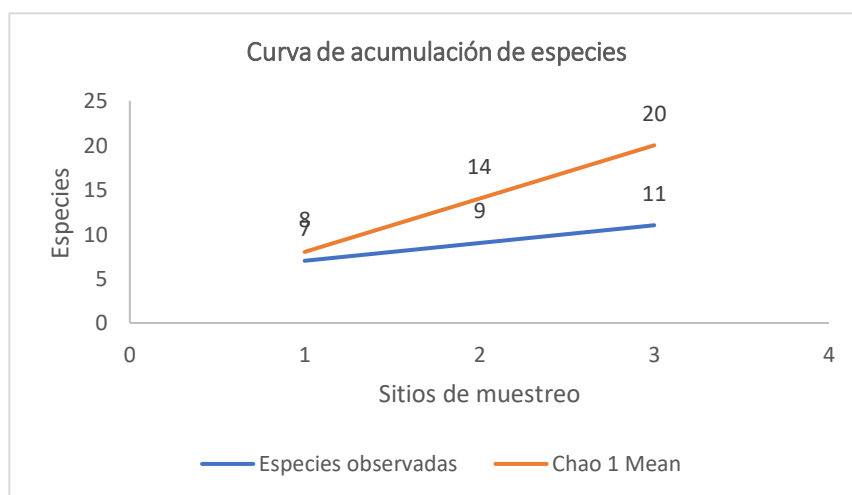
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Curva de Acumulación de Especies y estimador Chao_1

La curva de acumulación de especies muestra un incremento progresivo de la riqueza observada conforme aumentó el número de unidades de muestreo, alcanzando un total de 11 especies al finalizar el levantamiento de campo. De manera paralela, el estimador no paramétrico Chao-1 proyectó una riqueza estimada de 21 especies, superior a la riqueza observada, lo que sugiere la posible presencia de especies que no fueron detectadas durante el periodo de evaluación.

Con base en la relación entre la riqueza observada y la riqueza estimada, la efectividad del muestreo fue de aproximadamente 52,36 %, indicando que el esfuerzo aplicado permitió registrar poco más de la mitad de la riqueza estimada para el área de estudio. La separación entre ambas curvas evidencia que el inventario aún no alcanza una asíntota, por lo que un mayor esfuerzo de muestreo probablemente permitiría incrementar el número de especies registradas, especialmente aquellas de baja detectabilidad o con distribución restringida.

Figura 8-2-54. Curva de acumulación de especies incluyendo el estimador Chao_1

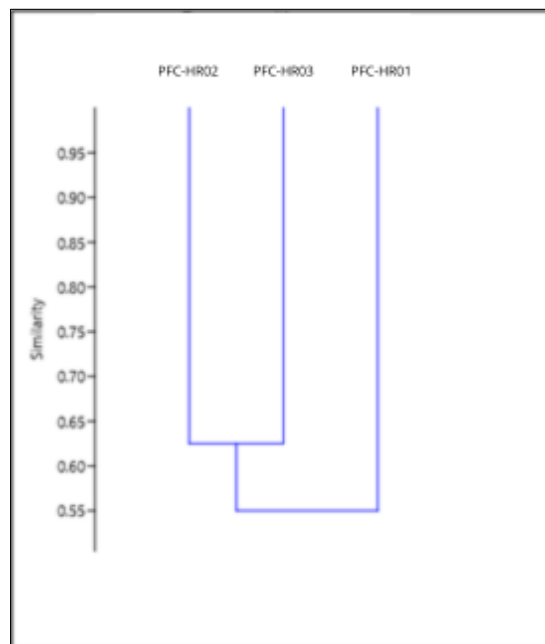


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Coeficientes de Similitud de Jaccard.

El análisis de similitud, (ver la siguiente figura), entre los sitios de muestreo, representado mediante un dendrograma de clúster (método UPGMA), evidenció que los sitios PFC-HR02 y PFC-HR03 presentan el mayor grado de similitud en su composición de especies (≈ 0.62). Posteriormente, este grupo se asocia con PFC-HR01, con un coeficiente de similitud aproximado de 0.50, indicando que este último presenta una composición ligeramente diferenciada respecto a los otros sectores evaluados.

Figura 8-2-55. Dendrograma de similitud entre los sitios del levantamiento de línea base biótica (THF_1SUR: PFC-HR01, THF_2MEDIO: PFC-HR02 y THF_3NORTE: PFC-HR03), basado en el índice de Jaccard y método de agrupamiento UPGMA



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-70. Índice de Jaccard

Jaccard	PFC-HR01	PFC-HR02	PFC-HR03
PFC-HR01	1	0.60	0.50
PFC-HR02	0.60	1	0.625
PFC-HR03	0.50	0.625	1

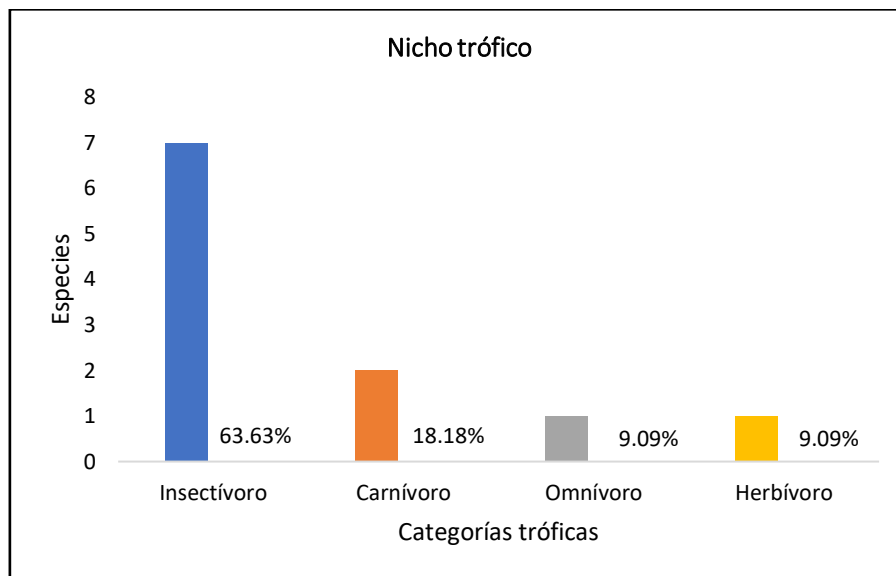
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Aspectos ecológicos

- **Nicho trófico**

La herpetofauna registrada en el área de estudio estuvo representada principalmente por especies insectívoras (63,63 %; 7 especies), categoría integrada por *Microlophus occipitalis*, *Epipedobates anthonyi*, *Phyllodactylus reissii*, *Rhinella bella*, *Leptodactylus labrosus*, *Engystomops randi* y *Stenocercus puyango*. La categoría carnívora representó el 18,18 % de las especies registradas (2 especies), correspondientes a *Oxyrhopus fitzingeri* y *Pseudalsophis elegans*. Por su parte, la categoría omnívora estuvo representada únicamente por *Callopistes flavipunctatus* (9,09 %), mientras que la categoría herbívora estuvo representada por *Iguana iguana* (9,09 %).

Figura 8-2-56. Nicho trófico de las especies de herpetofauna encontradas en el monitoreo

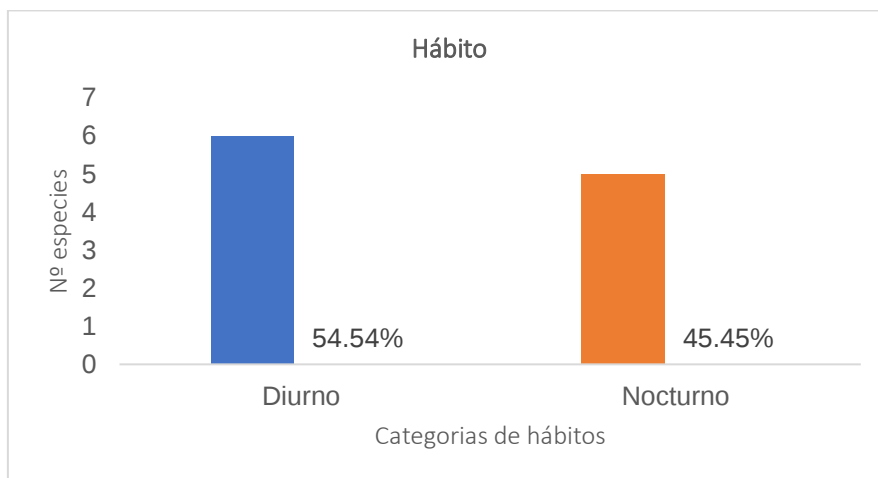


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Hábito.

En cuanto al hábito de actividad ver Figura 8-2-57, se registró un equilibrio relativo entre especies diurnas y nocturnas. Seis de las once especies observadas (54.54%) presentaron hábitos diurnos, mientras que las cinco restantes fueron clasificadas como nocturnas (45.45%). Las especies diurnas corresponden principalmente a reptiles (como *Microlophus occipitalis*, *Callopistes flavipunctatus* e *Iguana iguana*), mientras que la mayoría de los anfibios, junto con algunas serpientes (*Oxyrhopus fitzingeri*), fueron de hábito nocturno.

Figura 8-2-58. Tipos de hábitos en las especies de herpetofauna encontradas en el levantamiento de línea base biótica herpetofauna



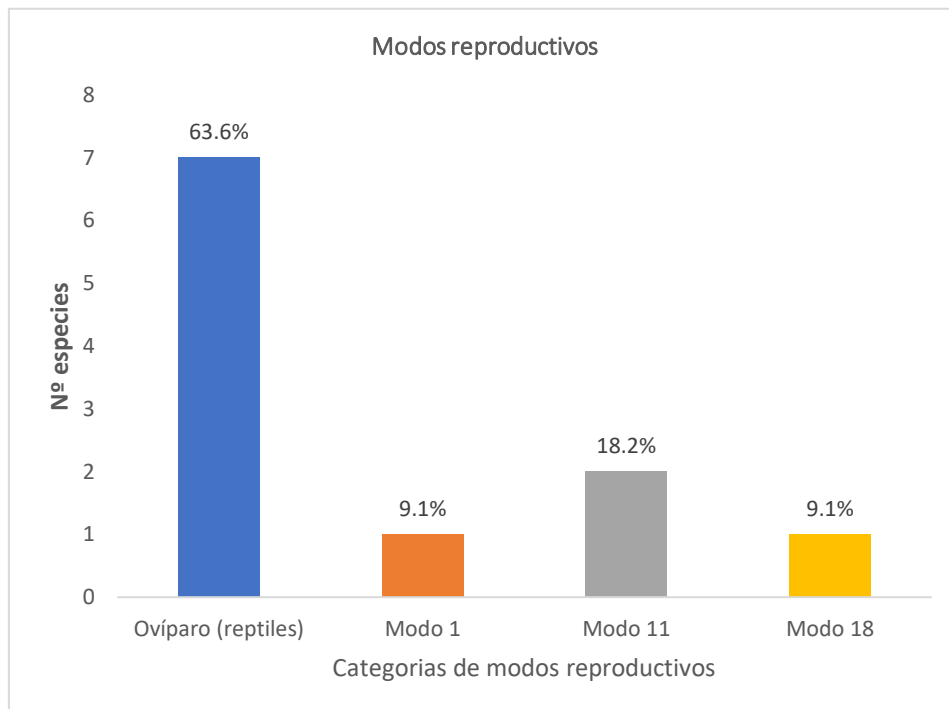
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Modos Reproductivos

Epipedobates anthonyi presenta el modo reproductivo 18 (Figura 8-2-59) según Duellman y Trueb (1994), caracterizado por la puesta de huevos en la hojarasca y el transporte de larvas por parte del adulto hacia cuerpos de agua donde culmina su desarrollo larval. *Rhinella bella* se reproduce mediante el modo 1 (Figura 8-2-60), donde los huevos son depositados en cuerpos de agua y las larvas acuáticas completan su desarrollo hasta la metamorfosis sin cuidado parental. Por último, *Leptodactylus labrosus* y *Engystomops randi* exhiben el modo reproductivo 11, caracterizado por la construcción de nidos espumosos donde se desarrollan los embriones, antes de que las larvas sean liberadas al agua para completar su metamorfosis.

Por otra parte, todos los reptiles registrados 63.6% en el área de estudio presentan reproducción ovípara, sin indicios de cuidado parental. Esta característica fue común entre las especies observadas, incluyendo lagartijas (por ejemplo, *Microlophus occipitalis*, *Stenocercus puyango*), gecos (*Phyllodactylus reissii*), iguanas (Iguana iguana), serpientes colúbridos (*Oxyrhopus fitzingeri*, *Pseudalsophis elegans*) y teidos (*Callopistes flavipunctatus*). A diferencia de los anuros, cuyos modos reproductivos varían significativamente, la reproducción en reptiles terrestres de ambientes secos o semiáridos como los del presente estudio tiende a ser más homogénea, con puesta de huevos en sitios protegidos y sin cuidado posterior por parte de los adultos.

Figura 8-2-61. Modos reproductivos de las especies de anfibios encontradas en el levantamiento de línea base biótica



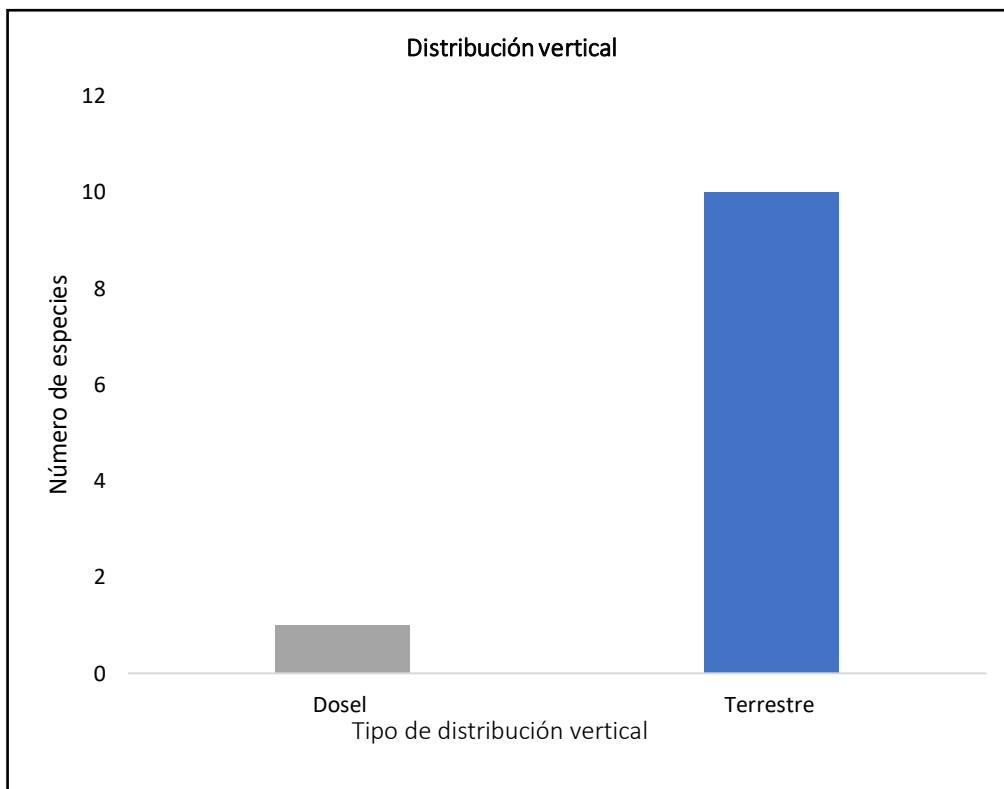
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Distribución Vertical

La distribución vertical de las especies registradas en La Ceiba mostró un claro predominio del estrato terrestre, representado por 10 de las 11 especies registradas (90,91 %). En esta categoría se incluyeron *Microlophus occipitalis*, *Epipedobates anthonyi*, *Phyllodactylus reissii*, *Rhinella bella*, *Leptodactylus labrosus*, *Callopistes flavipunctatus*, *Engystomops randi*, *Oxyrhopus fitzingeri*, *Stenocercus puyango* y *Pseudalsophis elegans*. Por su parte, únicamente *Iguana iguana* (9,09 %) fue registrada utilizando el dosel como principal estrato de actividad.

Esta composición indica un uso predominante del suelo como espacio de actividad, desplazamiento y forrajeo por parte de la herpetofauna registrada. La baja representación de especies asociadas al dosel podría estar relacionada tanto con las características estructurales del bosque seco como con la menor detectabilidad de especies arborícolas mediante el método de Registro por Encuentro Visual (REV).

Figura 8-2-62. Distribución vertical de las especies de herpetofauna encontradas en el levantamiento de línea base biótica herpetofauna



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Sensibilidad de las Especies

La sensibilidad ecológica de las especies de herpetofauna registradas en el área de estudio fue evaluada considerando atributos ecológicos y biológicos como el estado de conservación nacional e internacional, el endemismo, la inclusión en los apéndices de CITES, la especificidad del hábitat, el nicho trófico, el patrón de actividad (diurno o nocturno), los requerimientos reproductivos y la tolerancia frente a la alteración del hábitat.

La categoría de sensibilidad alta estuvo representada por especies con características que incrementan su vulnerabilidad frente a las perturbaciones ambientales. En esta categoría se incluyó *Engystomops randi*, especie endémica del Ecuador con dependencia de cuerpos de agua temporales para su reproducción, y *Callopiastes flavipunctatus*, categorizada como En Peligro (EN) en la Lista Roja nacional. Estas especies presentan requerimientos ecológicos particulares que justifican una mayor prioridad de conservación.

Las especies clasificadas con sensibilidad media corresponden a aquellas que presentan algún atributo de importancia para la conservación, aunque muestran una mayor capacidad de adaptación que las especies de sensibilidad alta. En este grupo se encuentra *Epipedobates anthonyi*, categorizada como Casi Amenazada (NT) tanto a nivel nacional como internacional e incluida en el Apéndice II de CITES, además de *Oxyrhopus fitzingeri* y *Pseudalsophis elegans*, registradas como Datos Insuficientes (DD) a nivel nacional, condición que refleja la necesidad de incrementar el conocimiento sobre su estado poblacional y ecología.

La sensibilidad baja estuvo representada principalmente por especies con amplia distribución geográfica, hábitos alimenticios generalistas y mayor tolerancia a ambientes intervenidos, como *Microlophus occipitalis*, *Phyllodactylus reissii*, *Leptodactylus labrosus*, *Rhinella bella*, *Stenocercus puyango* e *Iguana iguana*. En la comunidad predominaron las especies insectívoras (63,63 %), seguidas por las carnívoras (18,18 %), mientras que las especies omnívoras y herbívoras representaron el 9,09 % cada una. Asimismo, la comunidad estuvo conformada por seis especies diurnas (54,55 %) y cinco especies nocturnas (45,45 %), evidenciando una representación relativamente equilibrada de ambos patrones de actividad.

En conjunto, la comunidad de herpetofauna estuvo dominada por especies de sensibilidad baja; sin embargo, la presencia de especies endémicas, categorizadas bajo algún nivel de amenaza o con información insuficiente para evaluar adecuadamente su estado de conservación resalta la importancia de implementar medidas de manejo y seguimiento que permitan mantener las condiciones ecológicas necesarias para la conservación de estas poblaciones.

Tabla 8-2-71. Clasificación de sensibilidad ecológica de las especies registradas en el el levantamiento de línea base biótica herpetofauna.

Especie	Sensibilidad ecológica	Criterio aplicado
<i>Engystomops randi</i>	Alta	Dependencia de cuerpos de agua temporales
<i>Epipedobates anthonyi</i>	Media	Especialización de microhábitat
<i>Leptodactylus labrosus</i>	Media	Dependencia hídrica con tolerancia moderada
<i>Microlophus occipitalis</i>	Baja	Generalista, amplia distribución
<i>Phyllodactylus reissii</i>	Baja	Generalista
<i>Iguana iguana</i>	Baja	Alta tolerancia antrópica
<i>Oxyrhopus fitzingeri</i>	Baja	Amplia distribución
<i>Pseudalsophis elegans</i>	Baja	Generalista
<i>Callopistes flavipunctatus</i>	Alta	Especie en peligro
<i>Stenocercus puyango</i>	Baja	Adaptación a bosque seco
<i>Rhinella bella</i>	Baja	Generalista

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Estados de conservación

En cuanto al estado de conservación, de acuerdo con la Lista Roja Nacional de Anfibios del Ecuador, actualizada en la plataforma *Anfibios del Ecuador* (Ron et al., 2024), y la Lista Roja de la UICN (IUCN, 2025), la mayoría de las especies registradas se encuentran categorizadas como de Preocupación Menor (LC). *Callopistes flavipunctatus* se encuentra categorizada como En Peligro (EN) a nivel nacional, mientras que *Epipedobates anthonyi* presenta la categoría de Casi Amenazada (NT) y se encuentra incluida en el Apéndice II de CITES. Algunas especies de serpientes, como *Oxyrhopus fitzingeri* y *Pseudalsophis elegans*, presentan la categoría de Datos Deficientes (DD), lo que evidencia la necesidad de mayor información sobre su ecología y estado poblacional.

Tabla 8-2-72. Estados de conservación y endemismo actualizados según Anfibios del Ecuador

Nombre Científico	Endemismo	Lista roja nacional	UICN	CITES
<i>Epipedobates anthonyi</i>	No	NT	NT	Apéndice II
<i>Rhinella bella</i>	No	NE	-	Ningún Apéndice
<i>Leptodactylus labrosus</i>	No	LC	LC	Ningún Apéndice
<i>Stenocercus puyango</i>	No	NE	LC	Ningún Apéndice
<i>Iguana iguana</i>	No	LC	LC	Apéndice II
<i>Microlophus occipitalis</i>	No	LC	LC	Ningún Apéndice
<i>Oxyrhopus fitzingeri</i>	No	LC	LC	Ningún Apéndice
<i>Phyllodactylus reissii</i>	No	LC	LC	Ningún Apéndice
<i>Callopistes flavipunctatus</i>	No	EN	NT	Ningún Apéndice
<i>Pseudalsophis elegans</i>	No	LC	LC	Ningún Apéndice
<i>Engystomops randi</i>	Si	LC	LC	Ningún Apéndice

Nota. Fuente: (Ron et al., 2024), Reptiles del Ecuador (Torres-Carvajal et al., 2024), UICN Red List (2025) y CITES (2024).

Modos o Patrones Reproductivos de los Anfibios

Las cuatro especies de anuros registradas en el actual monitoreo presentaron estrategias reproductivas típicas de ambientes tropicales húmedos, estrechamente vinculadas a la disponibilidad de cuerpos de agua temporales o permanentes.

Engystomops randi y *Leptodactylus labrosus* utilizan cuerpos de agua temporales para su reproducción, depositando sus huevos en espumas flotantes, lo que representa una estrategia adaptativa para minimizar la desecación y el riesgo de depredación en charcas efímeras. Esta modalidad, combinada con un desarrollo larval acuático, los hace altamente dependientes de la presencia estacional de agua. Read et al., (2022); Ron et al., (2022).

Epipedobates anthonyi presenta ovoposición terrestre y desarrolla cuidado parental, una estrategia más especializada que permite cierto grado de independencia de cuerpos de agua abiertos, pero que también lo hace vulnerable a la pérdida de cobertura vegetal y microhábitats húmedos específicos. (Coloma et al., 2022).

Rhinella bella, por su parte, sigue un patrón reproductivo más generalista, con ovoposición acuática directa en cuerpos de agua y desarrollo larval externo, sin cuidado parental. (Páez-Rosales y Ron., 2024).

Especies de Interés

Con base en los resultados obtenidos durante el levantamiento de la línea base, se identificaron especies con potencial para ser utilizadas como bioindicadoras durante el seguimiento ambiental

del proyecto. La selección consideró la abundancia registrada, frecuencia de ocurrencia entre los puntos de muestreo, facilidad de detección y respuesta potencial frente a cambios en las condiciones del hábitat, además de atributos de conservación como el endemismo y la sensibilidad ecológica.

En este contexto, *Microlophus occipitalis*, *Epipedobates anthonyi* y *Phyllodactylus reissii* constituyen las principales especies bioindicadoras potenciales, debido a que fueron las especies más abundantes durante el levantamiento de línea base y estuvieron presentes en la mayoría de los puntos de muestreo. Las variaciones futuras en su abundancia relativa podrán utilizarse como indicadores de posibles cambios en la disponibilidad de recursos, estructura del hábitat o perturbaciones asociadas a las actividades del proyecto.

De manera complementaria, *Engystomops randi* mantiene especial interés desde el punto de vista de la conservación por tratarse de una especie endémica del Ecuador y clasificada con sensibilidad ecológica alta, mientras que *Epipedobates anthonyi* presenta importancia adicional al encontrarse categorizada como Casi Amenazada (NT) e incluida en el Apéndice II de CITES.

Tabla 8-2-73. Especies de interés

Espece	Abundancia	Frecuencia	Potencial bioindicador	Interés para conservación
<i>Microlophus occipitalis</i>	36	Alta	Sí	No
<i>Epipedobates anthonyi</i>	25	Alta	Sí	Sí
<i>Phyllodactylus reissii</i>	15	Alta	Sí	No
<i>Engystomops randi</i>	1	Baja	No	Sí

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Engystomops randi fue identificada como especie de interés por ser endémica del Ecuador y por su escasa representación en el muestreo. *Epipedobates anthonyi* fué considerada debido a su sensibilidad ecológica y su asociación con microhábitats particulares, así como por su distribución restringida o baja abundancia local.

Uso del Recurso

De acuerdo con la información obtenida mediante consultas a pobladores del área de influencia, la herpetofauna no constituye un recurso de aprovechamiento relevante. No se reportó consumo alimenticio, uso ritual, comercialización ni captura con fines de mascota.

La percepción local hacia anfibios y reptiles es mayormente neutral o de evitación, particularmente en el caso de serpientes, que suelen ser eliminadas cuando se perciben como potencialmente peligrosas.

- **Discusión**

La composición de herpetofauna registrada en el presente estudio corresponde a un patrón común en zonas de bosque seco tropical intervenido, donde comunidades faunísticas tienden a estar dominadas por especies generalistas con alta tolerancia ecológica. La dominancia de *Microlophus occipitalis* y *Epipedobates anthonyi* sobre otras especies de baja frecuencia se alinea con lo reportado por Belamendia (2010), quien señala que en hábitats degradados por actividades antrópicas predominan especies resilientes frente a la pérdida de cobertura vegetal y la modificación de microhábitats. Esta estructura también puede reflejar la fragmentación como las carreteras, canales de riego y presión ejercida por la ganadería extensiva observada en el área de estudio, situación descrita por Ron et al. (2022) como una de las principales amenazas para la diversidad de anfibios del suroccidente ecuatoriano.

La marcada predominancia de especies terrestres (91 %) y la escasa presencia de especies asociadas a estratos superiores del bosque pueden explicarse por una estructura vertical simplificada del ecosistema, producto de la alteración antropogénica del bosque seco. Duellman (1989) señala que una distribución vertical más diversa suele correlacionarse con una mayor heterogeneidad del hábitat, mientras que en áreas degradadas el uso del espacio tiende a concentrarse en el suelo, afectando especialmente a especies arborícolas.

En términos de riqueza y diversidad, los valores obtenidos para los índices de Shannon y Margalef fueron moderados, con variaciones entre sitios posiblemente relacionadas con el grado de intervención y disponibilidad de microhábitats. Sin embargo, tanto la curva de acumulación de especies como el estimador Chao-1 indican que el esfuerzo de muestreo no alcanzó un punto de saturación, lo que sugiere la existencia de especies no detectadas durante el estudio. Esto es consistente con la observación de Moreno (2001), quien advierte que los inventarios rápidos en ecosistemas diversos y fragmentados tienden a subestimar la verdadera riqueza de especies, especialmente aquellas con baja detectabilidad o hábitos estacionales.

En el plano ecológico, la predominancia de estrategias alimenticias insectívoras y reproductivas asociadas a cuerpos de agua temporales refleja una comunidad adaptada a condiciones de baja humedad y recursos variables. *Epipedobates anthonyi*, por ejemplo, muestra una reproducción altamente especializada con cuidado parental (Coloma et al., 2022), lo que lo hace particularmente vulnerable a la pérdida de cobertura vegetal y la disminución de humedad ambiental. De igual forma, la reproducción de *Engystomops randi* en cuerpos de agua efímeros lo convierte en un bioindicador potencialmente sensible al cambio climático, como han señalado Ron et al. (2024).

La dominancia de especies de sensibilidad baja y media sugiere que la comunidad herpetofaunística del área presenta una **tolerancia general a la intervención antrópica**, característica de ecosistemas de bosque seco. Sin embargo, la presencia de especies de alta sensibilidad, asociadas a microhábitats específicos, evidencia la importancia de conservar cuerpos de agua temporales y áreas con mayor cobertura vegetal, ya que estos ambientes resultan críticos para las especies más vulnerables.

- **Conclusiones**

El presente estudio de herpetofauna en el área de La Ceiba, Zapotillo, reveló una comunidad moderadamente diversa, compuesta por once especies pertenecientes a los órdenes Anura y Squamata, distribuidas en ocho familias. La riqueza registrada refleja una comunidad estructuralmente simple, dominada por unas pocas especies de amplia distribución como *Microlophus occipitalis* y *Epipedobates anthonyi*, acompañadas por otras de baja frecuencia y abundancia. Este patrón, evidenciado tanto en la curva de rango-abundancia como en los índices de Shannon y Simpson, sugiere una baja equitatividad y un posible efecto de perturbación ambiental sobre la composición de especies, especialmente en hábitats alterados como los observados en las zonas de ganadería.

La predominancia de especies terrestres, con una distribución vertical centrada en el estrato basal del bosque, pone de manifiesto la fuerte dependencia de la comunidad herpetofaunística por el suelo y microhábitats asociados, tales como hojarasca y sustratos húmedos. Este patrón puede estar influenciado tanto por las características propias del ecosistema de bosque seco intervenido como por las limitaciones metodológicas para detectar especies arborícolas. La distribución de hábitos también evidenció un equilibrio entre especies diurnas y nocturnas, con una clara segregación entre reptiles predominantemente diurnos y anfibios nocturnos, lo cual se corresponde con estrategias ecológicas particulares adaptados al ambiente seco de la región.

A nivel trófico, se observó una marcada predominancia de especies insectívoras generalistas, lo que subraya la importancia de los artrópodos en la cadena alimenticia local y sugiere una estructura trófica relativamente simple pero funcional. En cuanto a los modos reproductivos, las especies de anuros registradas muestran una variedad de estrategias adaptativas que van desde la ovoposición en cuerpos de agua hasta el cuidado parental, destacando su sensibilidad a cambios microambientales, como la disponibilidad de humedad y refugios adecuados. Esto resalta la vulnerabilidad de ciertos taxones frente a alteraciones en el régimen de lluvias o a la pérdida de cobertura vegetal.

El índice de Chao-1 y la curva de acumulación de especies evidenciaron que el esfuerzo de muestreo no logró capturar toda la diversidad potencial del área, estimando al menos una especie adicional no detectada. Por tanto, los valores observados podrían subestimar la verdadera riqueza de la zona, especialmente si se considera que muchos anfibios y reptiles presentan patrones estacionales de actividad.

Desde el punto de vista de la sensibilidad ecológica, el componente herpetofauna presenta una sensibilidad general baja a moderada, condicionada por la presencia puntual de especies dependientes de microhábitats específicos, lo que requiere la implementación de medidas de manejo ambiental focalizadas.

Desde una perspectiva de conservación, el registro de especies con categorías de amenaza a nivel nacional o incluidas en CITES, así como la presencia de especies dependientes de microhábitats específicos, reafirma la importancia del área de estudio para la biodiversidad regional. Asimismo, la percepción comunitaria recopilada mediante encuestas informales mostró una valoración

positiva hacia estos organismos, principalmente por su función ecológica, lo que representa una base favorable para iniciativas de educación y conservación participativa.

- **Recomendaciones**

Incremento del esfuerzo de muestreo y reducción de sesgo estadístico

Con base en los resultados obtenidos y el comportamiento de la curva de acumulación de especies, se recomienda incrementar el esfuerzo de muestreo en futuras campañas en al menos un 30–40 %, incorporando monitoreos adicionales que permitan reducir el sesgo asociado a la detectabilidad diferencial de especies, particularmente anfibios.

Para evitar sesgos estadísticos en los monitoreos posteriores, se recomienda:

- Mantener los mismos transectos georreferenciados.
- Estandarizar los horarios de muestreo (diurno y nocturno).
- Registrar variables ambientales (temperatura, humedad, precipitación).
- Aplicar metodologías consistentes entre campañas.

Monitoreo estacional

Se recomienda realizar monitoreos tanto en temporada lluviosa como en temporada seca, dado que la detectabilidad de anfibios aumenta en época lluviosa debido a su actividad reproductiva, mientras que varios reptiles presentan mayor actividad en condiciones secas y cálidas.

El monitoreo exclusivamente en temporada lluviosa generaría un sesgo en la representación de la comunidad herpetofaunística.

Conservación y restauración de microhábitats

Considerando la presencia de especies de sensibilidad alta asociadas a cuerpos de agua temporales y microhábitats húmedos, se recomienda:

- Proteger microdepresiones estacionales y cuerpos de agua temporales.
- Evitar drenajes, rellenos o compactación del suelo en zonas húmedas.
- Mantener la cobertura vegetal ribereña y de sotobosque.
- Implementar restauración con especies nativas en áreas intervenidas.
- Establecer zonas de exclusión temporal en áreas de reproducción de anfibios.

Estas medidas contribuirán a mantener la integridad de los microhábitats críticos para especies como *Engystomops randi* y *Epipedobates anthonyi*.

Sectores prioritarios para monitoreo

Con base en los análisis de riqueza, diversidad y sensibilidad ecológica, se recomienda priorizar el monitoreo en las siguientes coordenadas.

Tabla 8-2-74. Transectos de muestreo sugeridos, PFC-HR= Proyecto fotovoltaico La Ceiba

CÓDIGO	ORDEN	X	Y	METODOLOGÍA
PFC-HR01	Inicio	586515,00	9518939,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV
PFC-HR01	Final	586156,00	9519288,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV
PFC-HR02	Inicio	586886,00	9520668,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV
PFC-HR02	Final	587062,00	9520199,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV
PFC-HR03	Inicio	586670,00	9521686,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV
PFC-HR03	Final	587058,00	9521369,00	Transectos lineales 500 x 2m, REV

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Medidas específicas de mitigación

Para reducir los posibles impactos del proyecto sobre la herpetofauna se recomienda:

- Implementar protocolos de rescate y reubicación de fauna antes de actividades de remoción de cobertura vegetal.
- Capacitar al personal del proyecto en identificación básica de herpetofauna y manejo adecuado ante encuentros.
- Prohibir la persecución o eliminación de serpientes y otros reptiles.
- Limitar el tránsito de maquinaria pesada en zonas húmedas.
- Programar actividades de mayor impacto fuera de los picos reproductivos de anfibios.

Educación ambiental y participación comunitaria

Si bien no se identificó un uso significativo de la herpetofauna por parte de la comunidad local, se recomienda implementar programas de educación ambiental enfocados en:

- Importancia ecológica de anfibios y reptiles.
- Rol de las serpientes en el control de poblaciones de roedores.
- Diferenciación entre especies venenosas y no venenosas.
- Prevención de conflictos fauna–persona.
- Conservación de microhábitats locales.

La participación comunitaria podrá fortalecerse mediante talleres informativos y material educativo, promoviendo una percepción positiva hacia la herpetofauna.

Investigación complementaria en especies con datos limitados

Se recomienda profundizar en el estudio de especies poco conocidas o con información limitada, como *Pseudalsophis elegans* y *Oxyrhopus fitzingeri*, con el fin de mejorar el conocimiento sobre su distribución, uso de hábitat y estado poblacional.

El fortalecimiento de esta información permitirá:

- Identificar microhábitats críticos.
- Ajustar medidas de manejo dentro del proyecto.
- Reducir impactos potenciales sobre poblaciones poco documentadas.
- Mejorar la toma de decisiones en el PMA.

- **Discusión**

El componente herpetofauna no representa actualmente un recurso de uso significativo para la comunidad local; sin embargo, presenta sensibilidad ecológica diferencial asociada a microhábitats específicos. Las medidas propuestas permitirán reducir impactos derivados de la modificación del hábitat y fortalecer la conservación de las especies registradas en el área de estudio.

Considerando los hallazgos del presente estudio, se recomienda ampliar el esfuerzo de muestreo tanto en términos espaciales como temporales, extendiendo el monitoreo a la temporada lluviosa. Esto permitirá obtener una visión más completa de la riqueza y dinámica de la herpetofauna presente. Asimismo, es prioritario conservar y restaurar microhábitats clave como cuerpos de agua temporales, hojarasca y vegetación densa, que resultan esenciales para especies sensibles o con estrategias reproductivas especializadas.

La creación de un programa de monitoreo ecológico continuo contribuiría a evaluar cambios en la composición faunística a lo largo del tiempo, sirviendo como una herramienta para la gestión adaptativa del territorio. En paralelo, se sugiere fomentar procesos de educación ambiental y participación comunitaria enfocados en la importancia ecológica de los anfibios y reptiles,

fortaleciendo el vínculo entre conservación y percepción local. Por último, se recomienda profundizar en el estudio de especies con datos deficientes o escasamente conocidas, como *Pseudalsophis elegans* y *Oxyrhopus fitzingeri*, con el fin de mejorar la base de conocimiento sobre su ecología y estado poblacional, y así apoyar decisiones informadas para su conservación.

En el ANEXO 8-2-4 se presenta la base de datos del componente herpetofauna.

8.2.3.4. Entomofauna

- **Introducción.**

La distribución regional y local de los escarabajos copronecrófagos depende ampliamente de factores microclimáticos y ecológicos como la cobertura vegetal, temperatura ambiental, humedad relativa, tipo de suelo, relieve topográfico y diferencias locales de altitud, observándose marcadas diferencias entre áreas abiertas y bosques cerrados. Este grupo de coleópteros (copronecrófagos) están involucrados en el reciclaje de nutrientes y aireación del suelo puesto que relocalizan, consumen y reciclan heces de mamíferos y cadáveres en descomposición (Nichols, 2008). Para el Ecuador, hasta el año 2011 se han registrado 256 especies y 37 géneros (Carvajal, 2011). Sin embargo, actualmente y de manera más contundente, Chamorro, 2018 considera 220 especies pertenecientes a 33 géneros y finalmente, Chamorro et al, 2019, determina 223 especies de escarabajos copronecrófagos. En consecuencia, los escarabajos copronecrófagos son muy utilizados en estudios de biodiversidad debido a las siguientes características: fácil recolecta, captura con bajo costo, historia natural y taxonomía conocida, además de mostrar respuestas frente a cambios antrópicos.

Por otro lado, se estima que en el Ecuador existe cerca de 2726 especies de lepidópteros diurnos (Silva, 2011), mientras que, Garwood K., Jaramillo J.G, (2022) enlistan 3606 especies. Este grupo es utilizado como indicadores de calidad y tipo de ecosistemas al correlacionar la presencia de un taxón con una determinada variedad de plantas (Claro, 2005). Mientras que la riqueza de mariposas se puede relacionar estrechamente con la diversidad vegetal, sumado a esto las interacciones como polinizador. Algunas características destacables de este grupo son: fácilmente vistas e identificadas, aspectos biológicos y biogeográficos conocidos, son abundantes y ofrecen datos sólidos (Silva, 2011).

Sin embargo, la alta tasa de alteración es preocupante como consecuencia de actividades antrópicas y la deforestación. El presente describe una proyección del estado de la comunidad de escarabajos copronecrófagos y mariposas diurnas, lo cual permitirá definir lineamientos básicos que sirvan como estrategias de manejo enfocadas en la conservación y desarrollo sustentable del área de estudio.

- **Área de estudio.**

El área de estudio se encuentra al sur del Ecuador en la provincia de Loja, cantón Zapotillo, en las siguientes coordenadas referenciales: 586422, 9520607 (UTM, Zona 17 M) a una altitud aproximada de 230 msnm. En general, Zapotillo presenta una temperatura entre 22 y 25 °C y una precipitación variable entre 239 y 713 mm (PDOT Zapotillo, 2023). Esta área se ubica en una zona mayoritariamente de Bosque deciduo de tierras bajas de Jama-Zapotillo y en menor medida, zonas de Intervención, según el mapa de ecosistemas del Ecuador continental (MAE, 2013). En el área circundante se puede observar una cobertura vegetal altamente fragmentada y diferentes actividades antrópicas como expansión urbana, apertura de vías, ganadería y zonas agrícolas.

- **Sitios de muestreo.**

En el área de estudio se definieron 03 sitios o zonas de muestreo (PFC-EN001, PFC-EN002, PFC-EN003) considerando como variable principal la cobertura vegetal y los ecosistemas presentes. En cada sitio se aplicaron los diferentes métodos (trampas Pitfall, trampas Van-Somerer-Rydon, Captura con red entomológica) para el registro de escarabajos copronecrófagos y mariposas diurnas. Cabe mencionar que, se realizó un ingreso de campo complementario (Primer ingreso en

junio de 2025, segundo ingreso en marzo de 2026) con el objetivo de complementar e implementar el muestreo de escarabajos coprófagos (especies que se alimentan con heces), puesto que, en el primer ingreso se utilizaron únicamente trampas Pitfall con cebo de pescado podrido para escarabajos necrófagos (especies carroñeras), en este contexto se hace el levantamiento de los escarabajos copronecrófagos. A continuación, se detalla las coordenadas por grupo biótico y metodología utilizada en la siguiente tabla.

Tabla 8-2-75. Ubicación de los puntos de muestreo para entomofauna

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método
		Ítem	x	y			
PFC-EN001-TP	20-21/06/2025	Inicio	586193	9519261	218	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	Trampas pitfall
	09-10/03/2026	Final	586508	9519160	217	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	
PFC-EN001-VR	20-21/06/2025	Inicio	586216	9519316	219	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	Van Somerer-Rydon
	09-10/03/2026	Final	585968	9519483	224	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	
PFC-EN001-RE	20-21/06/2025	Inicio	585861	9519358	223	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	Red entomológica
	09-10/03/2026	Final	586055	9519125	218	Bosque seco, remanentes de vegetación de ribera	
PFC-EN002-TP	21-22/06/2025	Inicio	587183	9520412	230	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	Trampas pitfall
	10-11/03/2026	Final	587285	9520122	228	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	
PFC-EN002-VR	21-22/06/2025	Inicio	587285	9520087	228	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	Van Somerer-Rydon

Código	Fecha	Coordenadas			Altitud (msnm)	Hábitat	Método
		Ítemn	x	y			
	10-11/03/2026	Final	587143	9519829	225	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	
PFC-EN002-RE	21-22/06/2025	Inicio	587494	9520219	234	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	Red entomológica
	10-11/03/2026	Final	587590	9519925	234	Bosque seco, remanentes de bosque secundario y vegetación nativa	
PFC-EN003-TP	22-23/06/2025	Inicio	586494	9521809	235	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Trampas pitfall
	11-12/03/2026	Final	586777	9521759	237	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	
PFC-EN003-VR	22-23/06/2025	Inicio	586816	9521734	236	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Van Somerer-Rydon
	11-12/03/2026	Final	587013	9521493	238	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	
PFC-EN003-RE	22-23/06/2025	Inicio	586970	9521473	235	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	Red entomológica
	11-12/03/2026	Final	586761	9521659	232	Bosque seco, zona intervenida con relictos de vegetación arbórea	

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2025 Elaborado por: Equipo consultor, 2025; PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; EN: Entomofauna; TP: Trampas Pitfall; VR: Trampas Van Somerer-Rydon; RE: Red Entomológica.

En el MAPA NRO. 29 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo para entomofauna.

- Metodología de estudio

Escarabajos copronecrófagos

El método de captura comúnmente utilizado para especímenes de este grupo es mediante Trampas de caída con atrayente (Pitfall). Esta trampa está conformada por un vaso o recipiente de abertura circular que se entierra a ras de suelo; el principio de la misma consiste en atrapar los insectos que pasan sobre ella y caen en su interior. El atrayente que se le adiciona hace que los insectos lleguen con mayor rapidez (Grupo de exploración y monitoreo ambiental, GEMA, 2006).

Con fines de monitoreo y para evitar la mortalidad, las trampas fueron modificadas (Escobar et al, 2001). Por cada sitio de monitoreo (PFC-EN001, PFC-EN002, PFC-EN003) se distribuyeron 30 recipientes de 11 cm de diámetro y alrededor de 500 ml de capacidad a una distancia de 10 metros entre recipiente en un transecto de 300 metros cada uno. El atrayente utilizado fue pescado podrido (15 trampas) y heces humanas (15 trampas) por cada transecto de 300 metros. El cebo se colocó directamente en los recipientes mientras que, la tapa tenía una abertura modificada que permitía el ingreso de escarabajos, pero evitaba su salida. Al no utilizar la solución de alcohol, este permitía mantener vivos a los especímenes capturados. Las trampas permanecieron activas por 24 horas continuas por dos días hasta su revisión.

Mariposas diurnas

Para el grupo de mariposas diurnas se utilizó la técnica de captura mediante jama o red entomológica. Esta red es uno de los principales instrumentos para la captura de insectos voladores. Está formada por un aro metálico al que va adherido un tul de forma cónica, sostenido por una vara de madera o metal, que da soporte a todo el instrumento (Grupo de exploración y monitoreo ambiental, GEMA, 2006; Andrade, Henao & Triviño, 2013). Por cada sitio de muestreo, se realizó capturas directas con la red entomológica en 01 transectos de al menos 300 metros cada uno por 2 días en cada transecto, durante las horas de mayor actividad, entre las 09:30 y 12:30, y para especies de hábitos crepusculares entre las 17:00 y 18:00. Los individuos capturados fueron fotografiados con énfasis en las características que permitieran su posterior identificación taxonómica.

Adicionalmente, se utilizaron 05 trampas Van Somerer-Rydon (Rydon, 1964), la cual consiste en un tubo cilíndrico recubierto por un velo de color blanco; en el extremo inferior del mismo se coloca un plato con el atrayente para mariposas. Por cada sitio de muestreo, las 05 trampas fueron dispuestas en un transecto de 300 metros, a una distancia de 60 m entre si, a una altura de alrededor de los 3 metros y permanecieron activas durante 48 horas. El cebo o atrayente utilizado fue pescado en descomposición. De igual manera, los individuos capturados fueron fotografiados con énfasis en las características que permitieran su posterior identificación taxonómica.

Tabla 8-2-76. Métodos y esfuerzo de muestreo para entomofauna

Código	Metodología	Longitud (m)	Número de trampas / transectos	Días	Horas/Día	Total
PFC-EN001-TP	Trampas pitfall	300	30	2	24	1440
PFC-EN001-VR	Van Somerer-Rydon	300	5	2	24	240
PFC-EN001-RE	Red entomológica	300	1	2	4	8
PFC-EN002-PF	Trampas pitfall	300	30	2	24	1440
PFC-EN002-VR	Van Somerer-Rydon	300	5	2	24	240
PFC-EN002-RE	Red entomológica	300	1	2	4	8
PFC-EN003-TP	Trampas pitfall	300	30	2	24	1440
PFC-EN003-VR	Van Somerer-Rydon	300	5	2	24	240
PFC-EN003-RE	Red entomológica	300	1	2	4	8
TOTAL esfuerzo de muestreo (horas)						5064

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2025 Elaborado: Equipo consultor, 2025;
PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; EN: Entomofauna; TP: Trampas Pitfall; VR: Trampas Van Somerer-Rydon; RE: Red Entomológica

Análisis de datos.

El procesamiento de la información se realizó a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación de los insectos de las diferentes zonas o puntos de muestreo dentro del proyecto. Para el análisis estadístico se emplearon programas especializados como Past versión 5.3 y Rstudio Versión 2024.09.1+394. Para el manejo de la información se empleó una base de datos en Excel. Se realizaron los siguientes análisis.

- **Riqueza (S)**

Es el número total de especies obtenido en un censo de una comunidad (Moreno & Halffter, 2001).

$$S = \text{Especie } a + \text{Especie } b + n$$

- **Abundancia Total**

Cantidad precisa, contada, de individuos de esa especie con respecto al total de la población censada en un área determinada.

- **Abundancia Relativa (N)**

Se analizó la abundancia relativa, misma que permite caracterizar la muestra a través de la curva de abundancia relativa- diversidad. El empleo de esta curva es considerado como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y semi naturales (Magurran A., 1988). Se basa en el cálculo de la abundancia relativa dividiendo el número de individuos de la especie i para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

$$P_i = n_i/N$$

Dónde: n_i = n es el número de individuos de la especie i , dividido para el número total de individuos de la muestra (N) (Moreno et al., 2011).

- **Dominancia**

Las curvas de Dominancia/Diversidad son un modelo de distribución mediante el cual se puede desarrollar una interpretación ecológica del estado de los ecosistemas evaluados. En las abscisas (eje x) se representan las especies, dispuestas desde la más abundante hasta la menos abundante, mientras que en el eje de las ordenadas (eje y) se presenta el número total de individuos por especie.

Dependiendo del modelo de distribución (para cada indicador) se pueden inferir los siguientes resultados (Magurran, 2004): Modelo de serie geométrica, logarítmica, normal logarítmica o log-normal, de la vara quebrada o broken stick.

Se realizará el ajuste de las curvas mediante el programa PAST (Hammer 2014), definiendo mediante análisis estadístico el tipo de modelo al que pertenece.

Para determinar, a partir del ajuste, a un determinado modelo de distribución de abundancia, se puede establecer el grado de estrés ambiental existente.

- **Índice de Diversidad de Shannon Wiener**

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran A., 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Al combinar riqueza y abundancia el índice permite evaluar la equidad de la comunidad estudiada. La función logarítmica utilizada para el análisis de este índice fue logaritmo natural ($\ln$).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- **Índice de Diversidad de Simpson**

Es un índice estimador de la abundancia relativa, su cálculo gira en torno al valor de abundancia proporcional de todas las especies, es más sensible a los datos de las especies más abundantes, su expresión más común es el valor de $1 - D$, siendo:

$$D = -\sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = la proporción de individuos de la especie con respecto al total de individuos del sistema

Al emplear $1 - D$ el resultado se desplaza de forma ascendente conforme se incrementa la diversidad, vinculando la magnitud del número con la riqueza y equidad del sistema (Magurran, 1988).

- **Índice de Chao1**

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao & Lee, 1992).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

- **Curva de Acumulación de Especies**

La curva de acumulación es un cálculo estadístico que sirve para analizar y visualizar de mejor manera la variación en el número de especies (aumento-disminución o viceversa) que se puede dar en diferentes sitios, relacionando este tipo de procesos con el esfuerzo de captura (número de personas al muestrear) o el tiempo de muestreo que se emplee para el estudio o proyecto (Jiménez-Valverde, 2003).

- **Índice de similitud de Jaccard**

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde a = número de especies presentes en el sitio A, b = número de especies presentes en el sitio B, c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

- **Análisis Clúster**

Es un método que permite descubrir asociaciones y estructuras en los datos que no son evidentes a priori pero que pueden ser útiles una vez que se han encontrado. Los resultados de un Análisis de Clúster pueden contribuir a la definición formal de un esquema de clasificación, tal como una taxonomía para un conjunto de objetos, a sugerir modelos estadísticos para describir poblaciones, a asignar nuevos individuos a las clases para diagnóstico e identificación (Moreno et al., 2011).

- **Resultados**

Escarabajos copronecrófagos

- **Composición**

Se identificaron 08 especies pertenecientes a la familia Scarabaeidae y el orden de los Coleópteros. El 25% de las especies de escarabajos copronecrófagos registrados en este estudio fueron registrados en los 03 sitios de muestreo.

Tabla 8-2-77. Orden, familia y especies de escarabajos registrados en el área de estudio

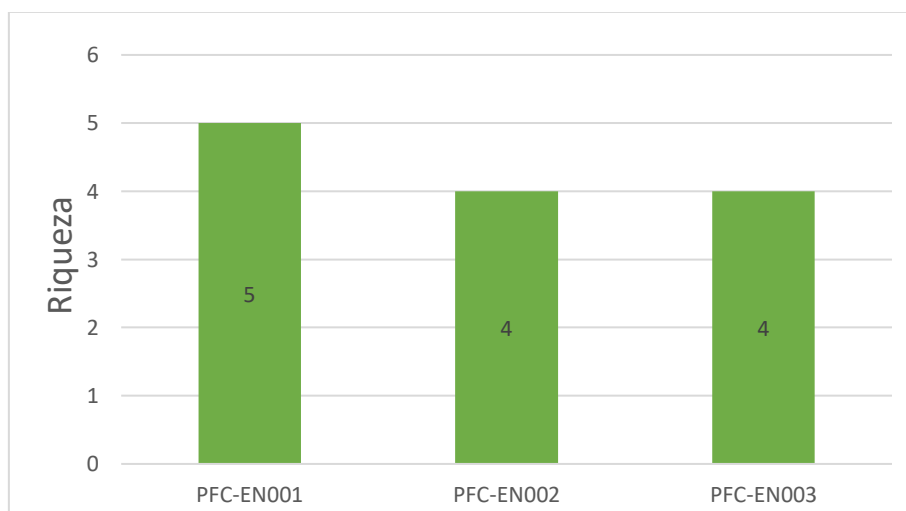
Orden	Familia	Especie	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003
Coleoptera	Scarabeidae	<i>Canthidium</i> sp1.	x	x	x
		<i>Canthon</i> aff. <i>lituratus</i>	x		
		<i>Canthon</i> aff. <i>mutabilis</i>			x
		<i>Eurysternus</i> sp1.		x	
		<i>Malagoniella</i> sp1.	x	x	x
		<i>Malagoniella</i> sp2.			x
		<i>Onthophagus</i> sp1.	x	x	
		<i>Phanaeus</i> aff. <i>lunaris</i>	x		

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- **Riqueza general**

En toda el área del proyecto se registraron 08 especies de escarabajos copronecrófagos pertenecientes a la familia Scarabaeidae. En el sitio PFC-EN001 se registraron 05 especies, seguido de PFC-EN002 y PFC-EN003 con 04 especies respectivamente.

Figura 8-2-63. Riqueza de escarabajos por sitio de muestreo

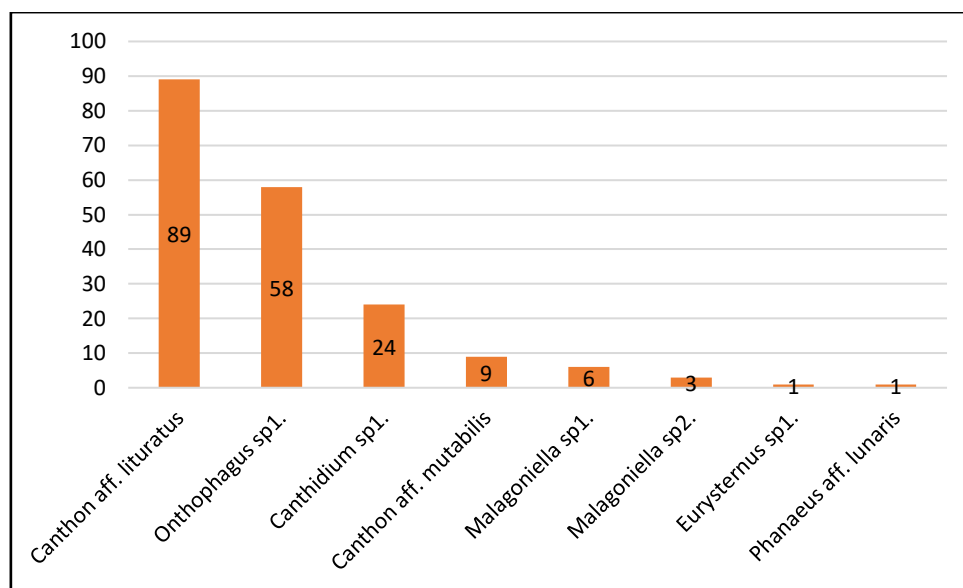


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- **Abundancia y abundancia relativa**

Se registró una abundancia total de 191 individuos del orden de los escarabajos copronecrófagos. Las especies más abundantes fueron *Canthon* aff. *lituratus* y *Onthophagus* sp1. con 89 y 58 individuos registrados, respectivamente. Dos especies cuentan con un solo registro, *Eurysternus* sp1. y *Phanaeus* aff. *lunaris*, y se consideran raras.

Figura 8-2-64. Abundancia de escarabajos registrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Tabla 8-2-78. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos

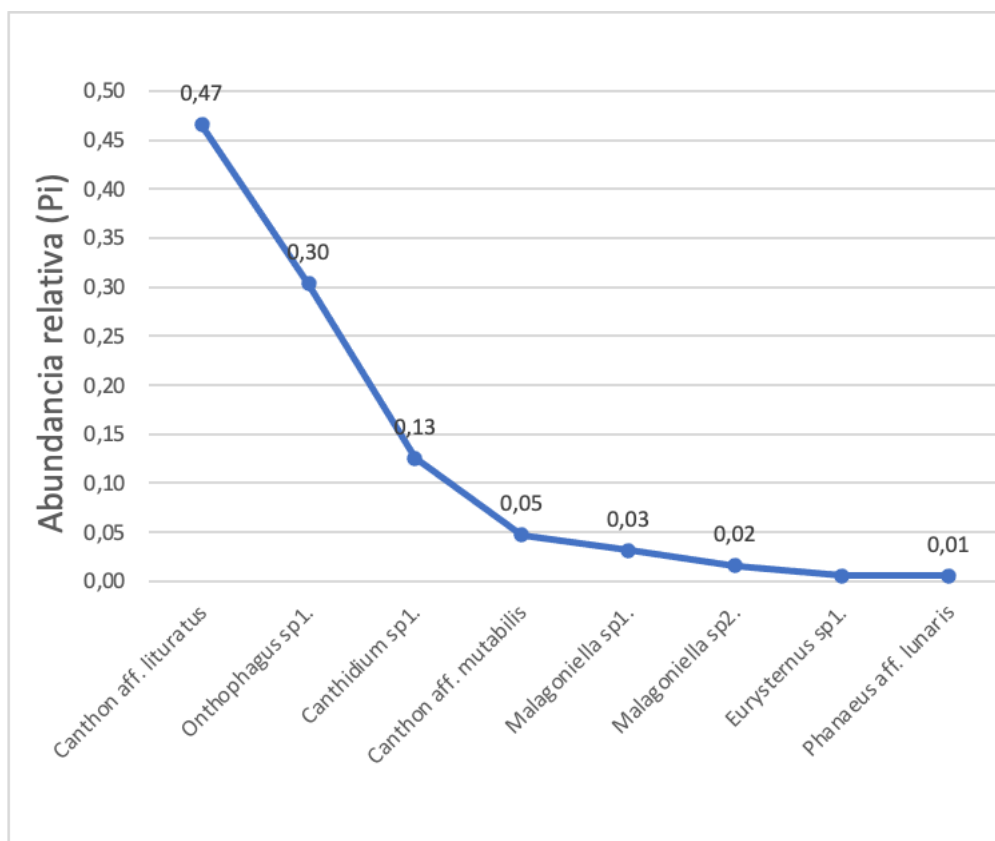
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Canthon aff. lituratus</i>	89	0,47
<i>Onthophagus sp1.</i>	58	0,30
<i>Canthidium sp1.</i>	24	0,13
<i>Canthon aff. mutabilis</i>	9	0,05
<i>Malagoniella sp1.</i>	6	0,03
<i>Malagoniella sp2.</i>	3	0,02
<i>Eurysternus sp1.</i>	1	0,01
<i>Phanaeus aff. lunaris</i>	1	0,01
TOTAL	191	1,0

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

De acuerdo con la curva de abundancia, con el fin de mejor entendimiento se multiplica $\pi \times 100$ para determinar en porcentajes la cual se detalla a continuación: La especie *Canthon aff. lituratus* fue claramente dominante, representando aproximadamente el 47 % de la abundancia relativa total. En segundo lugar, se ubicó *Onthophagus sp1.*, con un 30 %, mientras que *Canthidium sp1.* aportó alrededor del 13 %. En conjunto, estas tres especies concentran cerca del 90 % de todos los individuos registrados, evidenciando una fuerte dominancia de pocas especies.

La curva de abundancia evidencia que la comunidad de escarabajos copronecrófagos del bosque seco de Zapotillo presenta una estructura con alta dominancia y baja equidad el mismo que se corrobora con el índice de diversidad de Simpson 1-D, ya que pocas especies concentran la mayor parte de los individuos registrados. *Canthon aff. lituratus* y *Onthophagus* sp1. representan aproximadamente el 77 % de la abundancia relativa, mientras que las demás especies muestran abundancias considerablemente menores. Aunque se registró una riqueza de ocho especies, la pronunciada pendiente de la curva indica una distribución desigual de los individuos dentro de la comunidad. Este patrón es característico de ecosistemas de bosque seco con características de intervención, donde las condiciones ambientales y la disponibilidad estacional de recursos favorecen a especies mejor adaptadas, mientras que otras permanecen con poblaciones reducidas.

Figura 8-2-65. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

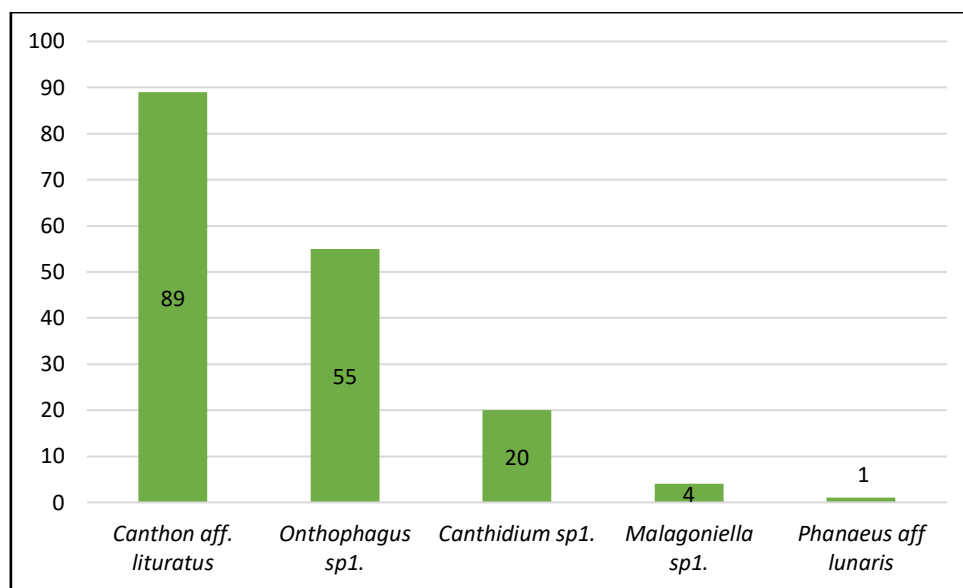
- **Resultados por sitio de muestro**

Sitio PFC-EN001

Riqueza y abundancia

Se registró un total de 169 individuos pertenecientes a 5 especies de escarabajos copronecrófagos, la familia Scarabaeidae y el orden Coleoptera. Las especies más abundantes fueron *Canthon* aff. *lituratus* con 89 y *Onthophagus* sp1., con 55 individuos registrados, respectivamente. *Phanaeus* aff. *lunaris* se considera rara puesto que registra un solo individuo.

Figura 8-2-66. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

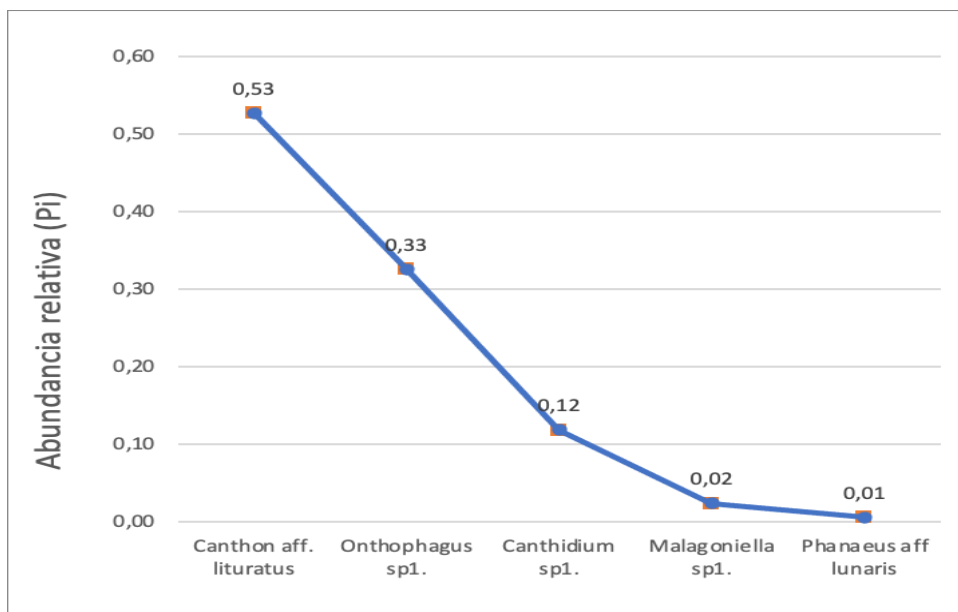
Tabla 8-2-79. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Canthon aff. lituratus</i>	89	0,53
<i>Onthophagus sp1.</i>	55	0,33
<i>Canthidium sp1.</i>	20	0,12
<i>Malagoneiella sp1.</i>	4	0,02
<i>Phanaeus aff. lunaris</i>	1	0,01
TOTAL	169	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

La curva abundancia presenta una pendiente muy pronunciada, lo que indica una baja equidad y una marcada dominancia de pocas especies dentro de la comunidad. La especie *Canthon aff. lituratus* fue la más abundante, con una abundancia relativa de 0,53 (53 %), seguida por *Onthophagus sp1.*, con 0,33 (33 %). Estas dos especies concentran aproximadamente el 86 % de todos los individuos registrados, evidenciando que la comunidad está fuertemente dominada por taxones con mayor capacidad de adaptación y aprovechamiento de los recursos disponibles.

Figura 8-2-67. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN001



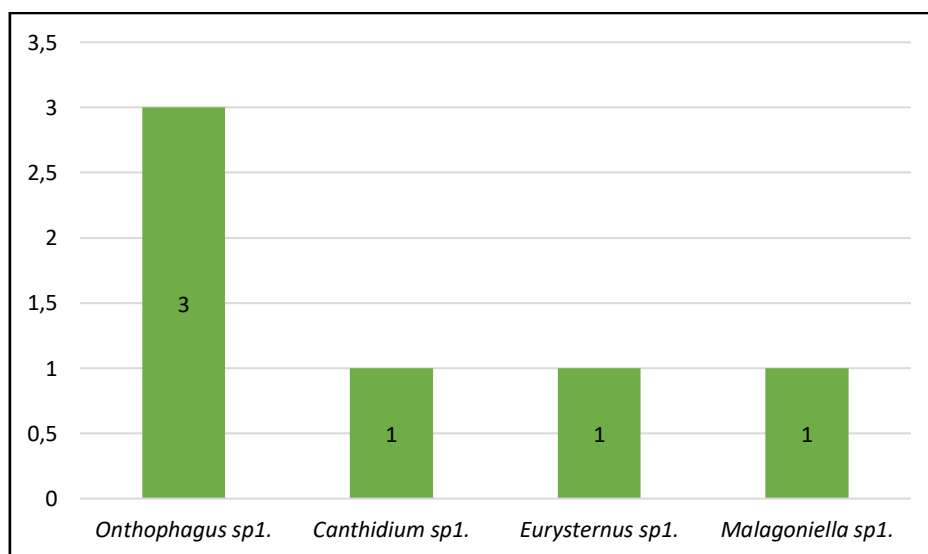
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Sitio PFC-EN002

Riqueza y abundancia

Se registró un total de 06 individuos pertenecientes a 04 especies de escarabajos copronecrófagos, la familia Scarabaeidae y el orden Coleoptera. La especie más abundante fue *Onthophagus* sp1. con 03 individuos registrados. Las demás especies cuentan con un solo individuo.

Figura 8-2-68. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Tabla 8-2-80. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN002

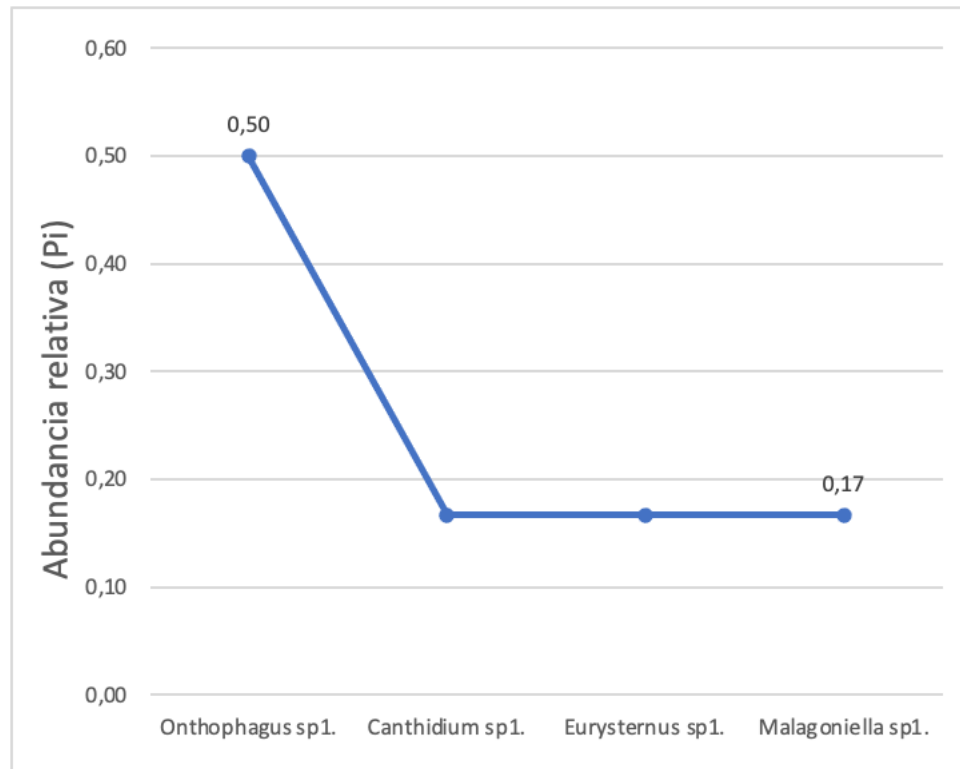
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Onthophagus</i> sp1.	3	0,50
<i>Canthidium</i> sp1.	1	0,17
<i>Eurysternus</i> sp1.	1	0,17
<i>Malagoniella</i> sp1.	1	0,17
TOTAL	6	100

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

En base a la curva abundancia del sitio PFC-EN002, se puede observar que, la especie *Onthophagus* sp.1 es claramente la especie dominante, con una abundancia relativa de 0,50 (50 %), representando la mitad de los individuos registrados. Las otras tres especies (*Canthidium* sp.1, *Eurysternus* sp.1 y *Malagoniella* sp.1) presentan una abundancia relativa idéntica de 0,17 (17 %), lo que indica que son especies codominantes de baja representación y contribuyen de manera similar a la estructura de la comunidad.

Este patrón sugiere una equitatividad moderadamente baja, ya que una sola especie concentra una proporción importante de los individuos, mientras que las demás mantienen abundancias considerablemente menores.

Figura 8-2-69. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-002



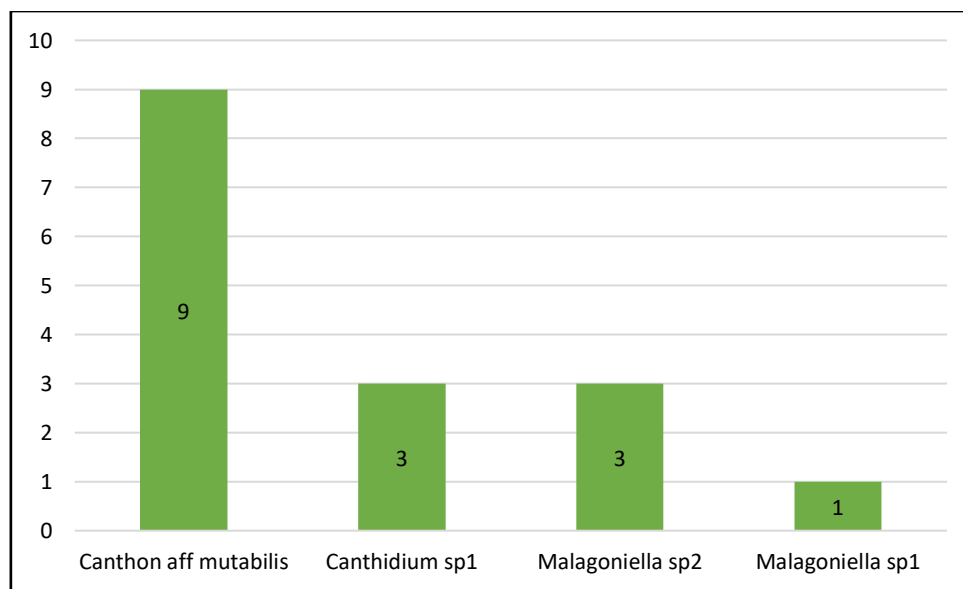
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Sitio PFC-EN003

Riqueza y abundancia

Se registró un total de 16 individuos pertenecientes a 04 especies de escarabajos copronecrófagos, la familia Scarabaeidae y el orden Coleoptera. La especie más abundante fue *Canthon* aff. *mutabilis* con 09 individuos registrados. Mientras que, *Malagoniella* sp1 se considera rara puesto que registra un solo individuo.

Figura 8-2-70. Riqueza de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

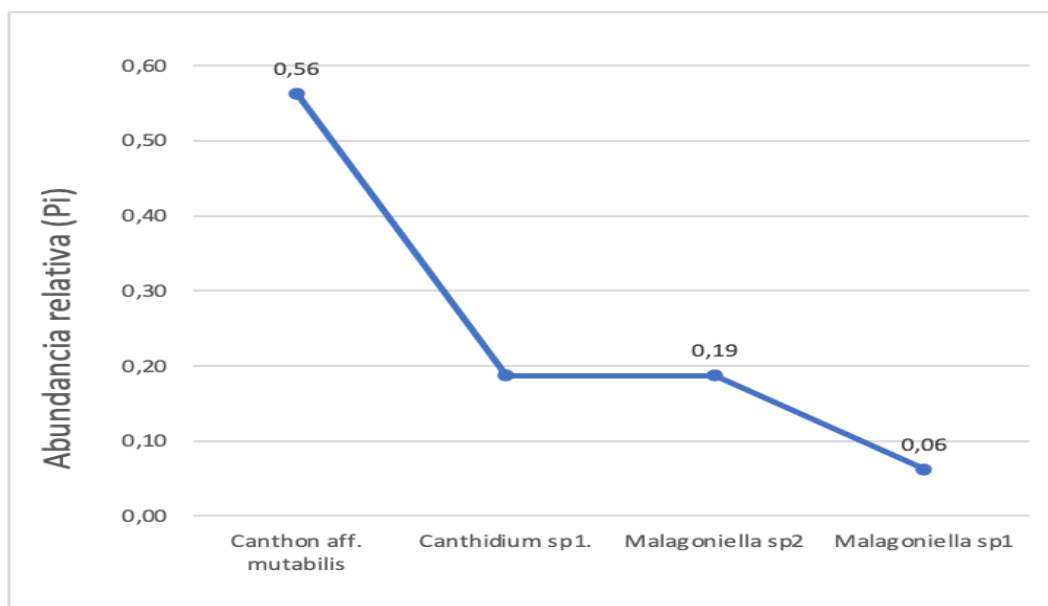
Tabla 8-2-81. Abundancia absoluta y relativa de escarabajos copronecrófagos en PFC-EN003

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Canthon</i> aff. <i>mutabilis</i>	9	0,56
<i>Canthidium</i> sp1.	3	0,19
<i>Malagoniella</i> sp2	3	0,19
<i>Malagoniella</i> sp1	1	0,06
TOTAL	16	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

La curva abundancia evidencia que en el sitio PFC-EN003, la especie *Canthon* aff. *mutabilis* fue la más abundante, con una abundancia relativa de 0,56 (56 %), representando más de la mitad de los individuos capturados. Esto evidencia una clara dominancia de esta especie dentro de la comunidad. La pendiente pronunciada entre la primera y la segunda especie refleja una alta dominancia de *Canthon* aff. *mutabilis* y una baja equitatividad en la comunidad, ya que la abundancia no se distribuye de manera uniforme entre las especies.

Figura 8-2-71. Curva abundancia de escarabajos copronecrófagos en PFC-OR003



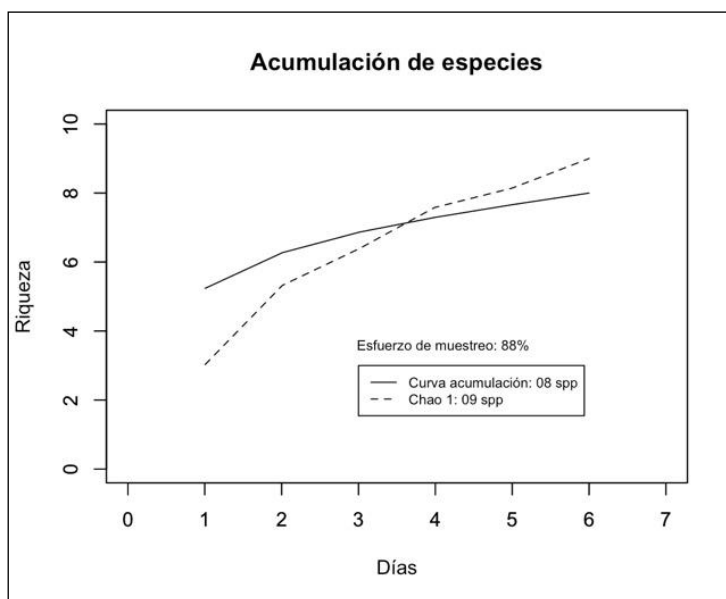
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- **Acumulación de especies e índice Chao**

La aplicación del estimador no paramétrico de riqueza Chao1 indicó una riqueza potencial de 9 especies, en comparación con las 8 especies registradas durante el muestreo. Este resultado corresponde a una completitud del inventario de aproximadamente el 88 %, lo que evidencia que el esfuerzo de muestreo permitió registrar la mayor parte de las especies presentes en el área de estudio.

Es importante considerar que los inventarios biológicos constituyen una aproximación a la composición real de las comunidades, ya que la presencia y detectabilidad de las especies pueden variar en función de factores temporales, espaciales, climáticos y ecológicos. En consecuencia, es poco probable documentar la totalidad de las especies existentes mediante una única campaña de campo. Sin embargo, la implementación de metodologías de muestreo estandarizadas y el empleo de estimadores no paramétricos de riqueza, como Chao1, permiten evaluar la representatividad del inventario y determinar con un adecuado nivel de confianza que la caracterización de la biodiversidad obtenida es suficientemente representativa para el área evaluada.

Figura 8-2-72. Curva de acumulación y Chao-1 para escarabajos



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- **Diversidad**

Para este análisis se utilizó el índice de Shannon en su logaritmo natural y el índice de Simpson en su forma 1-D mediante el software Past versión 3.5.

El índice de Shannon-Wiener mostró que el punto PFC-EN002 presentó la mayor diversidad de Entomofauna, con un valor de 1,49 nats/individuo. Le siguió el punto PFC-EN003, con un valor de 1,21 nats/individuo. En contraste, el punto PFC-EN001 registró el menor valor (1,08 nats/individuo), por lo que constituye el sitio menos diverso de los tres evaluados.

Por otro lado, el índice de Simpson (1-D) alcanzó su valor más alto en el punto PFC-EN002 (0,80), lo que refleja una comunidad con baja dominancia y una mayor tendencia a la equidad en la distribución de los individuos entre las especies registradas. No obstante, la abundancia relativa evidencia que *Onthophagus* sp. 1 fue la especie más representativa, concentrando el 50 % de los individuos, mientras que las tres especies restantes aportaron aproximadamente 17 % cada una. Estos resultados sugieren que, aunque existe una especie con tendencia a dominar la comunidad, la distribución del resto de las especies mantiene un nivel de equidad relativamente con tendencia a 1, lo que indicaría que el área presenta un grado de perturbación que aún permite conservar una estructura de comunidad relativamente equilibrada.

En el punto PFC-EN003, el índice de Simpson registró un valor de (0,65), lo que evidencia una comunidad con menor equidad y una mayor tendencia a la dominancia en comparación con PFC-EN002. La abundancia relativa mostró que *Canthon* aff. *mutabilis* fue la especie predominante, concentrando el 56 % de los individuos registrados, mientras que el porcentaje restante se distribuyó entre las demás especies. Estos resultados sugieren que existe una especie con marcada tendencia a dominar la comunidad, lo que reduce la equidad en la distribución de los individuos entre las especies presentes.

El punto PFC-OR001 presentó el menor valor del índice de Simpson (0,60), indicando una comunidad con la menor equidad y la mayor tendencia a la dominancia entre los sitios evaluados. En este punto, *Canthon* aff. *lituratus* concentraron el 53 % y *Onthophagus* sp. 1., el 33 % de la

abundancia relativa, respectivamente, representando en conjunto el 86 % de los individuos registrados. Esta distribución evidencia una comunidad fuertemente influenciada por pocas especies dominantes, mientras que las especies restantes estuvieron representadas por una proporción considerablemente menor de individuos.

Tabla 8-2-82. Diversidad de escarabajos

ÍNDICES	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003	General
Riqueza	5	4	4	8
Abundancia	169	6	16	191
Simpson	0,60	0,80	0,65	0,67
Shannon	1,08 nats/individuo	1,49 nats/individuo	1,21 nats/individuo	1,37 nats/individuo

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- **Similitud de Jaccard**

Se realizó un análisis de la similitud basado en el Índice de Jaccard y la construcción de un clúster para comprender la composición de escarabajos en los diferentes sitios estudiados. Con el fin de mejor entendimiento se multiplica el valor de Jaccard x 100 para determinar en porcentajes la cual se detalla a continuación: Se registró un conglomerado entre los sitios PFC-EN001 y PFC-EN002, con al menos el 50% de especies compartidas y en base a la similitud de especies en el área de estudio. Esta similitud moderada sugiere que ambos sitios poseen condiciones ambientales y microhábitats relativamente semejantes, favoreciendo la presencia de un conjunto común de especies de escarabajos copronecrófagos.

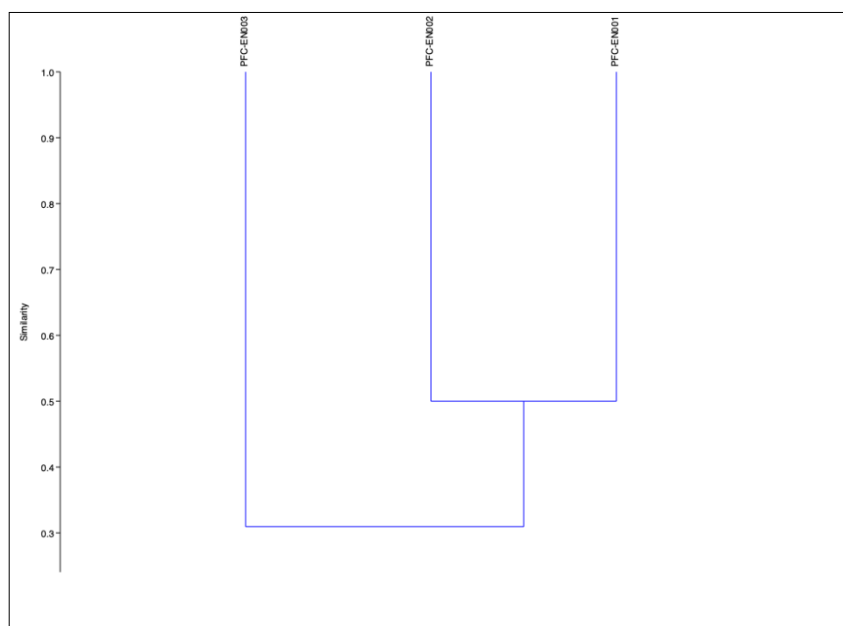
La similitud (especies compartidas) de PFC-EN003 disminuye frente a los sitios PFC-EN002 y PFC-EN001 del 33% al 29%, respectivamente. Lo que sugiere diferencias en la estructura del hábitat como la cobertura vegetal, disponibilidad de recursos o diferentes grados de intervención antrópica.

Tabla 8-2-83. Índice de similitud de Jaccard para escarabajos

SITIOS	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003
PFC-EN001	1	0,5	0,29
PFC-EN002	0,5	1	0,33
PFC-EN003	0,29	0,33	1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Figura 8-2-73. Similitud de escarabajos – Índice Jaccard



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Mariposas Diurnas

- **Composición**

Se registraron un total de 68 individuos pertenecientes al orden de los lepidópteros, los cuales están agrupados en 5 familias y 10 especies. Nymphalidae es la familia más diversa, con 5 especies y 30 individuos registrados.

Tabla 8-2-84. Familias y especies de mariposas diurnas registradas

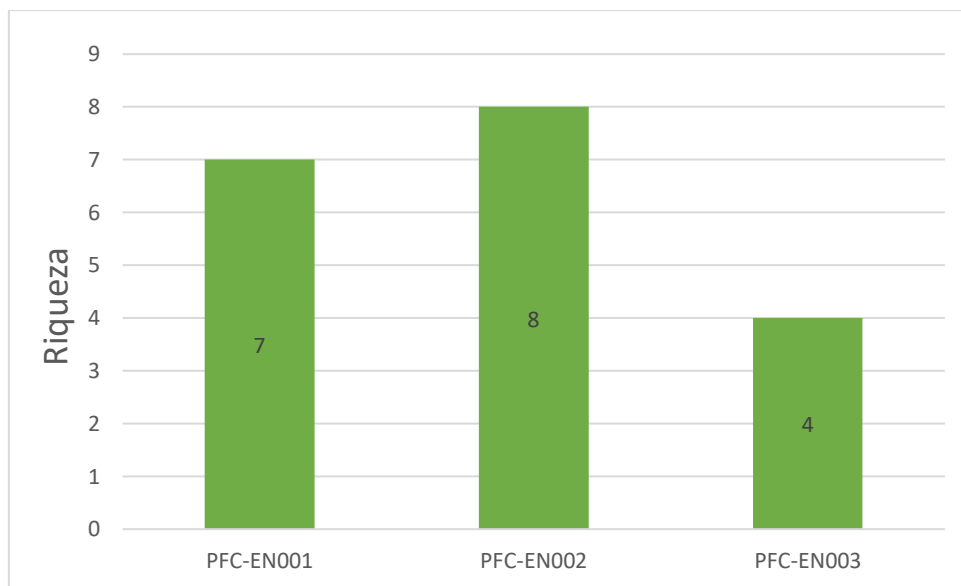
Orden	Familia	Especie	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003
Coleoptera	Hesperiidae	<i>Cecropterus dorantes</i>	X	X	X
	Lycaenidae	<i>Hemiargus ramon</i>		X	X
	Nymphalidae	<i>Anthanassa hermas</i>	X		
		<i>Dynamine haenschi</i>	X	X	
		<i>Elzunia pavonii</i>	X	X	
		<i>Euptoieta hegesia</i>		X	
		<i>Hamadryas amphiocloe</i>	X	X	
	Papilionidae	<i>Battus polydamas</i>		X	
	Pieridae	<i>Phoebis argante</i>	X		X
		<i>Pyrisitia nise</i>	X	X	X

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- **Riqueza**

En toda el área de muestreo se registraron 10 especies de mariposas. El punto PFC-EN002 registró 8 especies, seguido de PFC-EN001 con 7 y, por último, PFC-EN003 con 4 especies.

Figura 8-2-74. Riqueza de mariposas registradas en cada sitio de muestreo

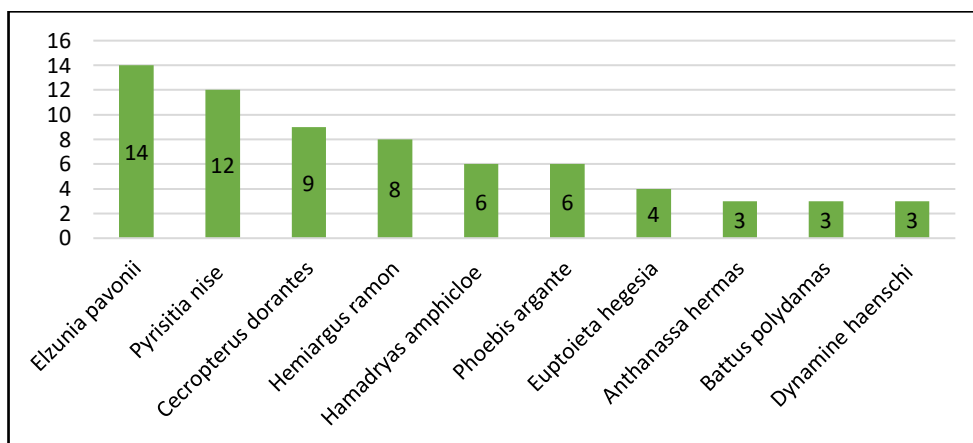


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- **Abundancia**

Se registraron un total de 68 individuos pertenecientes al orden de los lepidópteros. Con un total de 14 y 12 individuos respectivamente, *Elzunia pavonii* (Nymphalidae) y *Pyrisitia nise* (Pieridae) son las especies más abundantes.

Figura 8-2-75. Riqueza y abundancia de mariposas



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Tabla 8-2-85. Abundancia absoluta y relativa de mariposas

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Elzunia pavonii</i>	14	0,21
<i>Pyrisitia nise</i>	12	0,18
<i>Cecropterus dorantes</i>	9	0,13
<i>Hemiargus ramon</i>	8	0,12

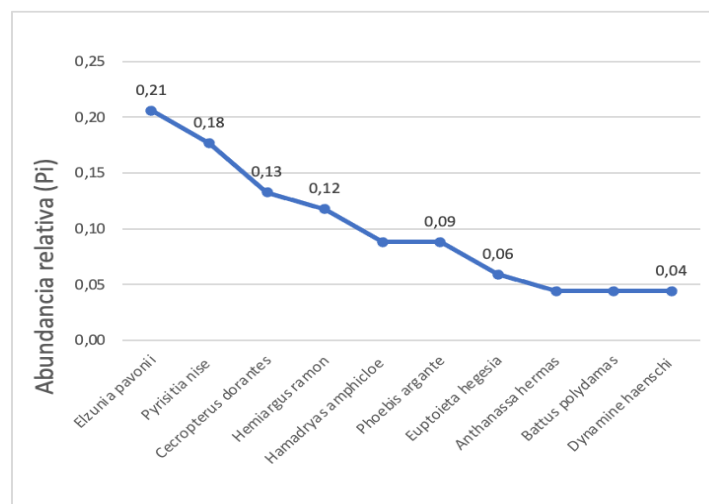
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Hamadryas amphicloae</i>	6	0,09
<i>Phoebis argante</i>	6	0,09
<i>Euptoieta hegesia</i>	4	0,06
<i>Anthanassa hermas</i>	3	0,04
<i>Battus polydamas</i>	3	0,04
<i>Dynamine haenschi</i>	3	0,04
TOTAL	68	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

En base a la curva rango-abundancia, la especie más abundante fue *Elzunia pavonii*, con una abundancia relativa de 0,21 (21%), seguida por *Pyristia nise* con 0,18 (18%). Estas dos especies concentran una proporción importante de los individuos muestreados, lo que indica que tienen una mayor capacidad de adaptación o aprovechamiento de los recursos disponibles en el área de estudio.

Posteriormente, la abundancia disminuye de forma progresiva hacia *Cecropterus dorantes* (0,13) y *Hemiargus ramon* (0,12), para luego estabilizarse en *Hamadryas amphinome* y *Phoebis argante*, ambas con 0,09. Las especies menos abundantes fueron *Euptoieta hegesia* (0,06), *Anthanassa hermas* (0,04), *Battus polydamas* (0,04) y *Dynamine haenschi* (0,04), las cuales pueden considerarse especies raras dentro del ensamblaje registrado.

Figura 8-2-76. Curva abundancia de mariposas



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- **Resultado por sitio muestreado**

Sitio PFC-EN001

Riqueza

Se registró un total de 33 individuos pertenecientes a 07 especies de mariposas y 03 familias del orden lepidóptera. La familia con mayor riqueza fue Nymphalidae con 04 especies registradas.

Tabla 8-2-86. Orden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN001

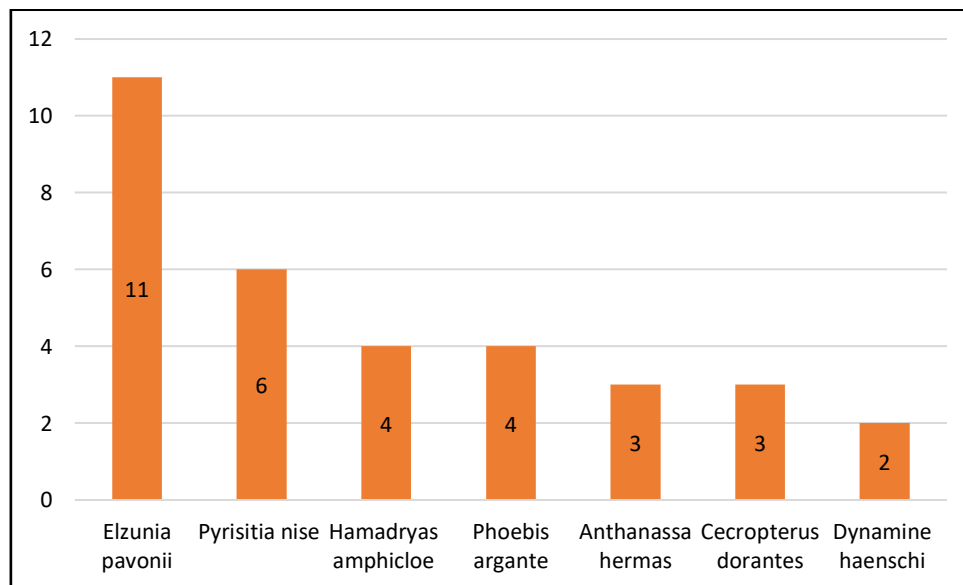
Orden	Familia	Especie
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Cecropterus dorantes</i>
	Nymphalidae	<i>Anthanassa hermas</i>
		<i>Dynamine haenschi</i>
		<i>Elzunia pavonii</i>
		<i>Hamadryas amphicloae</i>
	Pieridae	<i>Phoebis argante</i>
		<i>Pyrisitia nise</i>

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Abundancia

De un total de 33 individuos y 07 especies registradas en el sitio PFC-EN001, *Elzunia pavonii* se considera la especie más abundante con 11 individuos, seguido de *Pyrisitia nise* con 06 individuos.

Figura 8-2-77. Riqueza de mariposas en PFC-EN001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

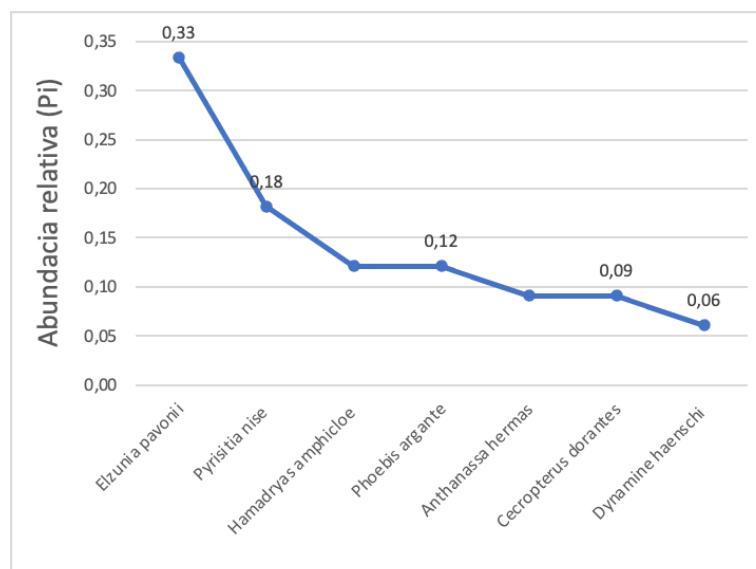
Tabla 8-2-87. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN001

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Elzunia pavonii</i>	11	0,33
<i>Pyrisitia nise</i>	6	0,18
<i>Hamadryas amphicloae</i>	4	0,12
<i>Phoebis argante</i>	4	0,12
<i>Anthanassa hermas</i>	3	0,09
<i>Cecropterus dorantes</i>	3	0,09
<i>Dynamine haenschi</i>	2	0,06
TOTAL	33	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Con el fin de facilitar la interpretación de los resultados, los valores de abundancia relativa (P_i) se expresan en porcentaje mediante la multiplicación de $P_i \times 100$. En este contexto, *Elzunia pavonii* presentó la mayor abundancia relativa ($P_i = 0,33$), equivalente al 33 % de los individuos registrados. No obstante, este valor no evidencia una dominancia marcada dentro de la comunidad, ya que se encuentra por debajo del 34 % y la diferencia con respecto a las demás especies es reducida. Esto indica que *E. pavonii* constituye la especie más abundante del ensamblaje, pero con una dominancia débil o incipiente, reflejando una tendencia hacia la dominancia sin que esta sea claramente definida. Asimismo, la porción final de la curva de abundancia muestra una pendiente relativamente estable, lo que sugiere que las especies restantes presentan abundancias similares entre sí, evidenciando una distribución relativamente homogénea entre las especies menos abundantes.

Figura 8-2-78. Curva abundancia de mariposas en PFC-OR001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Sitio PFC-EN002

Riqueza

Se registró un total de 24 individuos pertenecientes a 8 especies de mariposas y 5 familias del orden lepidóptera. La familia con mayor riqueza fue Nymphalidae con 4 especies registradas.

Tabla 8-2-88. Orden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN002

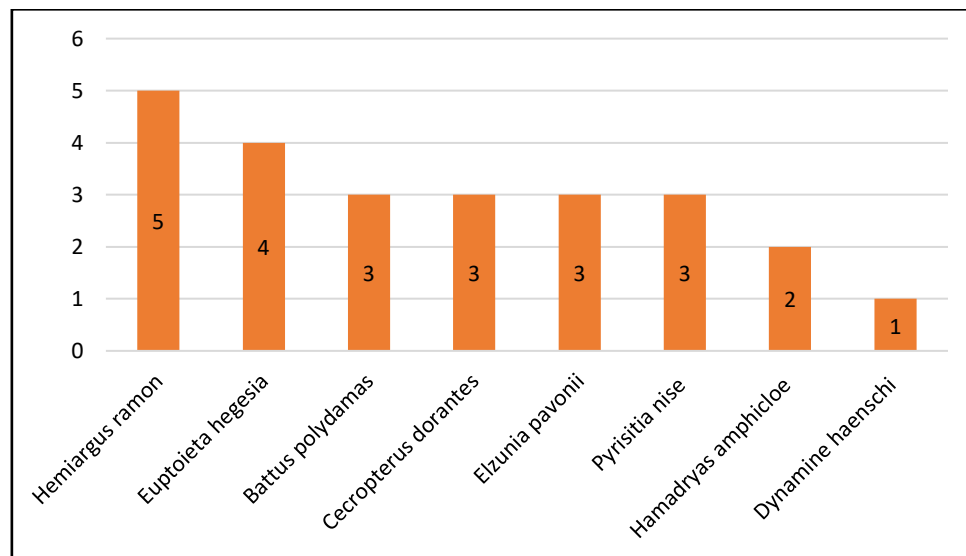
Orden	Familia	Especie
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Cecropterus dorantes</i>
	Lycaenidae	<i>Hemiargus ramon</i>
	Nymphalidae	<i>Dynamine haenschi</i>
		<i>Elzunia pavonii</i>
		<i>Euptoieta hegesia</i>
		<i>Hamadryas amphicloae</i>
	Papilionidae	<i>Battus polydamas</i>
	Pieridae	<i>Pyrisitia nise</i>

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Abundancia

De un total de 24 individuos y 08 especies registradas en el sitio PFC-EN002, *Hemiargus ramon* se considera la especie más abundante con 05 individuos, seguido de *Euptoieta hegesia* con 04 individuos.

Figura 8-2-79. Riqueza de mariposas en PFC-EN002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

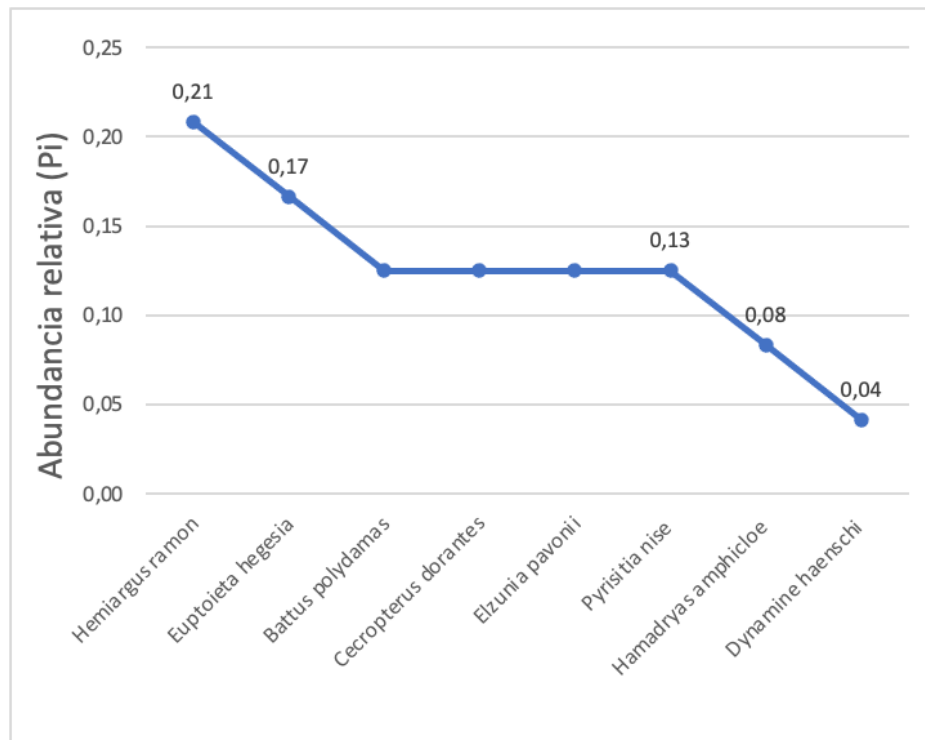
Tabla 8-2-89. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN002

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Hemiargus ramon</i>	5	0,21
<i>Euptoieta hegesia</i>	4	0,17
<i>Battus polydamas</i>	3	0,13
<i>Cecropterus dorantes</i>	3	0,13
<i>Elzunia pavonii</i>	3	0,13
<i>Pyrisitia nise</i>	3	0,13
<i>Hamadryas amphicloae</i>	2	0,08
<i>Dynamine haenschi</i>	1	0,04
TOTAL	24	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

En este caso, la curva dominancia presenta una pendiente moderadamente pronunciada, indicando que existe una ligera dominancia de algunas especies, aunque la abundancia se distribuye de forma relativamente homogénea entre la mayoría de las especies registradas. La especie *Hemiargus ramon* fue la más abundante, con una abundancia relativa de 0,21 (21 %), seguida por *Euptoieta hegesia*, con 0,17 (17 %). Estas dos especies constituyen las más representativas de la comunidad.

Figura 8-2-80. Curva rango-abundancia de mariposas en PFC-OR002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Sitio PFC-EN003

Riqueza

Se registró un total de 11 individuos pertenecientes a 4 especies de mariposas y 3 familias del orden lepidóptera. La familia con mayor riqueza fue Pieridae con 2 especies registradas.

Tabla 8-2-90. Orden, familia y especies de mariposas registradas en PFC-EN003

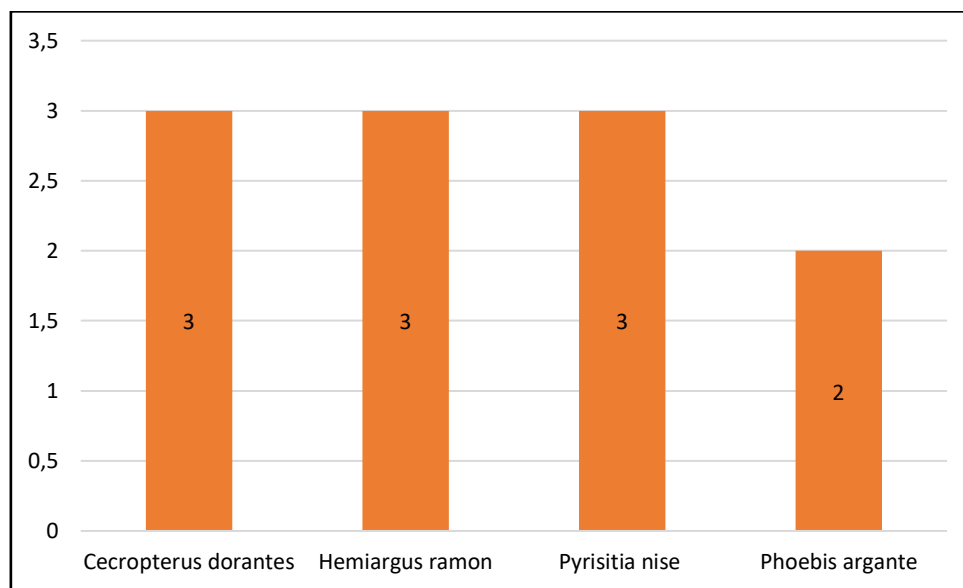
Orden	Familia	Especie
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Cecropterus dorantes</i>
	Lycaenidae	<i>Hemiargus ramon</i>
	Pieridae	<i>Phoebis argante</i>
		<i>Pyrisitia nise</i>

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Abundancia

De un total de 11 individuos y 4 especies registradas en el sitio PFC-EN003, no se identifican especies con una abundancia mayoritaria o significativamente diferente.

Figura 8-2-81. Riqueza de mariposas en PFC-EN003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Tabla 8-2-91. Abundancia absoluta y relativa de mariposas en PFC-EN003

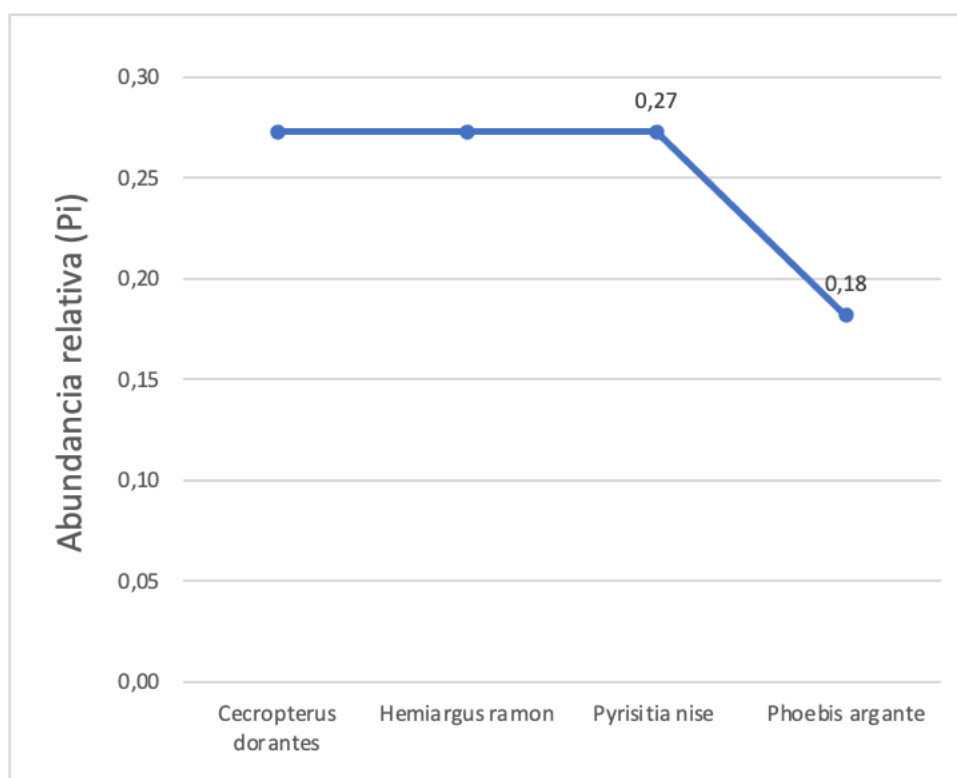
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
<i>Cecropterus dorantes</i>	3	0,27
<i>Hemiargus ramon</i>	3	0,27
<i>Pyrisitia nise</i>	3	0,27

<i>Phoebis argante</i>	2	0,18
TOTAL	11	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

En este caso, la comunidad de mariposas en el sitio PFC-EN003 está conformada por cuatro especies, de las cuales *Cercopterus dorantes*, *Hemiargus ramon* y *Pyrisitia nise* presentan la misma abundancia relativa (0,27; 27 %), mientras que *Phoebis argante* registra una abundancia menor (0,18; 18 %). La forma de la curva es prácticamente horizontal en los tres primeros rangos, indicando una alta equitatividad, ya que las especies dominantes poseen abundancias muy similares y ninguna sobresale claramente sobre las demás. Este patrón refleja una comunidad con baja dominancia.

Figura 8-2-82. Curva abundancia de mariposas en PFC-OR003



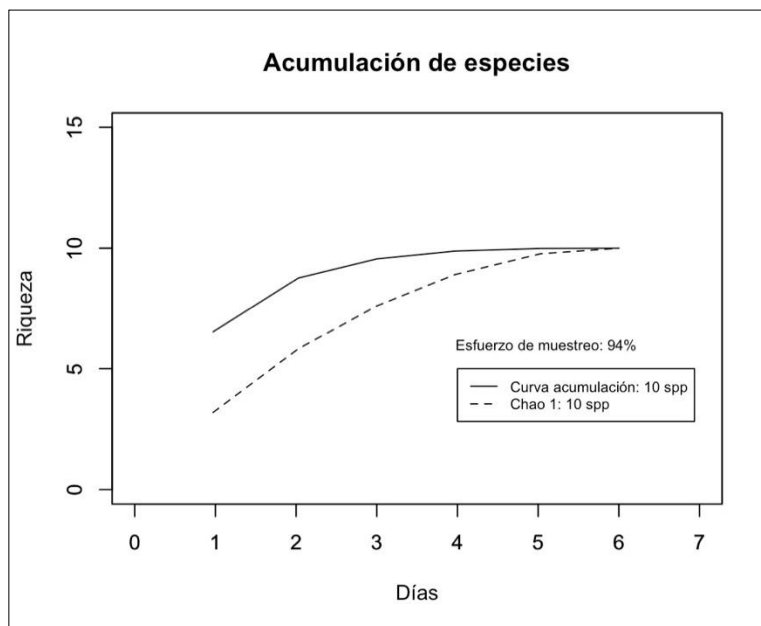
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Acumulación de especies e índice Chao

La aplicación del estimador de riqueza Chao1 arrojó un valor de 10 especies, coincidente con la riqueza observada durante el muestreo. Esta correspondencia indica un alcance del muestreo cercano al 100 % para las condiciones y el período de evaluación, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la riqueza de mariposas presente en el área de estudio. Asimismo, la coincidencia entre la riqueza observada y la estimada evidencia una adecuada representatividad de los métodos de muestreo empleados y una baja probabilidad de que existan especies adicionales no detectadas durante la campaña de muestreo. No obstante, es importante considerar que la composición de las comunidades de mariposas puede variar en función de la estacionalidad, las condiciones climáticas y la disponibilidad de recursos, por lo que

evaluaciones realizadas en diferentes épocas del año podrían registrar variaciones en la riqueza y composición de especies.

Figura 8-2-83. Curva de acumulación y Chao-1 para mariposas



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Diversidad

Para este análisis se utilizó el índice de Shannon en su logaritmo natural y el índice de Simpson en su forma 1-D. El análisis se realizó con el software Past versión 5.3.

El índice de Shannon-Wiener mostró que el punto PFC-EN002 presentó la mayor diversidad de mariposas, con un valor de 2,15 nats/individuo, lo que evidencia una comunidad con alta riqueza de especies y una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas. Le siguió el punto PFC-EN001, con un valor de 1,89 nats/individuo, indicando una comunidad poco diversa y con una distribución de especies poco equitativa. El punto PFC-EN003 registró el menor valor (1,51 nats/individuo), por lo que constituye el sitio menos diverso en cuanto a mariposas, de los tres sitios evaluados.

El índice de Simpson (1-D) alcanzó su valor más alto en el punto PFC-EN002 (0,89), lo que indica una comunidad con baja dominancia y una distribución con tendencia a la equitativa de los individuos entre las especies. Aunque algunas especies presentaron mayores abundancias relativas, como *Hemiargus ramon* con una abundancia relativa de 0,21 (21 %), seguida por *Euptoieta hegesia*, con 0,17 (17 %), ninguna ejerció una dominancia marcada sobre el resto de la comunidad.

Por su parte, el punto PFC-EN001 presentó un valor del índice de Simpson de 0,83, lo que indica una comunidad con una baja dominancia y una distribución con tendencia a la equidad presenta una ligeramente dominancia respecto al sitio PFC-EN002. En este sitio, *Elzunia pavonii* presentó la mayor abundancia relativa ($\pi=0,33$; 33 %), evidenciando una pendiente con tendencia a dominar, pero no es representativa en el ensamblaje de escarbajos. Sin embargo, la parte final de la curva es relativamente más estable, lo que sugiere que las especies restantes presentan abundancias relativamente semejantes entre sí.

En el punto PFC-EN003, el índice de Simpson registró un valor de 0,82, reflejando igualmente una comunidad con tendencia a la equidad y baja dominancia. Las especies más abundantes fueron *Cercopterus dorantes*, *Hemiargus ramon* y *Pyrisitia nise*, todas con una abundancia relativa de 0,27 (27 %), seguidas por *Phoebis argante*, con 0,18 (18 %). La curva abundancia mostró una distribución uniforme, sin evidenciar una especie dominante, no obstante, estos resultados deben interpretarse con cautela, ya que en este punto únicamente se registraron 4 especies y 11 individuos, un tamaño de muestra reducido que puede influir en la estimación de los índices de diversidad y equidad, así como en la forma de la curva de abundancia, limitando la capacidad para detectar patrones de dominancia dentro de la comunidad.

Tabla 8-2-92. Diversidad de mariposas diurnas

Índices	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003	General
Riqueza	7	8	4	10
Abundancia	33	24	11	68
Simpson	0,83	0,89	0,82	0,88
Shannon	1,89 nats/individuo	2,15 nats/individuo	1,51 nats/individuo	2,23 nats/individuo

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Similitud de Jaccard

Se realizó un análisis de la similitud basado en el Índice de Jaccard y la construcción de un clúster para comprender la composición de los diferentes sitios estudiados, con el fin de mejor entendimiento se multiplica el valor de Jaccard x 100 para determinar en porcentajes la cual se detalla a continuación: Se puede observar que el clúster genera un solo grupo con alrededor del 50% de especies de mariposas compartidas entre los sitios PFC-EN002 y PFC-EN001. Este nivel de similitud indica que ambos sitios comparten cerca de la mitad de las especies registradas, lo que sugiere la existencia de condiciones ambientales, estructura de la vegetación y disponibilidad de recursos relativamente similares dentro de estos dos sitios muestreados

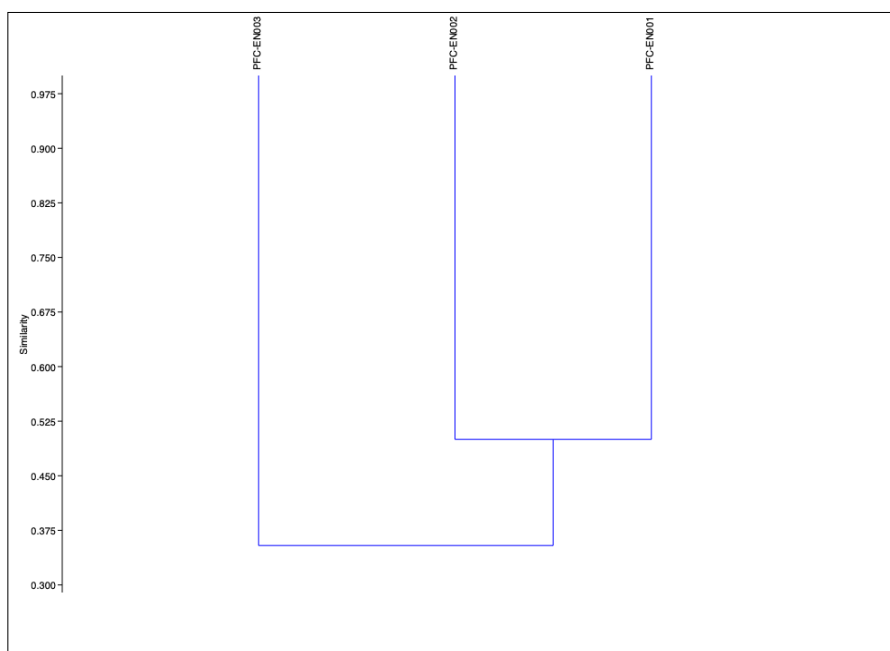
La similitud en la composición de especies del sitio PFC-EN003 disminuye con respecto a los sitios PFC-EN002 y PFC-EN001, registrando valores de similitud de 38 % y 33 %, respectivamente. Estas diferencias podrían estar asociadas a factores como la estructura y composición de la vegetación, la disponibilidad de recursos tróficos, las características microambientales y el grado de intervención antrópica presentes en cada sitio, los cuales influyen en la distribución y ensamblaje de las comunidades de escarabajos copronecrófagos.

Tabla 8-2-93. Índice de similitud de Jaccard para mariposas diurnas

SITIOS	PFC-EN001	PFC-EN002	PFC-EN003
PFC-EN001	1	0,5	0,38
PFC-EN002	0,5	1	0,33
PFC-EN003	0,38	0,33	1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Figura 8-2-84. Similitud de mariposas – Índice Jaccard



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

• Discusión

En el caso de los escarabajos copronecrófagos, se registraron ocho especies pertenecientes a la familia Scarabaeidae, con una marcada dominancia de *Canthon* aff. *lituratus* y *Onthophagus* sp.1, especies que concentraron aproximadamente el 77 % de todos los individuos registrados. Esta estructura coincide con el patrón esperado para ecosistemas estacionalmente secos, donde las condiciones climáticas limitan la disponibilidad de alimento y favorecen a especies generalistas con mayor capacidad de adaptación (Nichols et al., 2008; Halffter & Arellano, 2002).

La forma de la curva de rango-abundancia, refuerza esta interpretación, indicando una baja equidad en la distribución de individuos entre especies. Este comportamiento ha sido reportado comúnmente en ambientes fragmentados o intervenidos, como los observados en el área de estudio, donde actividades como ganadería, agricultura y apertura de vías generan modificaciones en la estructura del hábitat. En este contexto, la baja riqueza de especies y alta dominancia (Shannon = 1,37; Simpson = 0,67) sugiere condiciones de estrés ambiental moderado a alto.

A nivel de sitios, PFC-EN001 presentó la mayor abundancia, pero con una fuerte dominancia, mientras que PFC-EN002 mostró una comunidad empobrecida tanto en riqueza como en abundancia, lo que podría estar relacionado con un mayor grado de intervención o menor disponibilidad de recursos tróficos. Por otro lado, PFC-EN003, aunque con baja abundancia, presentó una composición distinta, evidenciando cierto recambio de especies. Esto se confirma con el análisis de similitud de Jaccard, donde se observa una mayor afinidad entre PFC-EN001 y PFC-EN002, probablemente debido a características de hábitat similares.

En contraste, el sitio PFC-EN003, ubicado en una zona intervenida, presentó menor riqueza y una fuerte dominancia de *Canthon* aff. *mutabilis*, situación que puede relacionarse con procesos de simplificación del hábitat ocasionados por actividades agropecuarias y la fragmentación del

bosque. Este comportamiento ha sido ampliamente documentado en ecosistemas tropicales, donde la pérdida de cobertura vegetal reduce la disponibilidad de refugios y altera la dinámica ecológica de los escarabajos copronecrófagos (Larsen et al., 2005).

En cuanto al esfuerzo de muestreo, el estimador Chao1 sugiere que se alcanzó aproximadamente el 88% de la riqueza esperada, lo cual indica que, si bien el inventario es representativo, aún podrían registrarse especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo o en diferentes épocas del año.

Por otro lado, las mariposas diurnas presentaron una mayor riqueza (10 especies) y una distribución más equitativa de especies y sus abundancias (Shannon = 2,23; Simpson = 0,88). A diferencia de los escarabajos, la curva de rango-abundancia se ajusta a un modelo de una comunidad más estructurada y estable. Este resultado puede estar relacionado con la estrecha relación de las mariposas con la vegetación, ya que incluso en paisajes fragmentados pueden persistir si existe disponibilidad de plantas hospederas y recursos florales.

A nivel de sitios, PFC-EN002 destacó por presentar la mayor riqueza de mariposas, lo que podría indicar una mayor heterogeneidad del hábitat o una mejor conservación relativa de la vegetación. En contraste, PFC-EN003 presentó la menor riqueza, lo que podría asociarse a un mayor grado de intervención o menor complejidad estructural del ecosistema. Sin embargo, en este último sitio la distribución de abundancias fue más equitativa, lo que sugiere una comunidad sin dominancia marcada.

Los análisis de similitud mediante el índice de Jaccard muestran que los sitios PFC-EN001 y PFC-EN002 comparten aproximadamente el 50 % de las especies tanto para escarabajos como para mariposas. Esta similitud probablemente responde a que ambos sitios conservan remanentes relativamente continuos de bosque seco y vegetación ribereña, mientras que el sitio PFC-EN003 presenta una composición distinta debido a un mayor grado de intervención y fragmentación del paisaje.

En términos generales, los resultados evidencian que los escarabajos copronecrófagos son más sensibles a las perturbaciones del hábitat, mostrando patrones claros de dominancia y baja diversidad en ambientes intervenidos. En contraste, las mariposas diurnas presentan una mayor resiliencia, probablemente debido a su capacidad de dispersión y a la disponibilidad de recursos vegetales en el paisaje. Las actividades antrópicas, como en este caso los cultivos, pastizales y el libre pastoreo de chivos (*Capra hircus*), sobre los ecosistemas naturales han provocado una pérdida importante de biodiversidad.

Estos hallazgos resaltan la importancia de conservar remanentes de vegetación nativa y promover estrategias de manejo que reduzcan la fragmentación del hábitat, ya que la estructura y composición de las comunidades de insectos están estrechamente ligadas a la calidad del ecosistema.

- **Conclusiones.**

El área de estudio, a pesar de ser una zona con signos claros de intervención antrópica (apertura de vías, actividades agropecuarias, presión debido a la expansión poblacional, etc.), presenta una considerable riqueza de escarabajos copronecrófagos y mariposas diurnas. El inventario de entomofauna realizado en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico permitió registrar 8

especies de escarabajos copronecrófagos (191 individuos) y 10 especies de mariposas diurnas (68 individuos).

El sitio PFC-EN002 presentó los mayores valores de diversidad tanto para escarabajos como para mariposas, lo que evidencia la importancia de los remanentes de bosque secundario y vegetación nativa en el mantenimiento de la biodiversidad local. En contraste, el sitio PFC-EN003, correspondiente a un sector con mayor intervención, registró menor riqueza y una comunidad más simplificada, confirmando la influencia de la alteración del hábitat sobre la composición de la entomofauna.

Los escarabajos copronecrófagos registrados en este estudio representan el 3,58% del total de las especies del Ecuador. La comunidad de escarabajos copronecrófagos presentó una marcada dominancia de *Canthon* aff. *lituratus* y *Onthophagus* sp.1, las cuales concentraron la mayor parte de los individuos registrados. Esta estructura, reflejada en las curvas de rango-abundancia y en los valores de diversidad, es característica de ecosistemas de bosque seco sujetos a una fuerte estacionalidad y con distintos niveles de intervención antrópica, donde pocas especies mejor adaptadas predominan sobre el resto de la comunidad.

Los resultados de riqueza y diversidad en el área de estudio se traducen en un ecosistema con evidentes signos de alteración y presión antrópica puesto que la conversión forestal cambia las condiciones microclimáticas y reduce la disponibilidad de recursos fecales de mamíferos silvestres. Aunque los resultados podrían justificarse con el poco tiempo de estudio, el área cubierta/muestreada y las condiciones ecológicas de un bosque seco. Aun así, es necesario considerar la importancia de este grupo en la retención de nitrógeno, drenaje y aireación del suelo, facilitadores en el ciclo de nutrientes, controladores de parásitos gastrointestinales de mamíferos y dispersión secundaria de semillas. Cabe mencionar que en áreas intervenidas y cerca de centros poblados la fauna urbana como los perros, gatos o incluso gallinas, pueden interferir en la metodología de muestreo, pues el cebo que se utiliza es pescado podrido y heces humanas.

Las mariposas diurnas registradas en este estudio representan el 0.28% del total de las especies del Ecuador. Los resultados infieren que las actividades antrópicas locales están relacionadas con la diversidad de mariposas registrada en el área de estudio como consecuencia de la homogenización de los ambientes, alta sensibilidad y respuesta rápida a cambios de temperatura, microclima, humedad y nivel de luminosidad y consecuentemente, la pérdida de las especies. En otras palabras, la riqueza de mariposas está estrechamente relacionada con la diversidad vegetal debido a la especificidad que estas tienen con las plantas hospederas en su estado larval.

- **Recomendaciones.**

En este estudio, se ha registrado un bajo número de capturas para algunas especies, esto no significa la inexistencia de una mayor diversidad de especies en el área de estudio, sino puede ser consecuencia de la estación temporal (invierno, verano) y/o condiciones climáticas específicas de bosque seco; para lo cual se recomienda tomar en cuenta las estaciones anuales al momento de llevar a cabo los monitoreos bióticos.

Priorizar la conservación del sector equivalente al sitio PFC-EN002 y de todos los remanentes de bosque secundario y vegetación nativa presentes en el área de influencia, por constituir las zonas

con mayor diversidad de escarabajos copronecrófagos y mariposas registradas durante la línea base.

Reducir al mínimo la fragmentación del bosque seco mediante el mantenimiento de corredores ecológicos entre los relictos de vegetación existentes, favoreciendo el desplazamiento de especies y el intercambio genético entre poblaciones.

Restringir el ingreso de animales domésticos (perros y gatos) y controlar la presencia de ganado dentro del área operativa, ya que modifican la dinámica ecológica del hábitat e incluso pueden interferir con futuros programas de monitoreo mediante el consumo o alteración de los cebos utilizados en las trampas Pitfall.

Minimizar la compactación del suelo mediante la circulación controlada de maquinaria pesada y la delimitación de rutas internas, considerando que los escarabajos desempeñan funciones fundamentales en la aireación del suelo, incorporación de materia orgánica, reciclaje de nutrientes y dispersión secundaria de semillas.

En este muestreo, la identificación taxonómica de los escarabajos copronecrófagos se vio limitada, por lo que se recomienda la adecuada gestión del permiso de recolección y movilización de especímenes de este grupo, con la finalidad de que su identificación se lo realice a mayor detalle en un laboratorio y con ayuda de especialistas.

Conservar la mayor cantidad posible de vegetación nativa y evitar la eliminación de arbustos y plantas herbáceas que actúan como hospederas y fuentes de néctar para las mariposas registradas en el área de estudio.

Evitar la aplicación innecesaria de insecticidas, herbicidas u otros productos químicos fuera de las áreas estrictamente requeridas para el mantenimiento del proyecto, reduciendo el riesgo de afectación directa sobre adultos, larvas y plantas hospederas.

Reducir la generación de polvo durante la construcción mediante el humedecimiento periódico de vías internas y el control de velocidades de circulación, evitando la deposición de partículas sobre la vegetación utilizada por las mariposas.

Limitar la iluminación artificial nocturna a las zonas estrictamente necesarias y utilizar luminarias direccionadas y de baja dispersión, disminuyendo alteraciones sobre otros grupos de insectos y manteniendo condiciones naturales del ecosistema.

Es fundamental preservar la zona de bosque, relictos de vegetación nativa y bosque secundario en regeneración o en su defecto implementar un eficiente plan de manejo para brindar protección a las especies encontradas, quienes depende directamente del buen estado y conservación de la cobertura vegetal, ya que cualquier tipo de actividad antrópica sin un adecuado manejo puede deteriorar la estructura de la zona y afectar tanto a los escarabajos estercoleros y mariposas diurnas.

En el ANEXO 8-2-5 se presenta la base de datos del componente entomofauna. Además, se adjunta la tabla de coordenadas para monitoreos posteriores del componente Entomofauna.

Tabla 8-2-94. Coordenadas sugeridas para monitoreos posteriores – componente Entomofauna

COMPONENTE	CODIGO	X	Y	TRANSECTO	METODOLOGÍA
Entomofauna	PFC-EN001-TP	586193,00	9519261,00	Inicio	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN001-TP	586415,00	9519058,00	Fin	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN001-VR	585968,00	9519483,00	Inicio	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN001-VR	586217,00	9519316,00	Fin	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN001-RE	585606,00	9519546,00	Inicio	Red entomológica
Entomofauna	PFC-EN001-RE	585776,00	9519298,00	Fin	Red entomológica
Entomofauna	PFC-EN002-TP	586906,00	9520609,00	Inicio	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN002-TP	587005,00	9520326,00	Fin	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN002-VR	587109,00	9520099,00	Inicio	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN002-VR	586970,00	9519833,00	Fin	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN002-RE	587399,00	9520103,00	Inicio	Red entomológica
Entomofauna	PFC-EN002-RE	587259,00	9519837,00	Fin	Red entomológica
Entomofauna	PFC-EN003-TP	586444,00	9521851,00	Inicio	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN003-TP	586670,00	9521654,00	Fin	Trampas pitfall
Entomofauna	PFC-EN003-VR	587023,00	9521755,00	Inicio	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN003-VR	587281,00	9521600,00	Fin	Van Somerer-Rydon
Entomofauna	PFC-EN003-RE	586829,00	9521578,00	Inicio	Red entomológica
Entomofauna	PFC-EN003-RE	587049,00	9521374	Fin	Red entomológica

8.2.3.5. Macroinvertebrados acuáticos.

- **Introducción.**

Los macroinvertebrados acuáticos cumplen un rol primordial en la cadena trófica, especialmente para la ictiofauna, además, un gran número de invertebrados se alimentan de algas y bacterias, base de la cadena alimenticia, permitiendo el flujo natural de energía y nutrientes en los ecosistemas (Álvarez y Pérez, 2007).

Los macroinvertebrados han sido ampliamente utilizados como bioindicadores. En los últimos 14 años, casi el 50% de especies animales fueron utilizados para este fin, mientras que el 70 % de estos pertenecen al grupo de invertebrados (Siddig et al., 2016).

Su importancia como indicadores de la calidad del agua, se basa en su susceptibilidad a cambios en las características físico – químicas que se dan en los distintos niveles tróficos, además, de su amplia distribución y diversidad (Mandaville, 2002).

La evaluación de la calidad del agua a través del uso de macroinvertebrados acuáticos presenta ventajas frente a otras técnicas como: la simplicidad metodológica, rapidez en la obtención de resultados y una alta confiabilidad, por lo que su uso, lo convierte en una herramienta idónea en cuanto a la vigilancia de cuerpos de agua (Reice, S.R. & M. Wohlenberg., 1992).

- **Área de estudio**

La siguiente tabla indica los sitios de levantamiento de línea base para el componente de macroinvertebrados acuáticos en el área del proyecto.

Tabla 8-2-95. Sitios de levantamiento biótico para macroinvertebrados

Área de estudio	Código	Fecha	Coordenadas utm wgs84 17s		Altura m.s.n.m	Cuerpo de agua	Metodología	Unidad muestral	Tipo de muestra	Descripción del área
			x	y						
Inicial	PFC-MC-001	22/06/2025	586547,98	9518372,66	200 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	Cuerpo de agua, río de 8 metros de ancho, aproximadamente 1 metro de profundidad, riberas intervenidas con presencia de cultivos de gramíneas.
Medio	PFC-MC-002	22/06/2025	589151,21	9519091,87	200 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	
Final	PFC-MC-003	23/06/2025	588769,77	9520704,11	194 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	
Quebrada 1	PFC-MC-004	10/03/2026	586622	9521714	235m.	S/N	Red Surber	100m	Cuantitativo	Hábitat acuático lótico, sustrato limoso con hojarasca, presencia de vegetación de ribera de estrato herbáceo.
Quebrada 2	PFC-MC-005	10/03/2026	586541	9520753	191 m.	S/N	Red Surber	100m	Cuantitativo	

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2025-2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2025-2026 Acrónimos PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; MC: Macroinvertebrados; 001-005: puntos de levantamiento biótico de macroinvertebrados.

El punto PF4-MC-004 y PFC-MC-005 corresponden a cuerpos de agua lóticos, cuyo flujo superficial está condicionado a la estacionalidad climática local (Zapotillo). El levantamiento biótico en estos puntos se realizó durante el período de flujo activo, garantizando la presencia de sustrato húmedo y comunidades bentónicas activas.

En el MAPA NRO. 31 se presenta los puntos de ubicación del muestreo de macroinvertebrado.

- **Esfuerzo de muestreo**

Para el levantamiento de macroinvertebrados acuáticos se aplicó un muestreo estandarizado con red tipo Surber, instrumento diseñado para la recolección de organismos bentónicos en cuerpos de agua lóticos de poca profundidad y sustrato somero. En cada estación se delimitó un tramo de 100 m de cauce y se realizaron tres réplicas independientes, cada una asociada a un marco Surber de 0,09 m² de área efectiva de muestras (30 cm. de alto x 30 cm. de ancho y 30 cm. de largo).

La colecta consistió en el disturbio manual del sustrato dentro del marco durante un tiempo operativo aproximado de cinco minutos por réplica, con el fin de desprender y arrastrar los organismos hacia la red. Este tiempo corresponde al procedimiento de captura y no al criterio de cuantificación del esfuerzo, que se expresa en área muestreada. En consecuencia, el esfuerzo total por punto fue de 0,27 m², garantizando una cobertura replicable y comparable entre estaciones.

La aplicación de tres réplicas independientes por punto de levantamiento responde a una decisión metodológica orientada a cubrir la variabilidad local del sustrato y de la comunidad de macroinvertebrados, así como a mantener un esfuerzo homogéneo entre los puntos evaluados (Bonada et al., 2006).

Clarke et al. 2008, recomiendan el empleo de cuatro réplicas para aumentar la precisión estadística de las estimaciones. No obstante, en el presente levantamiento de macroinvertebrados las tres réplicas ejecutadas constituyeron el esfuerzo efectivamente aplicado durante la campaña y permiten disponer de unidades independientes para describir la variabilidad entre muestras dentro de cada estación. Por tanto, los resultados se interpretaron en función de este diseño y no como una estimación basada en el número de réplicas.

La aplicación uniforme de la red Surber, el área de 0,09 m² por réplica, el tiempo operativo aproximado de cinco minutos y las tres unidades independientes por estación permitieron estandarizar el procedimiento de campo, reducir diferencias atribuibles a la técnica de recogida y facilitar la comparación de los resultados entre los puntos de monitoreo. Este enfoque es consistente con las consideraciones metodológicas para la evaluación de la integridad biológica mediante macroinvertebrados bentónicos descritas por la US EPA (1990), particularmente respecto a la necesidad de documentar y mantener constante el esfuerzo de muestreo.

La siguiente tabla presenta el esfuerzo aplicado en cada punto de levantamiento de macroinvertebrados. Para los cinco sitios evaluados se efectuaron 15 réplicas en total, con un área acumulada de muestreo de 1,35 m² y un tiempo operativo total de 75 minutos (1.25 horas).

Tabla 8-2-96. Esfuerzo de muestreo para macroinvertebrados

Código de Punto	Tipo de Cuerpo de Agua	Técnica de Colecta	Número de Réplicas por punto	Tiempo por Réplica (min)	Esfuerzo Total (min/punto)	Área por réplica (m ²)	Área total por punto (m ²)	Horas método/día (por punto)
PFC-MC-001	Río	Red Surber	3	5	15	0.09	0.27	0.25
PFC-MC-002	Río	Red Surber	3	5	15	0.09	0.27	0.25
PFC-MC-003	Río	Red Surber	3	5	15	0.09	0.27	0.25
PFC-MC-004	Quebrada	Red Surber	3	5	15	0.09	0.27	0.25
PFC-MC-005	Quebrada	Red Surber	3	5	15	0.09	0.27	0.25
TOTAL	--	--	15	--	75	--	1.35	1.25

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

- **Metodología de Estudio**

Fase de campo

- **Red Surber.** Se utilizaron redes Surber de 0,09 m² de área y una malla de luz de 250 µm, con la técnica de captura directa (Zúñiga & Cardona, 2009), removiendo rocas del fondo y capturando los macroinvertebrados con pinzas entomológicas, logrando hacer un barrido en las orillas, medio y desvíos de caudal (Paaby et al. 1998). Lo colectado en todos los puntos se tamizó en una torre de tamices de 2 cm y 500 µm de luz, se colocó en una bandeja blanca para el separado de individuos.

El área de levantamiento de línea base para macroinvertebrados fue de 100 m, el trabajo de campo se lo llevó a cabo el 22, 23 junio de 2025 (época seca) y el 10 de marzo de 2026 (época lluviosa), cada muestra abarcó un área de un metro de longitud por 30 centímetros de ancho del lecho, realizándose tres repeticiones. En cada sitio, se agitó tanto la vegetación acuática como el sustrato durante cinco minutos para facilitar la captura de macroinvertebrados. De esta manera, se logró cubrir la mayor diversidad de microhábitats presentes, como zonas arenosas, rocosas, con algas, entre otros (Roldán, 1992).

Fase de gabinete.

Las muestras recolectadas fueron procesadas en gabinete utilizando cajas Petri, bandejas blancas y pinzas entomológicas, realizando el conteo y separación de organismos por rasgos morfológicos. La identificación taxonómica se realizó hasta el nivel de familia, requerido para la determinación de índices biológicos y explícitos en los análisis de calidad de agua (Acosta et al., 2011; Ríos-Touma et al., 2011; MAATE/MAAE, Protocolo de Monitoreo de Recursos Hídricos). Se aplicaron claves taxonómicas para macroinvertebrados neotropicales, priorizando el uso de referencias en Ecuador y locales (Domínguez & Fernández, 2009) además fueron complementadas con guías para insectos acuáticos (Merritt & Cummins, 1996/2008) y literatura latinoamericana (Roldán-Pérez, 1988; 2003; Carrera & Fierro, 2001).

Las condiciones climáticas extremas impidieron monitorear los cuerpos de agua internos del emplazamiento en el mes de junio, sin embargo, en el mes de marzo se monitorearon las quebradas internas disponibles. En concordancia con los enfoques de monitoreo biótico para sistemas tributarios, se establece como medida técnica la reprogramación del levantamiento biótico para el período de flujo activo (temporada lluviosa) con el fin de asegurar comparabilidad y representatividad de la comunidad bentónica (MAATE/MAAE, Protocolo de Monitoreo de Recursos Hídricos).

Para la determinación de la calidad de agua se utilizó el método EPT, el cual suma la abundancia de las familias de los órdenes (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) que son sensibles a los contaminantes (Carrera, C. y Fierro, K., 2001) y el índice BMWP (Biological monitoring working party) que también suma los valores de las familias según el nivel de sensibilidad propuesto del 1 al 10, se utilizó el índice BMWP/Col de acuerdo a los valores ajustados por Roldán (2003) para países Latinoamericanos.

- ***Riqueza (S).***

La riqueza se expresó como el número de taxones registrados por punto y por campaña. Dado que el nivel taxonómico utilizado para los análisis fue principalmente familia, la riqueza se reporta como riqueza de familias (S), lo cual permite comparabilidad entre puntos y campañas bajo un mismo esfuerzo de muestreo (Magurran, 1988).

- ***Abundancia Absoluta (N).***

La abundancia absoluta corresponde al número total de individuos contabilizados por familia en cada punto de monitoreo, obtenida mediante la suma de las tres réplicas de levantamiento biótico con red Surber (3 réplicas de 5 minutos cada una).

Esta métrica permite describir la estructura cuantitativa de la comunidad y constituye la base para el cálculo posterior de abundancias relativas e índices de diversidad (Feinsinger, 2004).

- ***Abundancia Relativa (pi).***

La abundancia relativa se calculó como:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde n_i es el número de individuos del taxón i y N el total de individuos del punto. Esta medida se utilizó para describir la estructura de la comunidad y como base para los índices de diversidad y curvas rango –abundancia (Magurran, 1988).

- ***Curvas de Dominancia Diversidad.***

La estructura de dominancia del ensamblaje de macroinvertebrados se analizó mediante la curva de rango-abundancia (Whittaker), representando el logaritmo de la abundancia relativa frente al rango de cada familia.

Con estos datos se elaboró la curva de dominancia-diversidad que permitió comparar gráficamente la riqueza de especies (número de puntos), sus abundancias relativas, la forma de las curvas y la secuencia de cada una de las especies que componen la comunidad sin perder su identidad.

- **Diversidad Alfa.**

Para evaluar la estructura de los ensamblajes de macroinvertebrados en cada punto de monitoreo, se utilizaron índices de diversidad basados en la abundancia relativa (p_i). La interpretación se realizó de forma comparativa entre los puntos de estudio bajo un mismo estándar metodológico. Los cálculos de estas métricas se realizaron en el software Past 5.3

Índice de Shannon-Wiener (H'): Mide el contenido de información por individuo en un ensamblaje. Se calculó utilizando el logaritmo natural ($\ln$), por lo que los resultados se expresan como números reales adimensionales (nats) (Magurran, 1988).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

Índice de Dominancia de Simpson: El índice de Simpson (D) mide la probabilidad de que dos individuos retirados al azar de una muestra pertenezcan a la misma familia (dominancia), para este caso se empleó la forma de dominancia:

$$D = \sum p_i^2$$

En el presente estudio se reportó el Índice de Simpson (D) y su complemento ($1-D$)

Donde los valores cercanos a 1 indican alta equitatividad (baja dominancia de pocos taxones),

Es fundamental señalar que este índice es adimensional y no posee unidades de información (como "bits"), por lo que su interpretación es estrictamente comparativa entre los puntos de monitoreo bajo un mismo esfuerzo de muestreo

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Donde p_i es la abundancia relativa de la familia i y S la riqueza total de familias en el punto.

- **Curva de Acumulación de Especies**

Para evaluar la representatividad del levantamiento de línea base y la eficiencia en la captura de la diversidad taxonómica de macroinvertebrados, se empleó la técnica de Curva de Acumulación de

Especies (en este caso, Familias). Esta herramienta permite analizar la relación entre el esfuerzo de muestreo (unidades de muestreo o puntos de monitoreo) y el número de taxones nuevos registrados (Jiménez-Valverde, 2003).

El análisis se basó en la acumulación sucesiva de familias únicas a medida que se incrementó el esfuerzo de muestreo (días de levantamiento biótico). El objetivo es observar la tendencia de la curva: una pendiente pronunciada indica que aún quedan muchos taxones por descubrir, mientras que una tendencia hacia la asíntota (estabilización de la curva) sugiere que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la comunidad de macroinvertebrados del área total (Villarreal et al., 2004). La acumulación de especies se calculó mediante la siguiente función:

$$S(n)=i=1\sum[1-(1-p_i)^n]$$

Donde:

S(n): número esperado de especies acumuladas

S: es el número total de especies

p_i: es la probabilidad de detección de la especie i, y n representa el número de unidades de muestreo.

- **Índice de Chao1**

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao & Lee, 1992). Su estimación se calculó en el software estadístico Estimates versión 9.1.0

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

- **Análisis de similitud (Índice de Jaccard)**

La similitud de composiciones entre las familias de macroinvertebrados en los diferentes puntos se calculó con el índice de similitud de Jaccard (J), basado en datos de presencia – ausencia:

$$J = \frac{ao}{a + b - do}$$

De acuerdo a esta expresión **do** es el número de familias similares entre dos puntos, **a** es el número de familias presentes en **i**, y **b** es el número de familias en el punto **j** (Jaccard, 1901; Magurran, 1988). El índice varía entre 0 = ninguna familia compartida) y 1= composición idéntica. Para la presentación de resultados se realizó un dendrograma de agrupamiento jerárquico (método UPGMA) y una matriz de similitud, los cuales se construyeron a partir de la distancia de Jaccard. Para el análisis respectivo se empleó el software estadístico RStudio (Versión 4.5.3) paquetes vegan y stats.

- **Índices Ecológicos.**

- **Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera).**

Para el cálculo del índice EPT se toma en cuenta la abundancia de órdenes: Ephemeroptera (mayor tolerancia a la contaminación), Trichoptera (tolerancia media) y Plecoptera (no muestra tolerancia a la contaminación).

Tabla 8-2-97. Clases de Calidad de Agua – Valores EPT

Clase	Índice EPT (%)	Calidad de agua
1	75 - 100	Muy buena
2	50 - 75	Buena
3	25 - 50	Regular
4	0 - 25	Mala

Nota. Fuente: Carrera & Fierro, 2001. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- **Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party /Colombia)**

El índice BMWP permite evaluar de forma rápida la calidad del agua a través del uso de macroinvertebrados, los datos se registran en tablas de presencia – ausencia. En este método se asigna puntuaciones a cada familia de acuerdo a su sensibilidad o tolerancia a la contaminación, donde 1 hace referencia a aquellos organismos más tolerantes a la contaminación y 10 los más sensibles.

Tabla 8-2-98. Puntajes de las familias de macroinvertebrados de acuerdo al índice BMWP/Col.

Familias	Puntaje
Anamalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Ghomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymessiidae, Odontoceridae, Oliigoneuridae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydroboscidae, Leptophlebiidae, Phylopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelphusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossomatidae, Hyalellidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtida	7

Familias	Puntaje
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiarida	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Notoceridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphonidae, Cyclobdellidae, Hydrophylidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Nota. Fuente: Roldán,2003 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Según el valor total obtenido de la suma de los valores de familias presentes en los sitios de estudio, se tienen las siguientes clases:

Tabla 8-2-99. Criterios de calidad biológica del agua para el índice BMWP/Col.

Calidad	BMWP/Col	Referencia	Color del Agua
Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Nota. Fuente: Roldán,2003 Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- *Aspectos ecológicos.*

– Nicho Trófico

Los macroinvertebrados identificados en el área de estudio se agruparon de acuerdo al tipo de alimento en: H: herbívoros, He: hematófagos, C: carnívoros; F: frugívoros; G: granívoros; I: insectívoros; N: nectarívoros; O: omnívoros; F-G: frugívoro-granívoro; I-F: insectívoro-frugívoro; F-Fo: frugívoro-folívoro; CA: carroñero.

– Distribución en la columna de agua

En los sistemas ecosistemas, la estratificación depende de la luz y del agua. Gran parte de estas especies se encuentran en las superficies de los fondos de los ríos, es decir adheridos al sustrato del fondo, u otros lugares estables, por lo que se suelen denominar como macroinvertebrados bentónicos. Esta comunidad de macroinvertebrados asume una gran importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que estos transforman la materia orgánica del medio y por su representación como fuente de alimentación de organismos superiores (Oscos, 2010).

– Sensibilidad de las especies

La sensibilidad de especies se refiere a la susceptibilidad de un taxón a la perturbación, el grado de sensibilidad es dinámico y varía de acuerdo a las condiciones ambientales y al estado de conservación y resiliencia del hábitat (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009; Allan & Castillo, 2007).

Para ello, se asignaron categorías en base al índice BMWP/Col (Roldán, 2003), adaptándolas a criterios de susceptibilidad y tolerancia de las familias registradas en el área a la contaminación y degradación del hábitat (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

Sensibilidad Alta asignada a familias con puntaje 8-10: En este grupo se encuentran los taxones altamente susceptibles a cambios en la calidad del agua, especialmente, disminución del oxígeno disuelto e incremento de carga orgánica. Esta categoría agrupa familias como: Perlidae (Plecoptera), Anomalopsychidae (Trichoptera) y grupos asociados a ambientes lóticos bien oxigenados y sustratos estables (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

Sensibilidad Media asignada a familias con puntajes 4–7: Los organismos de tolerancia intermedia pertenecen a este grupo, es decir, taxones capaces de resistir a perturbaciones moderadas en la calidad biológica y física del agua como: Elmidae (Coleoptera) y Lymnaeidae (Gastropoda), mostrando relativa resistencia a cambios temporales siempre que no se pierda la conectividad del hábitat (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

Sensibilidad Baja asignada a familias con puntajes 1–3: Los taxones eurióticos y generalistas con alta tolerancia al enriquecimiento orgánico, variaciones de oxígeno y cambios físicos y químicos del agua, pertenecen a este grupo entre ellos están: Chironomidae (Diptera), que ha sido ampliamente documentado por su tolerancia y capacidad para colonizar una gran variedad de ambientes (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

- **Resultados**

Composición

Durante el levantamiento de línea base en la zona de emplazamiento del Proyecto Fotovoltaica La Ceiba se registraron 3 Phylum, 3 Clases, 8 órdenes y 22 familias de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-100. Composición de macroinvertebrados

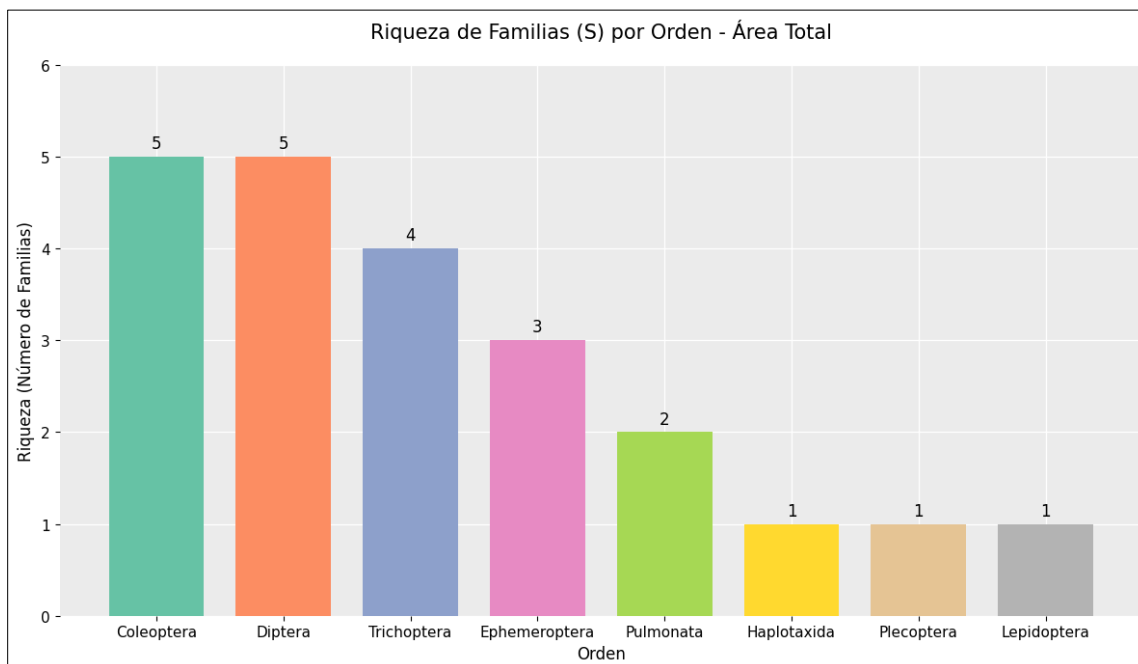
Levantamiento de macroinvertebrados EsIA Proyecto Fotovoltaico La Ceiba				Sitios de Levantamiento de Línea Base Macroinvertebrados				
Phylum	Clase	Orden	Familia	PFC-MC-001	PFC-MC-002	PFC-MC-003	PFC-MC-004	PFC-MC-005
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	X		X	X	X
Artrópoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	X	X	X		
			Leptohyphidae	X	X	X		X
			Caenidae	X	X	X		
		Plecoptera	Perlidae	X	X	X		X
		Coleoptera	Elmidae	X	X		X	
			Ptilodactylidae	X				X
			Hydrophilidae	X	X	X	X	
			Staphylinidae	X	X	X		
			Scirtidae	X	X			X
		Diptera	Ceratopogonidae		X		X	
			Chironomidae		X	X		
			Empididae	X	X			X
			Psychodidae	X		X		
			Tipulidae				X	X
		Trichoptera	Anomalopsychidae	X				X
			Hydrobiosidae	X		X		
			Leptoceridae		X		X	X
			Calamoceratidae	X	X	X		
		Lepidoptera	Crambidae			X	X	
Mollusca	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae				X	X
			Physidae			X		X

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Riqueza

La riqueza en el área general de estudio fue de 22 familias. Los órdenes Coleóptera y Díptera registran el mayor número de familias (5) agrupados bajo este rango taxonómico, la distribución de familias en los diferentes órdenes se esquematiza en la siguiente gráfica:

Figura 8-2-85. Riqueza de macroinvertebrados

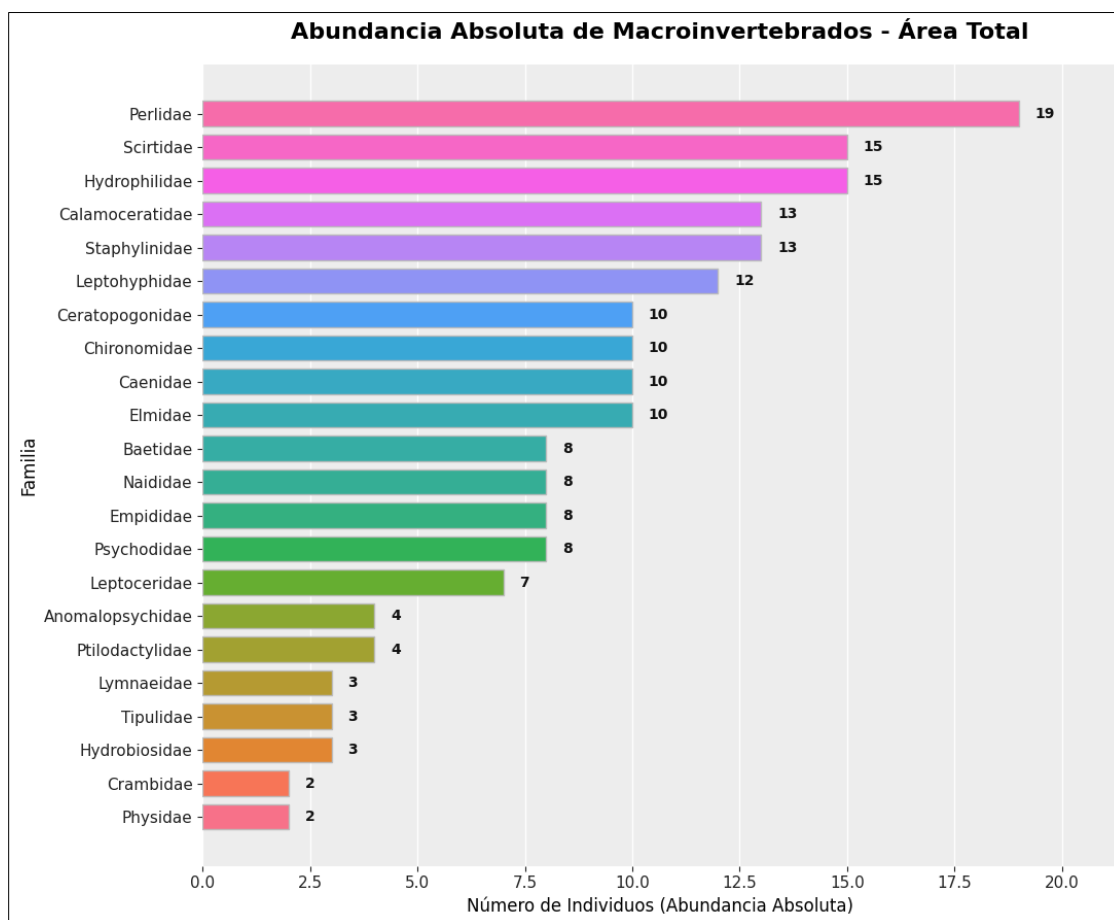


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Abundancia Absoluta

En el área total de estudio se registraron 187 individuos de macroinvertebrados, distribuidas en los Phyla Arthropoda, Annelida y Mollusca. La abundancia absoluta consolidada mostró variaciones significativas entre las familias.

Figura 8-2-86. Abundancia Absoluta de macroinvertebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

La familia Perlidae (Orden Plecoptera) presentó la mayor abundancia absoluta con 19 individuos. Le siguen en abundancia las familias Hydrophilidae y Scirtidae, con 15 individuos cada una, y Staphylinidae y Calamoceratidae (13 individuos).

Otras familias con abundancias relevantes incluyen Leptohyphidae (12 individuos), Baetidae (8 individuos), Caenidae (10 individuos) y Elmidae (10 individuos). Las familias con menor abundancia, con valores entre 2 y 4 individuos, fueron Crambidae, Physidae, Lymnaeidae, Tipulidae, Hydrobiosidae, Anomalopsychidae y Ptilodactylidae.

Abundancia Relativa

El análisis de la composición relativa de la comunidad de macroinvertebrados en el área total de estudio, sobre un total de 187 individuos recolectados, permitió identificar la representatividad relativa de las 22 familias registradas. Perlidae presenta la proporción de abundancia relativa 0,102, mientras que las familias de menor abundancia relativa fueron Crambidae (0,011) y Physidae (0,011).

Tabla 8-2-101. Abundancia relativa de macroinvertebrados

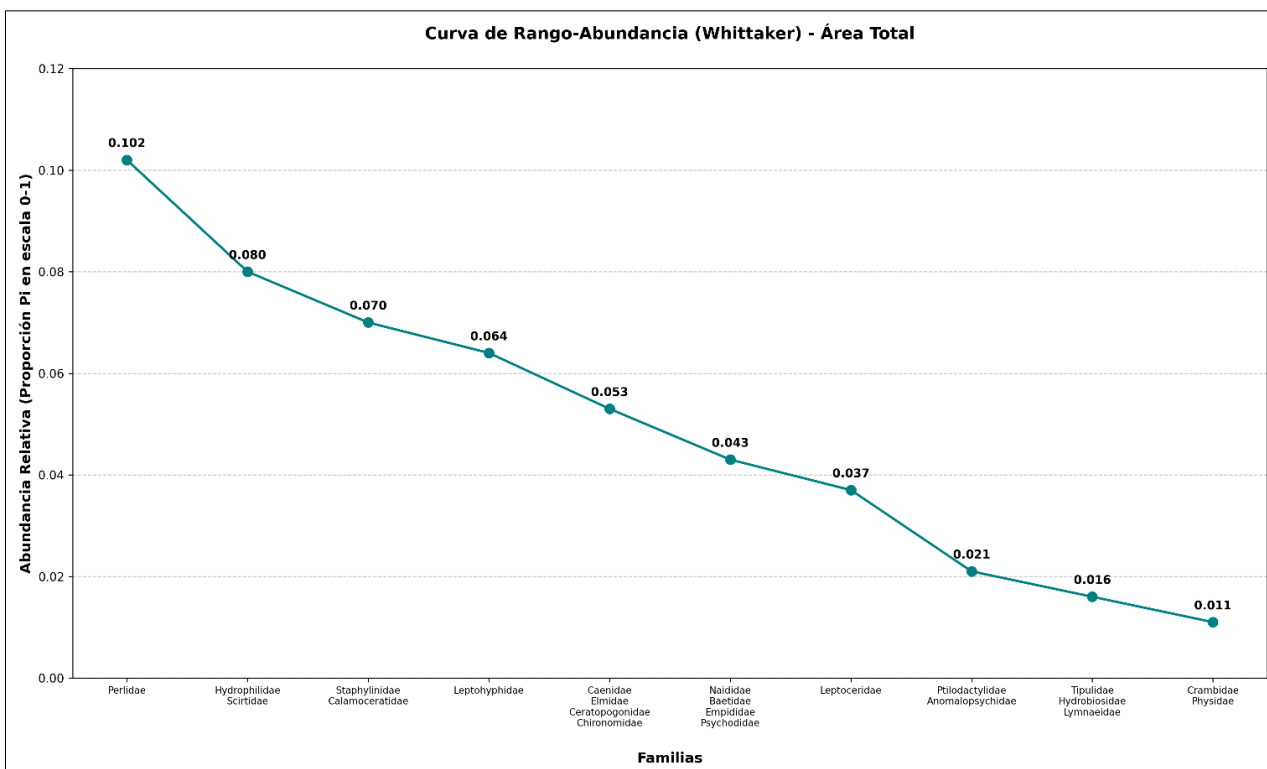
Phylum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	19	0,102
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	15	0,080
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	15	0,080
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	13	0,070
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	13	0,070
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	12	0,064
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	10	0,053
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Elmidae	10	0,053
Artrópodos	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	10	0,053
Artrópodos	Insecta	Diptera	Chironomidae	10	0,053
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	8	0,043
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	8	0,043
Artrópodos	Insecta	Diptera	Empididae	8	0,043
Artrópodos	Insecta	Diptera	Psychodidae	8	0,043
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	7	0,037
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	4	0,021
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Anomalopsychidae	4	0,021
Artrópodos	Insecta	Diptera	Tipulidae	3	0,016
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	3	0,016
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	3	0,016
Artrópodos	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	2	0,011
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Physidae	2	0,011
TOTAL				187	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Curvas de Dominancia - Diversidad.

La estructura de la comunidad de macroinvertebrados en el área total, analizada mediante la curva de rango-abundancia, muestra una distribución compuesta por 22 rangos taxonómicos. La curva de rango-abundancia para el Área Total muestra una distribución de la abundancia relativamente uniforme entre las familias registradas, sin evidenciar una familia dominante en términos absolutos (no se registró $P_i = 1.0$). La familia con mayor representación es Perlidae ($P_i = 0.102$), seguida por Hydrophilidae y Scirtidae ($P_i = 0.080$ cada una).

Figura 8-2-87. Curva de dominancia – diversidad de macroinvertebrados



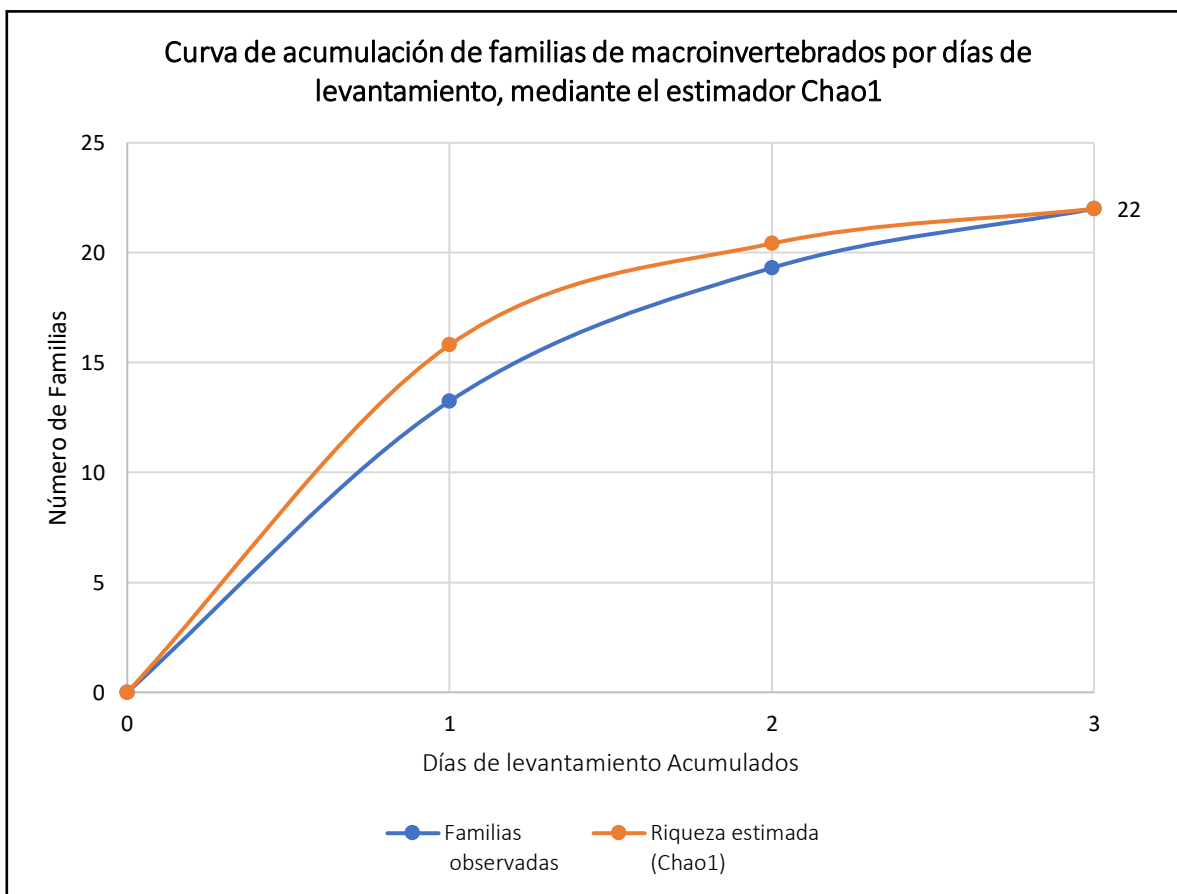
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado: Equipo consultor, 2026

La pendiente de la curva es moderadamente suave en la parte superior y desciende gradualmente hacia las familias de menor representación, lo que indica la coexistencia de varios taxones con aportes relativamente equilibrados a la comunidad.

Curva de Acumulación – Índice Chao 1

La curva de acumulación mostró una tendencia ascendente clara durante los dos primeros días, logrando una estabilización hacia el tercer día de levantamiento. El estimador Chao1 convergió con la riqueza observada en el valor de 22 familias, lo cual indica que la probabilidad de encontrar nuevas familias bajo el mismo esfuerzo y metodología es baja.

Figura 8-2-88. Curva de Acumulación de macroinvertebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), evaluando mediante la función del logaritmo natural ($\ln$) y expresado en unidades nats, reportó un valor de 2,989 nats/ind. Este resultado integra la riqueza de familias registradas y la distribución de las abundancias de los individuos entre dichas categorías taxonómicas.

Tabla 8-2-102. Diversidad de macroinvertebrados

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
Área general	22	2,98	0,946	Natural ($\ln$)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Para toda el área de estudio, el índice de Simpson (1- D) fue de 0.946, lo que indica que la comunidad de macroinvertebrados esta cercana a la equida. La dominancia de familias de macroinvertebrados de

acuerdo a la abundancia relativa, registradas en el área de levantamiento estuvo liderado por Perlidae (10,16%), Hydrophilidae, Scirtidae (8,02%) y Staphylinidae, Calamoceratidae (6,95%) registrando que no existe una dominancia entre especies vinculándose con el índice de 1-D de Simpson.

- Resultados por sitio de levantamiento de línea base de macroinvertebrados

PUNTO PFC-MC-001 (Río Chira – Aguas Arriba)

Composición

En el punto de levantamiento de información PFC-MC-001 se registraron 2 Phyla, 2 Clases, 6 órdenes y 15 familias de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-103. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-001

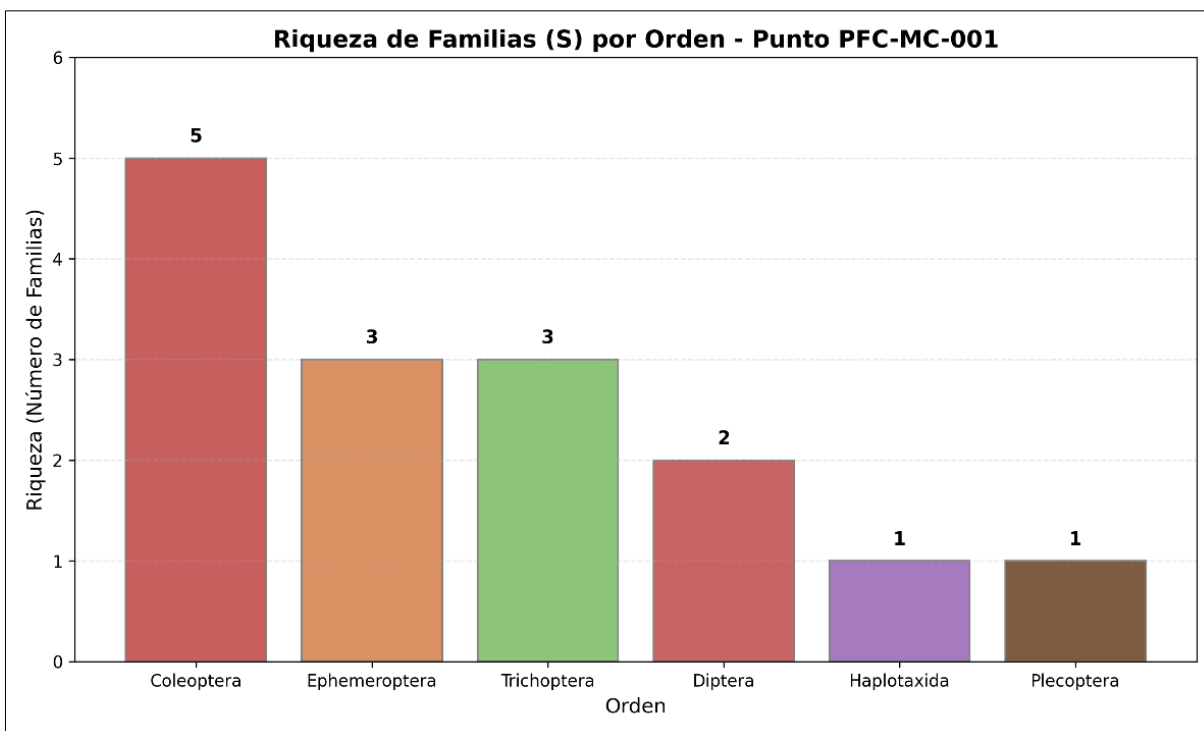
Philum	Clase	Orden	Familia	ni
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	9
		Ephemeroptera	Leptohyphidae	7
		Coleoptera	Elmidae	6
		Trichoptera	Calamoceratidae	5
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	3
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	3
		Plecoptera	Perlidae	3
		Coleoptera	Staphylinidae	3
		Diptera	Psychodidae	3
		Coleoptera	Ptilodactylidae	2
		Diptera	Empididae	2
		Trichoptera	Hydrobiosidae	2
		Ephemeroptera	Baetidae	1
		Coleoptera	Hydrophilidae	1
		Trichoptera	Anomalopsychidae	1
TOTAL				51

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Riqueza

El levantamiento de información en PFC-MC-001, respecto a los macroinvertebrados fue de 15 familias, lo que lo convierte en el sitio de levantamiento con mayor riqueza.

Figura 8-2-89. Riqueza de macroinvertebrados en PFC-MC-001

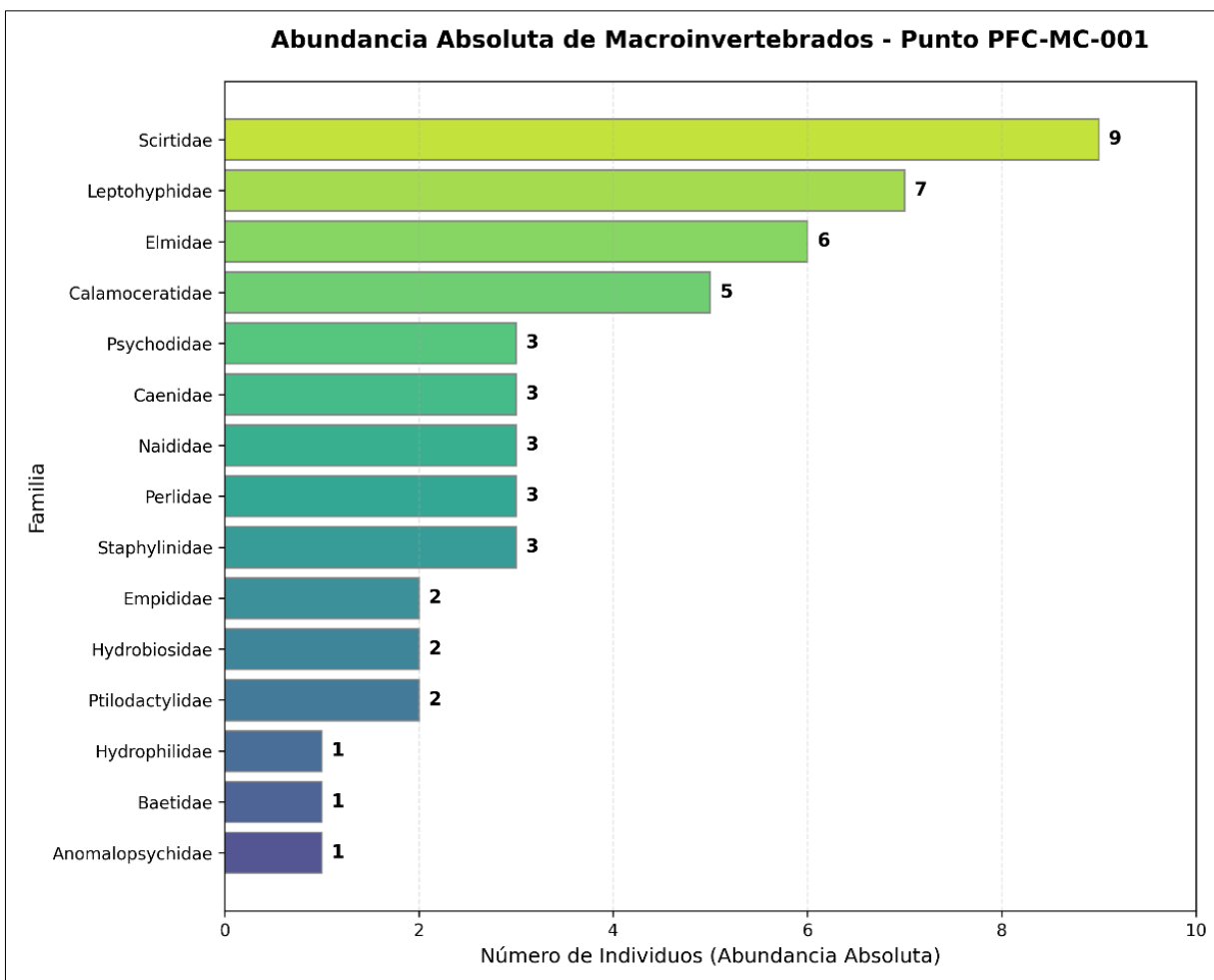


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Abundancia Absoluta

En el sitio PFC-MC-001 se registraron 51 individuos, la estructura numérica del ensamblaje muestra una distribución desigual entre los taxones registrados, con rangos de abundancia que oscilan entre 1 y 9 individuos por familia.

Figura 8-2-90. Abundancia Absoluta de macroinvertebrados en PFC-MC-001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

La mayor representatividad numérica correspondió a la familia Scirtidae con 9 individuos, seguida por Leptohyphidae (Orden Ephemeroptera) con 7 individuos y Elmidae (Orden Coleóptera) con 6 individuos. La familia Calamoceratidae (Orden Trichoptera) registró una presencia de 5 individuos.

Un grupo intermedio de familias, compuesto por Naididae, Caenidae, Perlidae, Staphylinidae y Psychodidae, presentó una abundancia uniforme de 3 individuos cada una. Por su parte, las familias Ptilodactylidae, Empididae e Hydrobiosidae registraron 2 individuos por taxón. Finalmente, las familias con la menor abundancia absoluta en este punto, con 1 individuo cada una, fueron Baetidae, Hydrophilidae y Anomalopsychidae.

Abundancia Relativa.

En la siguiente tabla se detalla la abundancia relativa calculada entre los 51 individuos registrados durante el levantamiento de línea base en el punto PFC-MC-001.

Tabla 8-2-104. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-001

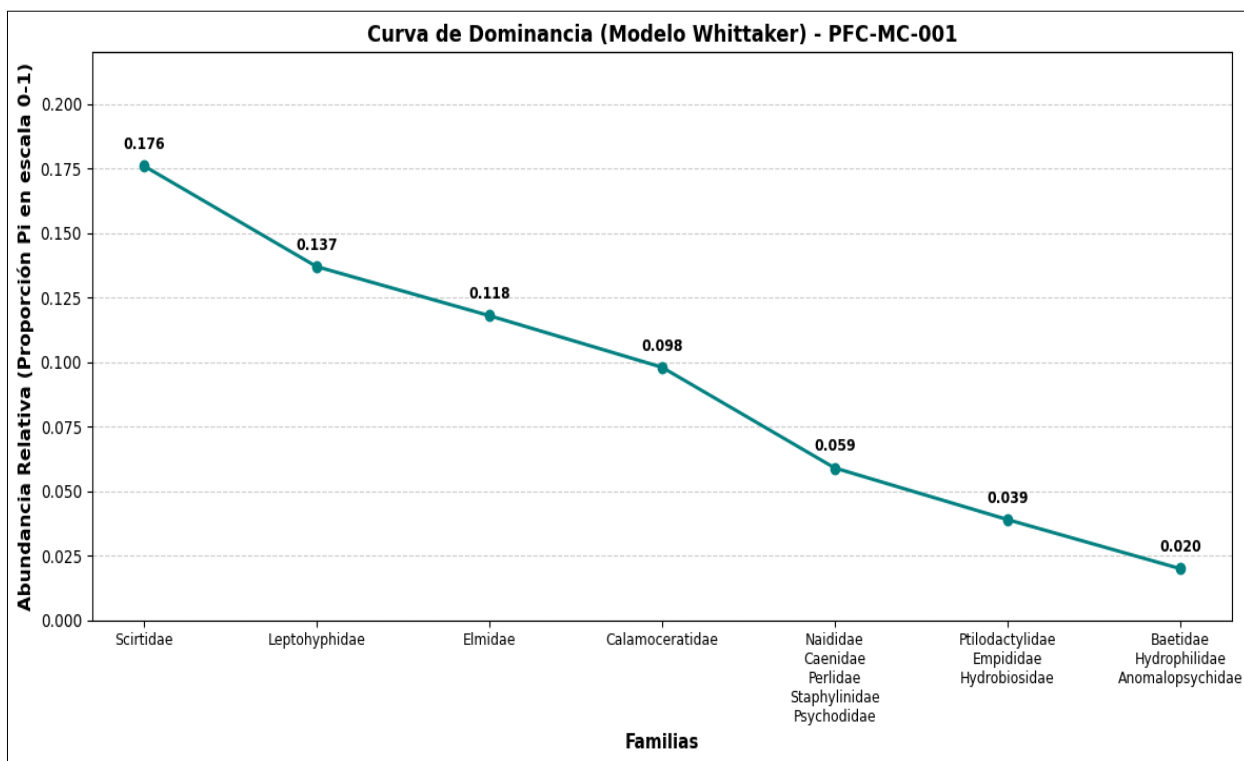
Phylum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	9	0,176
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	7	0,137
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6	0,118
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	5	0,098
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	3	0,059
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	3	0,059
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	3	0,059
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	3	0,059
Artrópodos	Insecta	Diptera	Psychodidae	3	0,059
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	2	0,039
Artrópodos	Insecta	Diptera	Empididae	2	0,039
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	2	0,039
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	1	0,020
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	1	0,020
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Anomalopsychidae	1	0,020
TOTAL				51	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Curva de dominancia-Abundancia relativa

La gráfica muestra la relación entre el rango de las 15 familias identificadas en PFC-MC-001 y el logaritmo de su abundancia relativa. Se observa una pendiente que refleja la estructura de la comunidad en este sitio específico, con Scirtidae ocupando el primer rango.

Figura 8-2-91. Curva de dominancia – Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H'), calculado mediante la función del logaritmo natural ($\ln$) fue de 2,64 nats/individuo, lo que lo ubica como el punto de levantamiento de macroinvertebrados mas diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 0,921, es decir denota una comunidad próxima a la equidad y sin dominancia aparente de familias. Las familias de macroinvertebrados con mayor abundancia relativa fueron Scirtidae (17.65%), Leptohiphidae (13.73%) y Elmidae (11.76%), el ensamblaje no presenta dominancia en el sitio de muestreo.

Tabla 8-2-105. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-001

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-MAC-001	15	2,641	0,921	Natural ($\ln$)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

PUNTO PFC-MC-002 (Río Chira – Zona Media)

Composición

En el levantamiento de línea base en la para el punto PFC-MC-002, registró 1 Phylum, 1 Clases, 5 órdenes y 13 familias de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-106. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-002

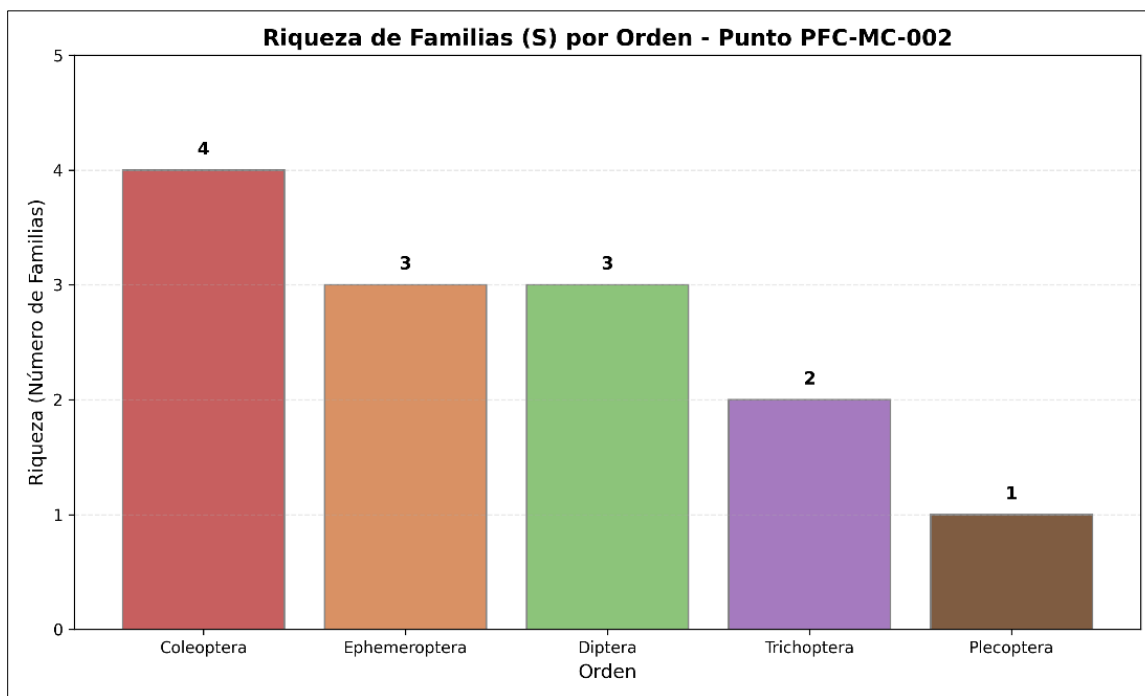
Philum	Clase	Orden	Familia	ni
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	10
			Leptohyphidae	7
			Caenidae	6
		Plecoptera	Perlidae	6
		Coleoptera	Elmidae	6
			Hydrophilidae	5
			Staphylinidae	5
			Scirtidae	4
		Diptera	Ceratopogonidae	3
			Chironomidae	3
			Empididae	2
		Trichoptera	Leptoceridae	2
			Calamoceratidae	1
TOTAL				60

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026

Riqueza.

La riqueza para PFC-MC-002 fue de 13 familias, su distribución taxonómica ubica a los coleópteros como el orden de mayor cantidad de familias identificadas, seguido por Ephemeroptera y Díptera con 3 familias cada orden, la distribución taxonómica de familias por orden, se detalla a continuación.

Figura 8-2-92. Riqueza de macroinvertebrados en PFC-MC-002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

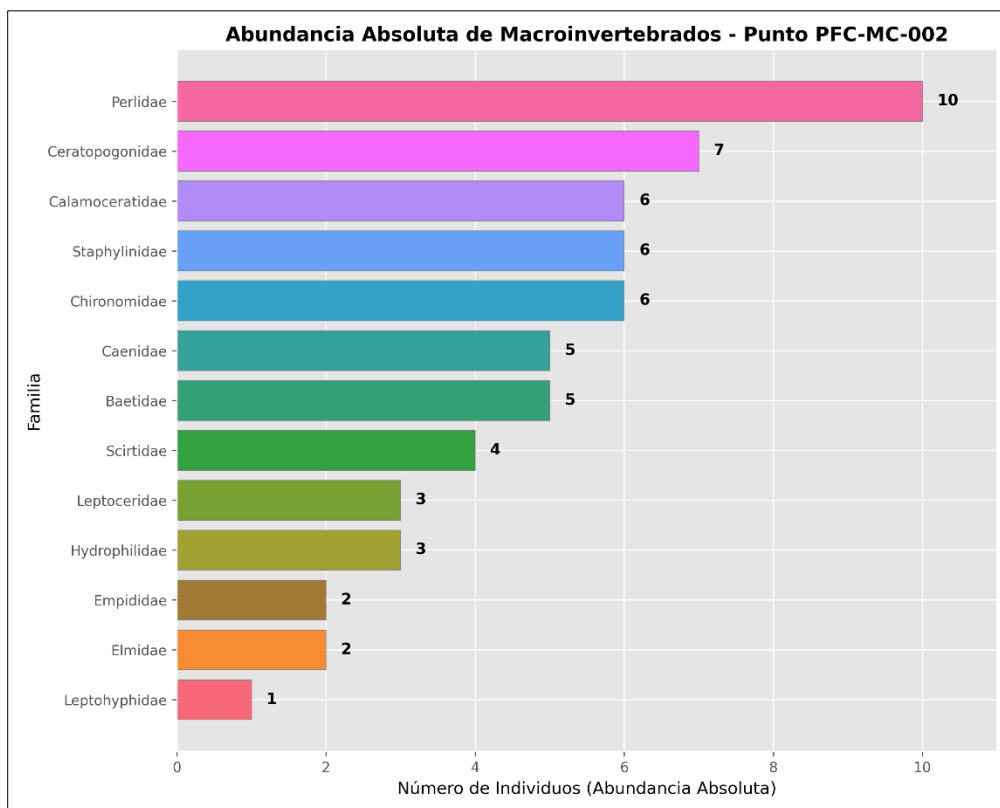
Abundancia Absoluta.

En el punto de monitoreo PFC-MC-002 se registró una abundancia total de 60 individuos, distribuidos en 13 familias de macroinvertebrados acuáticos. El ensamblaje en este sitio presenta un rango de abundancia que oscila entre 1 y 10 individuos por taxón.

La familia con mayor representatividad numérica fue Perlidae (Orden Plecoptera) con 10 individuos, seguida por Ceratopogonidae (Orden Diptera) con 7 individuos. Un grupo de tres familias, compuesto por Staphylinidae (Orden Coleoptera), Chironomidae (Orden Diptera) y Calamoceratidae (Orden Trichoptera), registró una abundancia uniforme de 6 individuos cada una.

Por su parte, las familias Baetidae y Caenidae (ambas del Orden Ephemeroptera) presentaron 5 individuos por taxón, seguidas por Scirtidae (Orden Coleoptera) con 4 individuos. Las familias Hydrophilidae, Leptoceridae, registraron una abundancia de 3 individuos respectivamente. Finalmente, las familias con menor presencia absoluta en este punto fueron Empididae, Elmidae con 2 individuos y Leptohyphidae con 1 individuo.

Figura 8-2-93. Abundancia Absoluta de macroinvertebrados en PFC-MC-002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

En la siguiente tabla se detalla la abundancia relativa calculada entre los 51 individuos registrados durante el levantamiento de línea base en el punto PFC-MC-002.

Tabla 8-2-107. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-002

Phylum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	10	0,17
Artrópodos	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	7	0,12
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	6	0,10
Artrópodos	Insecta	Diptera	Chironomidae	6	0,10
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	6	0,10
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	5	0,08
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	5	0,08
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	4	0,07

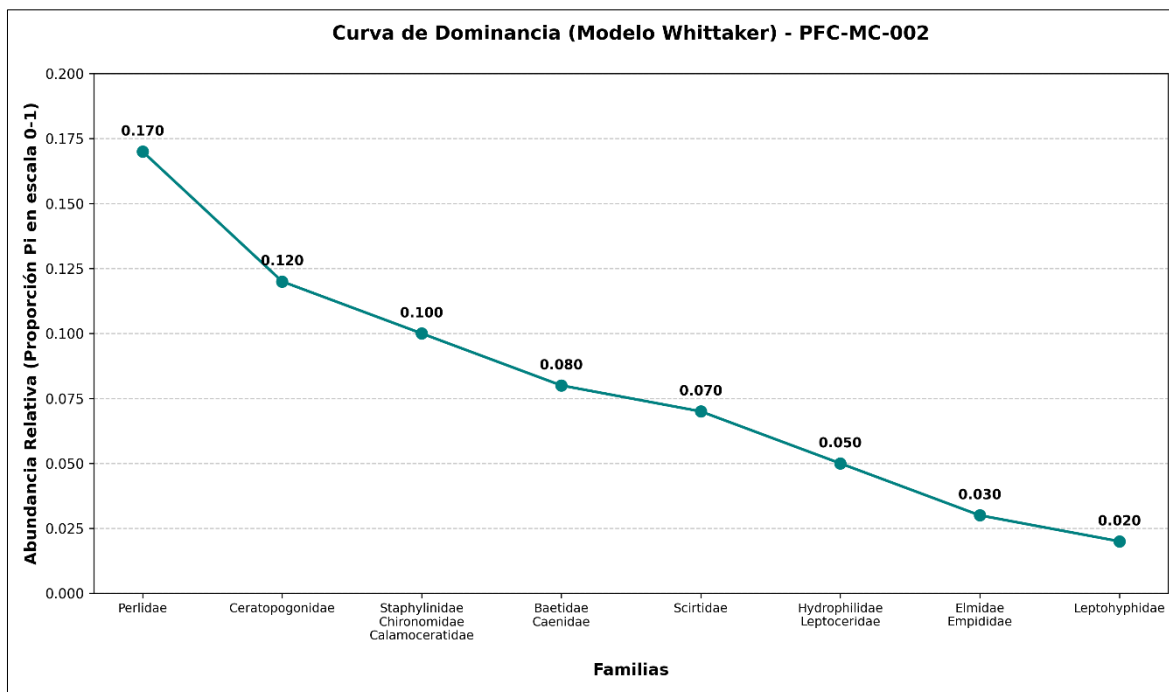
Phylum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	3	0,05
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	3	0,05
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Elmidae	2	0,03
Artrópodos	Insecta	Diptera	Empididae	2	0,03
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	1	0,02
TOTAL				60	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Curva de dominancia-Diversidad

La curva de dominancia-diversidad para el punto PFC-MC-002 muestra una estructura dominada por la familia Perlidae ($P_i=0,170$), seguida de un grupo de familias con abundancia media como Ceratopogonidae, Staphylinidae y Chironomidae. La pendiente de la curva es gradual hacia los rangos inferiores, lo que refleja una diversidad faunística estable.

Figura 8-2-94. Curva de dominancia – diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H'), fue de 2,529 nats/individuo, lo que lo ubica como el segundo punto de levantamiento de macroinvertebrados mas diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 0,918, es decir una comunidad próxima a la equidad y sin dominancia marcada de las familias de macroinvertebrados. Las familias de macroinvertebrados con mayor abundancia relativa fueron Perlidae (16.67%), Ceratopogonidae (11,67%) y, Staphylinidae, Chironomidae, Calamoceratidae (10%), la misma que se relaciona con el índice de Simpson 1-D.

Tabla 8-2-108. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-002

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-MC-002	13	2,529	0,918	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

PUNTO PFC-MC-003 (Río Chira – Aguas Abajo)

Composición

Para el punto PFC-MC-003 ubicado aguas abajo del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, se identificaron 3 Philum, 3 Clases, 7 órdenes y 13 familias.

Tabla 8-2-109. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-003

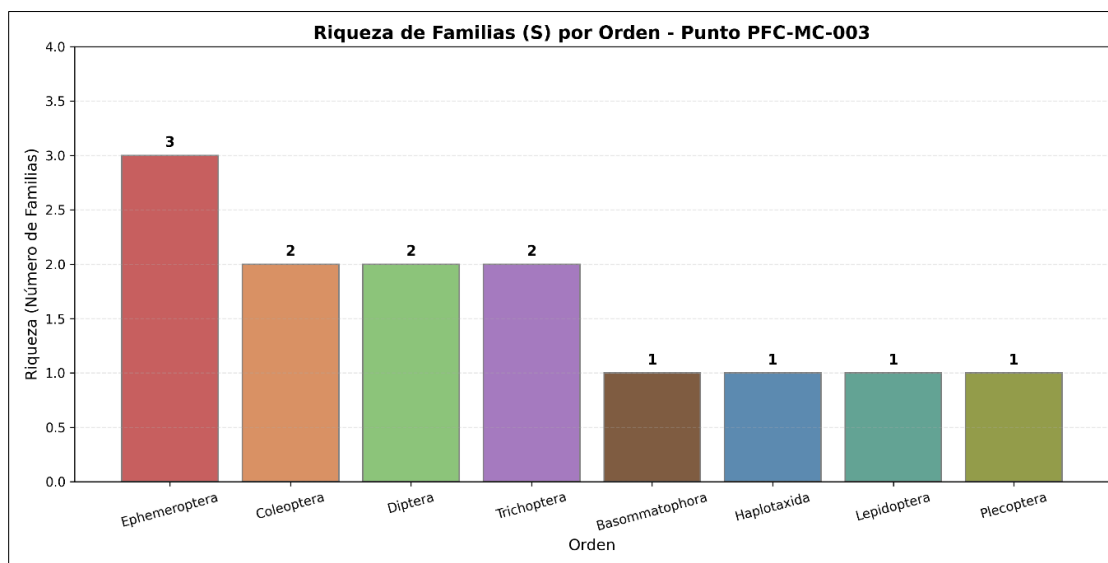
Philum	Clase	Orden	Familia	ni
Artrópodos	Insecta	Coleptera	Hydrophilidae	7
	Insecta	Plecoptera	Perlidae	5
	Insecta	Diptera	Psychodidae	5
	Insecta	Coleptera	Staphylinidae	4
	Insecta	Diptera	Chironomidae	4
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	2
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	2
	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	2
	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	2
	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	1
	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	1
	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	1
Moluscos	Insecta	Pulmonata	Physidae	1
TOTAL				37

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Riqueza.

La riqueza fue de 13 familias identificadas durante el levantamiento biótico, su distribución taxonómica se detalla a continuación.

Figura 8-2-95. Riqueza de macroinvertebrados en PFC-MC-003

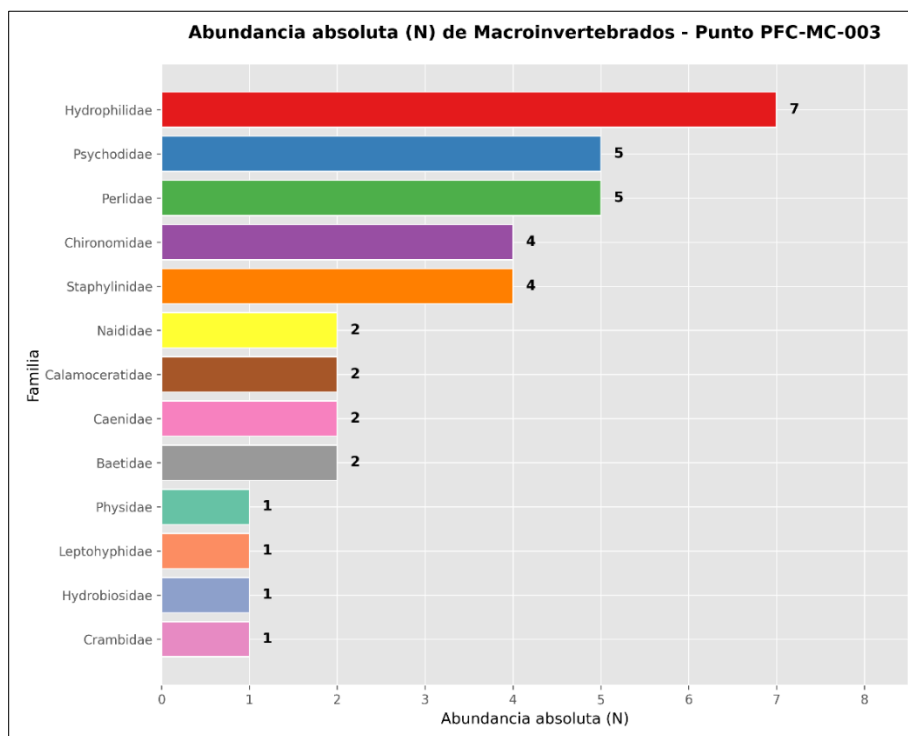


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta.

En el punto PFC-MC-003 se registró una abundancia total de 37 individuos, distribuidos en 13 familias de macroinvertebrados. La abundancia por familia varía entre 1 y 7 individuos.

Figura 8-2-96. Abundancia absoluta de macroinvertebrados en PFC-MC-003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

La familia con mayor abundancia fue Hydrophilidae (Orden Coleoptera) con 7 individuos, seguida por las familias Psychodidae (Orden Diptera) y Perlidae (Orden Plecoptera), ambas con 5 individuos.

Las familias Staphylinidae (Orden Coleoptera) y Chironomidae (Orden Diptera) presentaron una abundancia de 4 individuos cada una. Las familias Calamoceratidae (Orden Trichoptera) y Caenidae (Orden Ephemeroptera) registraron 2 individuos cada una.

Finalmente, las familias con menor abundancia, con un individuo cada una, fueron Leptohyphidae (Orden Ephemeroptera), Hydrobiosidae (Orden Trichoptera), Crambidae (Orden Lepidoptera), Physidae (Orden Basommatophora) y Naididae (Orden Haplotaxida).

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados identificadas en PFC-MC-003 se detalla en la tabla 8-2-39, las familias *Crambidae* y *Physidae* son taxones únicos para este punto de levantamiento biótico.

Tabla 8-2-110. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-003

Philum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Coleptera	Hydrophilidae	7	0,19
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	5	0,14
Artrópodos	Insecta	Diptera	Psychodidae	5	0,14
Artrópodos	Insecta	Coleptera	Staphylinidae	4	0,11
Artrópodos	Insecta	Diptera	Chironomidae	4	0,11
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	2	0,05
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	2	0,05
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	2	0,05
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	2	0,05
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	1	0,03
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	1	0,03
Artrópodos	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	1	0,03
Moluscos	Insecta	Pulmonata	Physidae	1	0,03
TOTAL				37	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

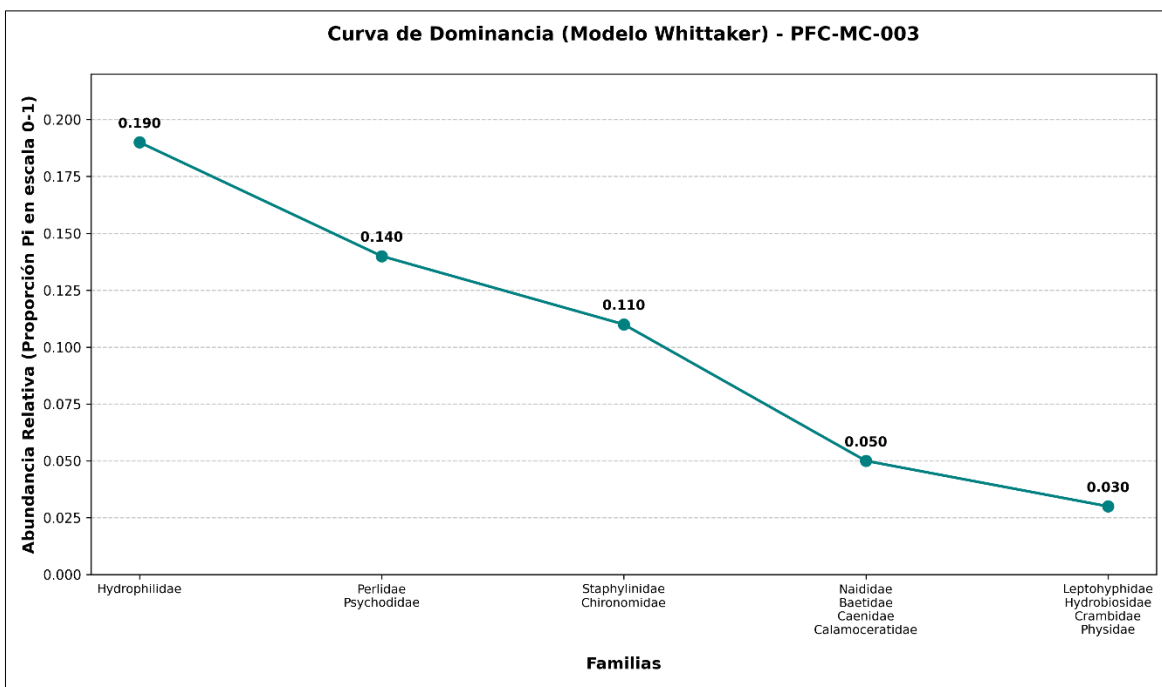
Curva de dominancia-Diversidad

La curva de dominancia-diversidad para el punto PFC-MC-003 muestra una distribución decreciente de la abundancia de las familias de macroinvertebrados, las primeras cinco familias presentan una abundancia relativa significativamente mayor, seguida por un grupo de familias con abundancias moderadas y finalmente varias familias con abundancias bajas o nulas.

La estructura del ensamblaje en este punto muestra una dominancia compartida entre las familias Hydrophilidae ($P_i=0,190$), Perlidae ($P_i=0,140$) y Psychodidae ($P_i=0,140$).

Como se observa en la Figura 8-2-72, la curva presenta una pendiente inicial suave, lo que indica que no existe un monopolio absoluto de recursos por una sola familia. A partir del quinto rango (familias Naididae, Baetidae, Caenidae y Calamoceratidae, todas con $P_i=0,050$), la curva se estabiliza en valores de abundancia bajos, reflejando una comunidad con una equidad moderada.

Figura 8-2-97. Curva de dominancia- diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H'), fue de 2,52 nats/individuo, lo que lo ubica como el tercer punto de levantamiento de macroinvertebrados mas diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 0,914, es decir una comunidad con alta equidad y baja dominancia de familias. Las familias de macroinvertebrados con mayor abundancia relativa fueron Hydrophilidae (18.92%), Perlidae y Psychodidae (13,51%).

Tabla 8-2-111. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-003

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-MC-003	13	2,52	0,914	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

PUNTO PFC-MC-004 (Quebrada)

Composición

Durante el levantamiento de línea base en PFC-MC-004 se registraron 3 Philum, 3 clases, 6 órdenes y 8 familias de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-112. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-004

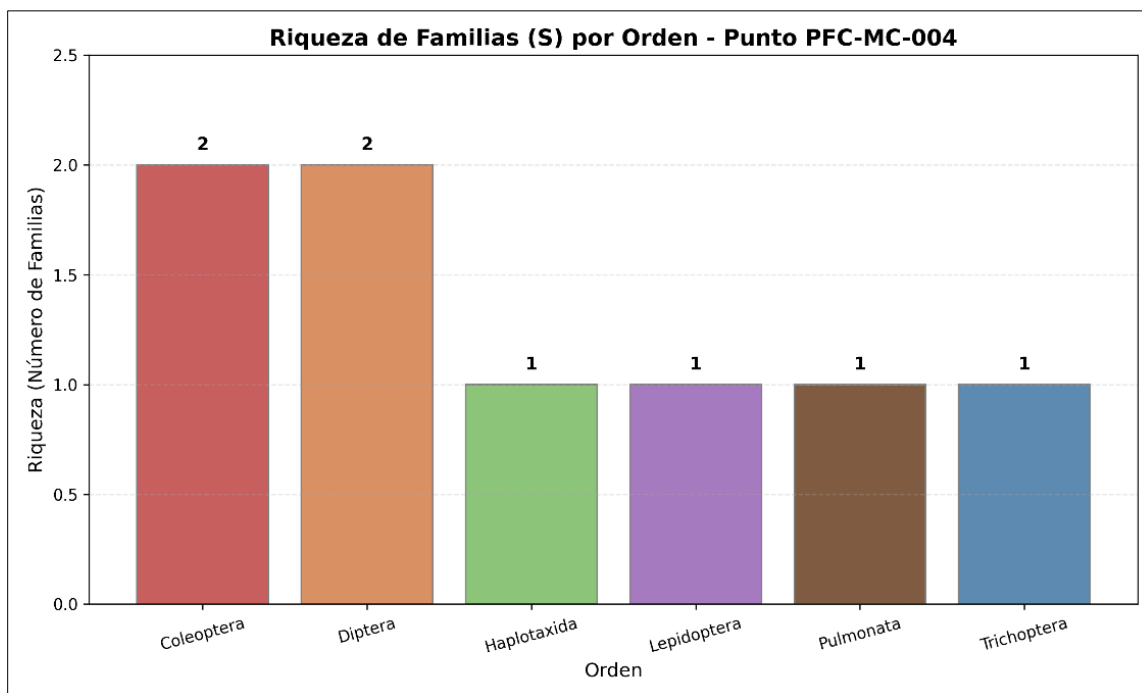
Phylum	Clase	Orden	Familia	ni
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	4
Artrópodos	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	3
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	2
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Elmidae	2
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	2
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	2
Artrópodos	Insecta	Diptera	Tipulidae	1
Artrópodos	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	1
TOTAL				17

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Riqueza.

En la zona de estudio se registraron 17 individuos, la riqueza de familias fue de 8; los órdenes coleóptera y díptera presentan el mayor número de familias (2) los órdenes Haplotaxida, Lepidóptera, Pulmonata y Trichóptera agrupan una sola familia de macroinvertebrados.

Figura 8-2-98. Riqueza de macroinvertebrados en PFC-MC-004



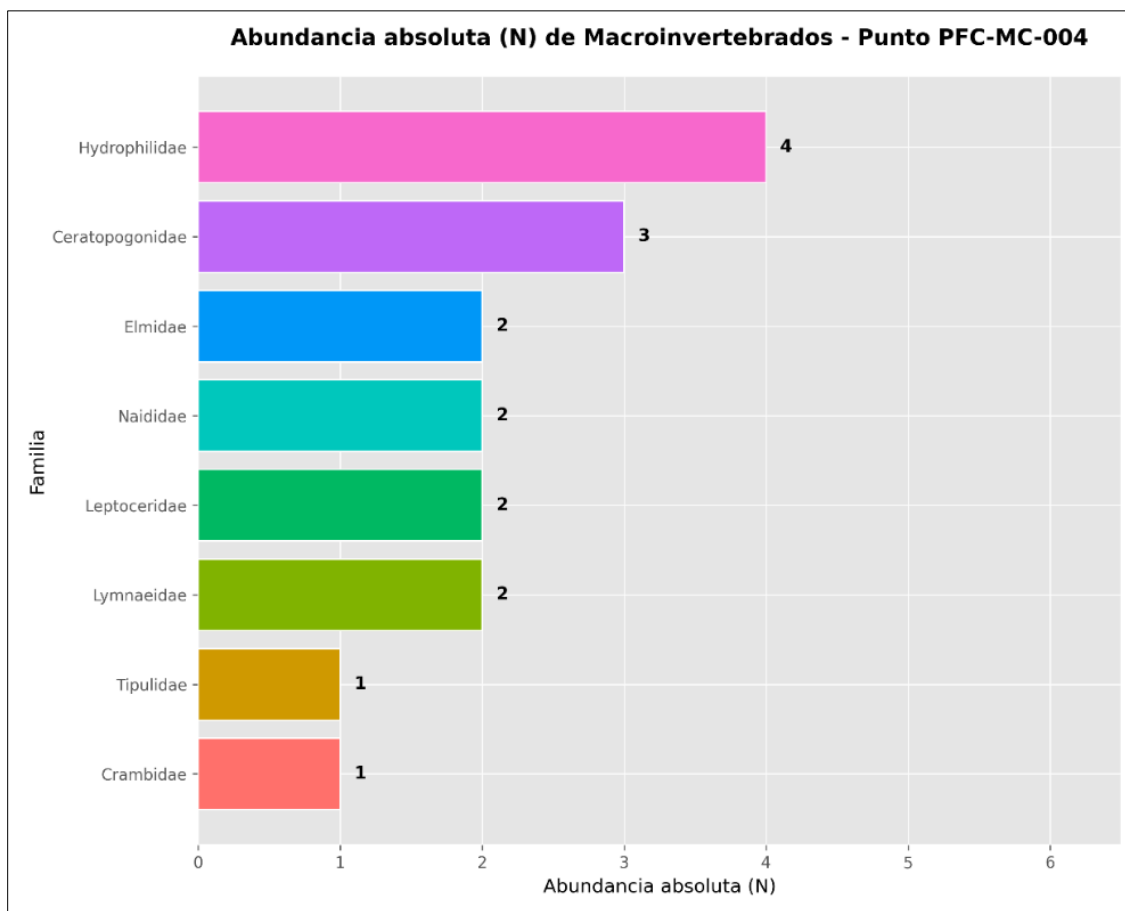
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta.

En PFC-MC-004, se registraron 17 individuos, la familia Hydrophilidae presentó la mayor abundancia absoluta con 4 individuos registrados. Le siguen Ceratopogonidae con 3 individuos, y Elmidae, Naididae, Leptoceridae y Lymnaeidae, cada una con 2 individuos. Las familias Tipulidae y Crambidae tuvieron la menor abundancia, con 1 individuo cada una.

Estos datos reflejan la distribución numérica de individuos entre las diferentes familias de macroinvertebrados presentes en la zona de estudio.

Figura 8-2- 99. Abundancia Absolutade macroinvertebrados en PFC-MC-004



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

En la siguiente tabla se reportan los valores calculados de abundancia relativa para este sitio:

Tabla 8-2-113. Abundancia Relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-004

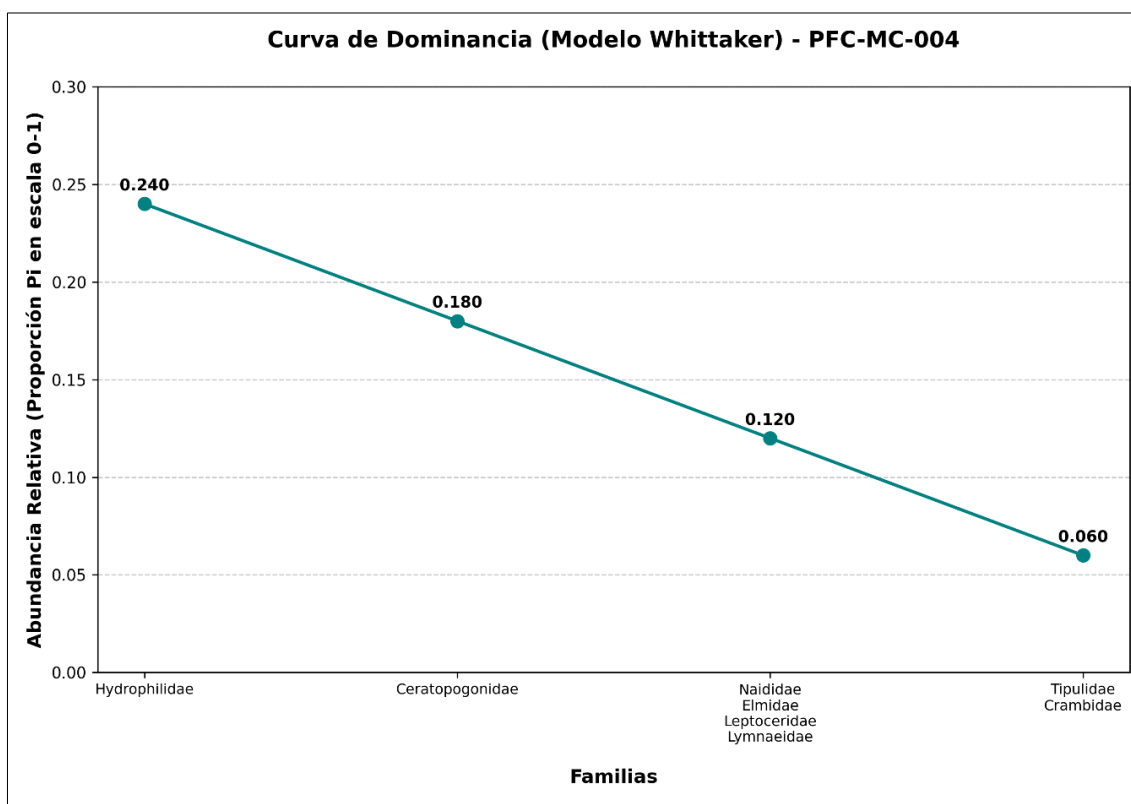
Phylum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	4	0,24
Artrópodos	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	3	0,18
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	2	0,12
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Elmidae	2	0,12
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	2	0,12
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	2	0,12
Artrópodos	Insecta	Diptera	Tipulidae	1	0,06
Artrópodos	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	1	0,06
TOTAL					1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Curva de dominancia-Diversidad

La curva de dominancia-diversidad denota una disminución progresiva en el logaritmo natural de las abundancias de las familias de macroinvertebrados. La estructura de dominancia está encabezada por Hydrophilidae ($P_i=0,240$), seguida por Ceratopogonidae ($P_i=0,180$). La curva muestra una pendiente más pronunciada en comparación con las estaciones anteriores, lo que refleja una dominancia más marcada de los dos primeros taxones Hydrophilidae y Ceratopogonidae, además, cuatro familias (Naididae, Elmidae, Leptoceridae y Lymnaeidae) comparten abundancias intermedias ($P_i=0,120$) y finalmente Tipulidae y Crambidae presentan menor abundancia en esta zona de levantamiento biótico.

Figura 8-2-100. Curva de dominancia – diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-004



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Diversidad

En el punto PFC-MC-004 el índice de Shannon-Wiener (H'), fue de 2,193 nats/individuo, lo que lo ubica como el punto de levantamiento de macroinvertebrados menos diverso. El índice de Dominación de Simpson ($1-D$) fue de 0,904, es decir una comunidad con alta equidad y baja dominancia de familias. Las familias de macroinvertebrados con mayor abundancia relativa fueron Hydrophilidae (23.53%) y Ceratopogonidae (17,65%).

Tabla 8-2-114. Diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-004

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-MC-004	8	2,193	0,9044	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

PUNTO PFC-MC-005 (Quebrada)

Composición

En este cuerpo de agua se registraron 3 Filum, 3 Clases, 7 órdenes y 11 familias de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-115. Composición de macroinvertebrados en PFC-MC-005

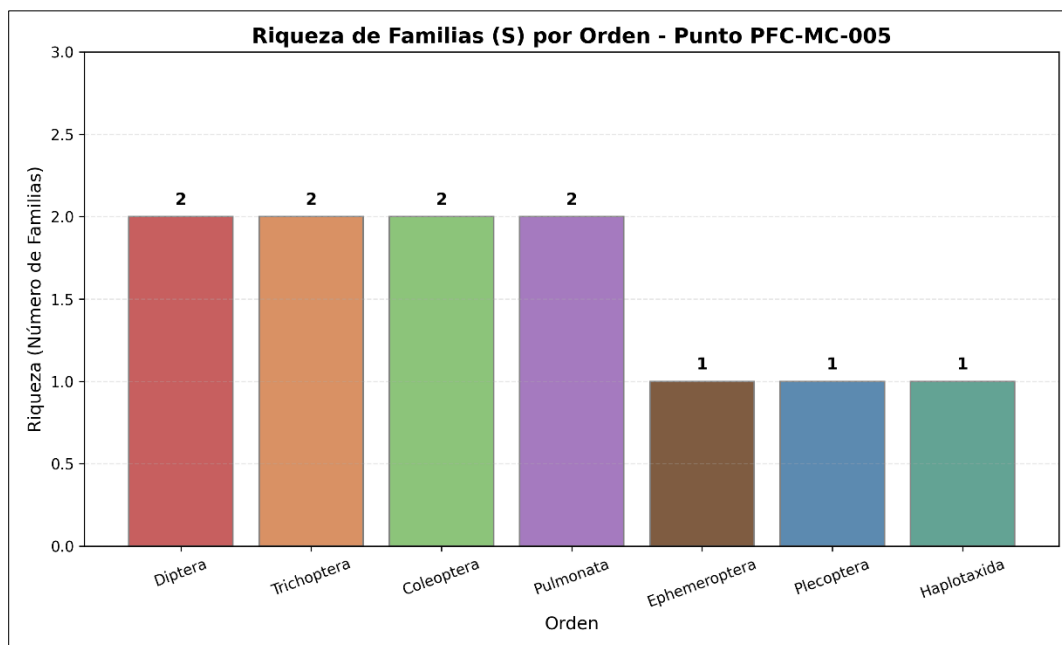
Philum	Clase	Orden	Familia	ni
Artrópodos	Insecta	Diptera	Empididae	4
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	3
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Anomalopsychidae	3
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	2
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	2
Artrópodos	Insecta	Diptera	Tipulidae	2
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	2
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	1
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	1
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	1
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Physidae	1
TOTAL				22

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Riqueza.

La riqueza fue de 11 familias, distribuidos en diferentes órdenes, los dípteros, trichópteros, coleópteros y pulmotas presentaron dos familias identificadas durante el levantamiento de macroinvertebrados.

Figura 8-2-101. Riqueza de macroinvertebrados en PFC-MC-005

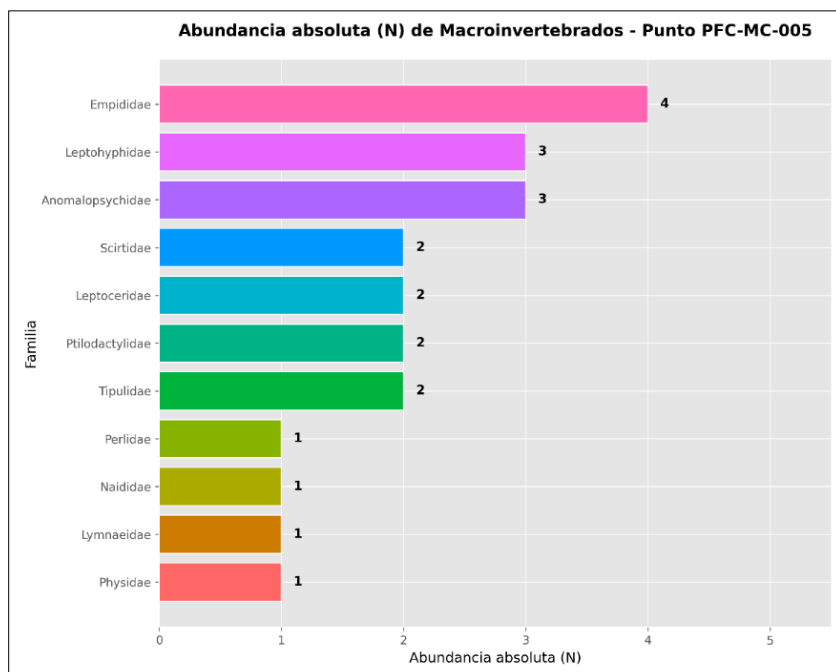


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta.

En el punto PFC-MC-005, se registraron 22 individuos, la familia Empididae registró la mayor abundancia absoluta con 4 individuos. Las familias Leptohyphidae y Anomalopsychidae presentaron una abundancia de 3 individuos cada una. Las familias Scirtidae, Leptoceridae, Ptilodactylidae y Tipulidae tuvieron una abundancia de 2 individuos. Finalmente, las familias Perlidae, Naididae, Lymnaeidae y Physidae mostraron la menor abundancia, con un individuo registrado en cada caso.

Figura 8-2-102. Abundancia Absoluta de macroinvertebrados en PFC-MC-005



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa entre las familias de macroinvertebrados identificados en la zona de estudio se esquematiza en la siguiente tabla. A pesar de que Empididae tiene la mayor abundancia en este punto ($P_i=0.18$), las familias Leptohyphidae, Naididae y Perlidae son las más constantes en todo el proyecto con una frecuencia de 4 de los 5 puntos de levantamiento de macroinvertebrados.

Tabla 8-2-116. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-005

Phylum	Clase	Orden	Familia	ni	Abundancia Relativa
Artrópodos	Insecta	Diptera	Empididae	4	0,18
Artrópodos	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	3	0,14
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Anomalopsychidae	3	0,14
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	2	0,09
Artrópodos	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	2	0,09
Artrópodos	Insecta	Diptera	Tipulidae	2	0,09
Artrópodos	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	2	0,09
Anélidos	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	1	0,05
Artrópodos	Insecta	Plecoptera	Perlidae	1	0,05
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	1	0,05
Moluscos	Gastropoda	Pulmonata	Physidae	1	0,05
TOTAL				22	1,00

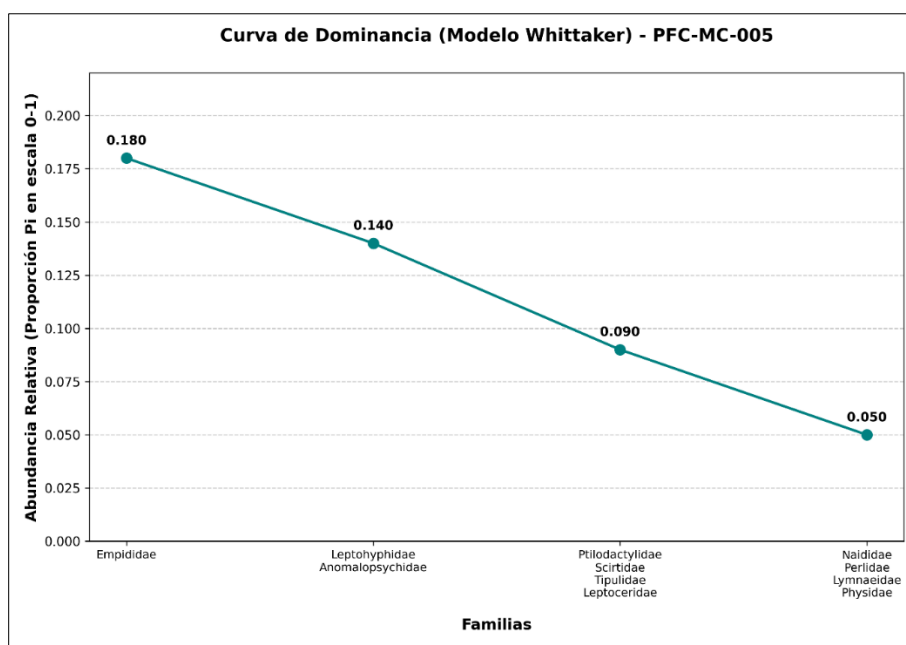
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Curva de dominancia-Diversidad

El patrón de la curva de dominancia-diversidad en PFC-MC-005 presenta a Empididae como el taxón dominante ($P_i=0,180$), seguido estrechamente por Leptohiphidae y Anomalopsychidae, ambos con un P_i de 0,140.

La curva muestra una pendiente muy equilibrada entre los rangos intermedios (familias Ptilodactylidae, Scirtidae, Tipulidae y Leptoceridae), lo que indica una comunidad con una equidad de especies destacables. El tramo final de la curva incluye a los taxones de menor abundancia ($P_i=0,050$), entre los que se encuentran los moluscos Lymnaeidae, Physidae y las familias Naididae y Perlidae.

Figura 8-2-103. Curva de dominancia-diversidad de macroinvertebrados en PFC-MC-005



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Diversidad

El índice de diversidad de Shannon (H) calculado con base logarítmica (ln) en el punto PFC-MC-005 fue de 2,515 nats/individuo, lo que lo ubica como el segundo punto de levantamiento de macroinvertebrados menos diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 0,937, es decir una comunidad con cercano a la equidad y baja dominancia de familias. Las familias de macroinvertebrados con mayor abundancia relativa fueron Empididae (18.18%), Leptohiphidae, Anomalopsychidae (13,64%).

Tabla 8-2-117. Abundancia relativa de macroinvertebrados en PFC-MC-005

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-MC-005	11	2,515	0,9307	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- Análisis de similitud (Índice de Jaccard)**

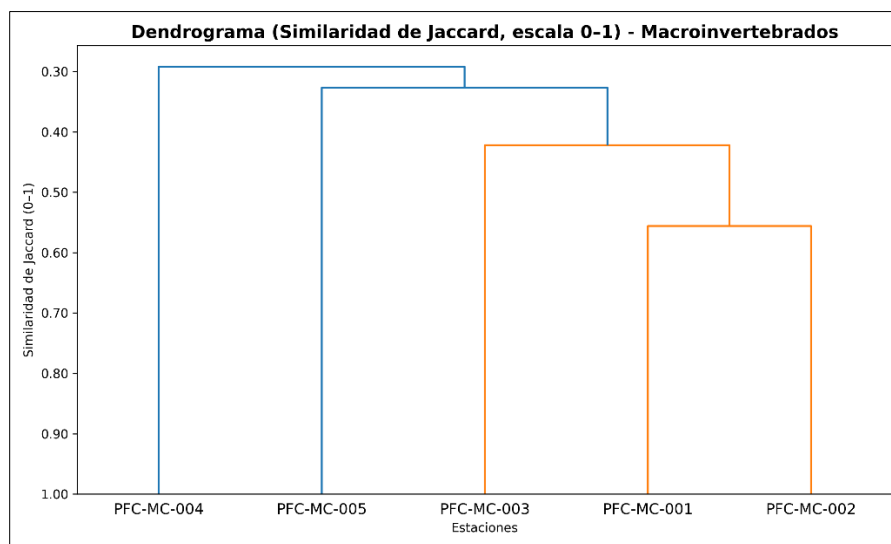
Se evaluó la semejanza en la composición de familias de macroinvertebrados entre los cinco puntos de levantamiento de macroinvertebrados (PFC-MC-001 a PFC-MC-005) mediante el Índice de similitud de Jaccard (J), calculado sobre la matriz de presencia/ausencia. El análisis revela que la mayor similitud composicional se presenta entre las estaciones PFC-MC-001 y PFC-MC-002 (55.6%), ambas ubicadas en el cauce principal, compartiendo familias clave como Leptohyphidae, Perlidae, Baetidae y Elmidae. Por el contrario, la mayor disimilaridad (distancia) se observa entre PFC-MC-003 y PFC-MC-005 (80% de disimilitud).

Tabla8-2- 118 Índice de similitud de Jaccar para el componente de macroinvertebrados

SITIOS	PFC-MC-001	PFC-MC-002	PFC-MC-003	PFC-MC-004	PFC-MC-005
PFC-MC-001	1	0,556	0,4	0,278	0,368
PFC-MC-002	0,556	1	0,444	0,312	0,412
PFC-MC-003	0,4	0,444	1	0,312	0,2
PFC-MC-004	0,278	0,312	0,312	1	0,267
PFC-MC-005	0,368	0,412	0,2	0,267	1

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Figura 8-2-104. Dendrograma de Similitud de macroinvertebrados



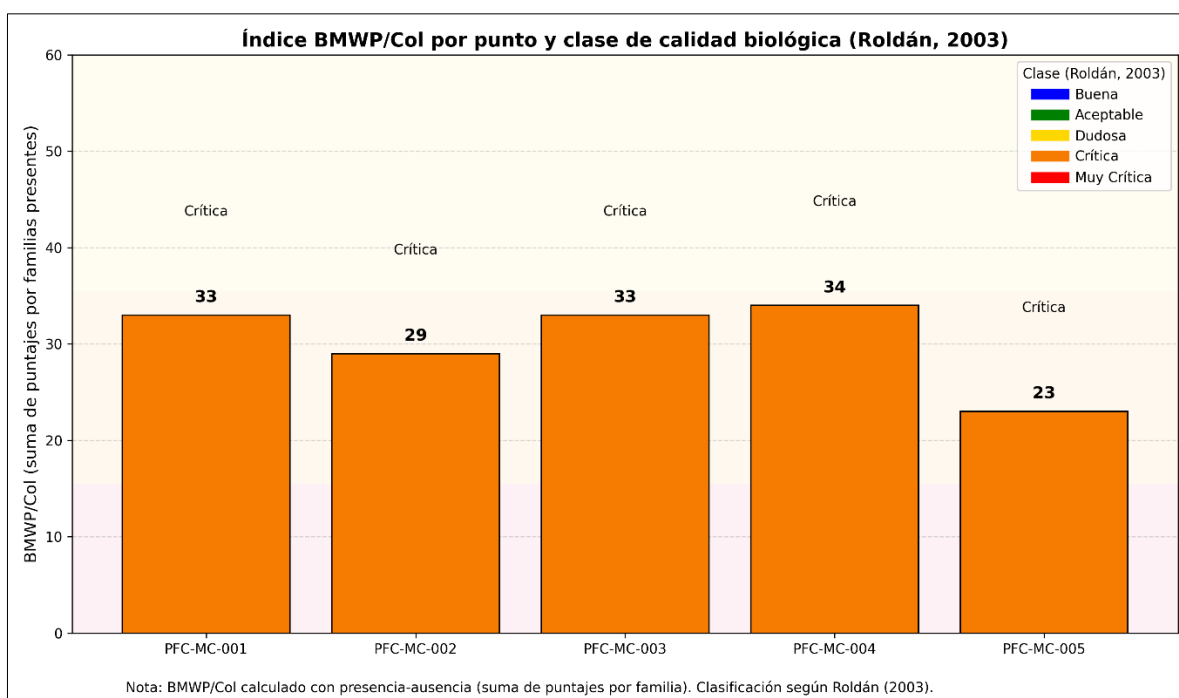
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- Índices Ecológicos

BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party)

El Índice BMWP/Col (Roldán, 2003) fue aplicado como herramienta complementaria para evaluar la calidad biológica del agua en los cuerpos de agua dentro del área de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. Este índice se basa en datos cualitativos (presencia–ausencia) y asigna puntajes de 1 a 10 a las familias de macroinvertebrados, de acuerdo con su sensibilidad a la contaminación orgánica. El valor final corresponde a la suma de los puntajes de todas las familias registradas por punto, los resultados se muestran a continuación:

Figura 8-2-105. Índice BMWP/Col de macroinvertebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

De acuerdo con los criterios de calidad biológica establecidos por Roldán (2003), los valores obtenidos para los cinco puntos se ubican en el rango 16–35, correspondiente a la categoría “Crítica”.

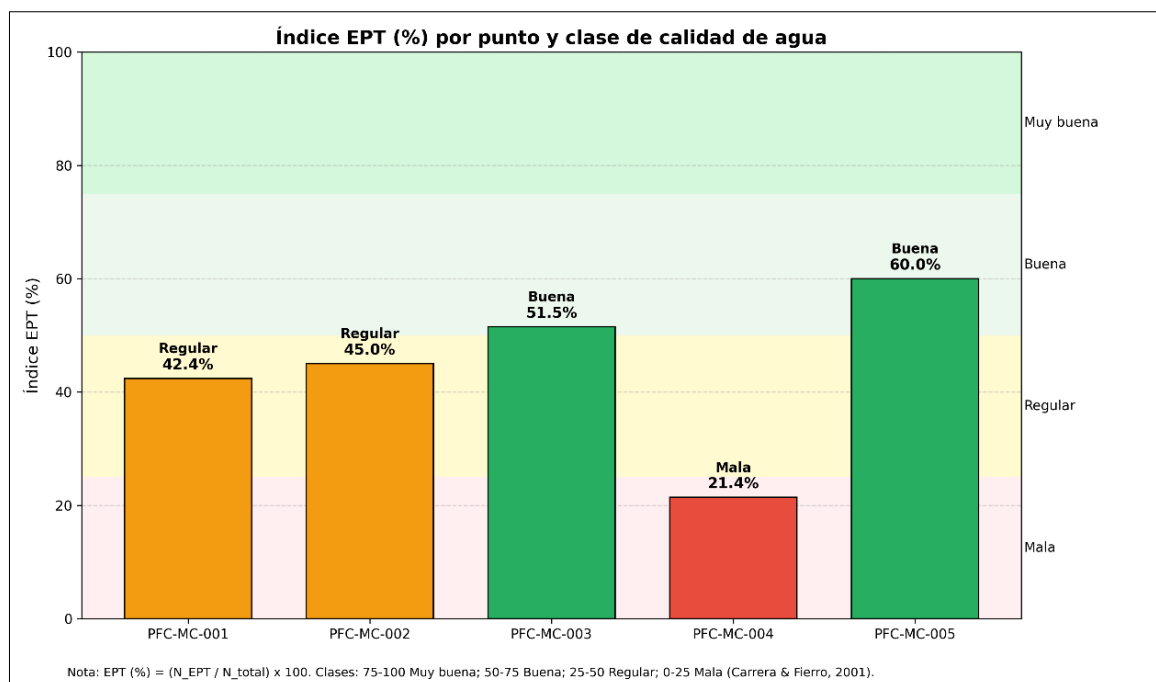
El punto PFC-MC-004 registró el valor más alto (34), mientras que PFC-MC-005 presentó el valor más bajo (23). Los puntos del cauce principal del Río Chira (PFC-MC-001, PFC-MC-002 y PFC-MC-003) mostraron valores similares entre sí (29–33), indicando una composición taxonómica comparable bajo el esquema de puntuación del índice.

En todos los puntos se registraron familias con distintos niveles de sensibilidad (puntajes entre 2 y 10), contribuyendo al valor acumulado del índice en cada sitio.

Índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera)

La aplicación del índice EPT demuestra que el sistema hídrico presenta, en su mayoría, una calidad de agua entre **Regular y Buena**. La coexistencia de Plecóptera y Trichoptera en el cauce principal y tributarios confirma que el área de estudio mantiene condiciones ambientales capaces de sostener comunidades de macroinvertebrados con requerimientos ecológicos exigentes.

Figura 8-2-106. Índice EPT (%) de macroinvertebrados



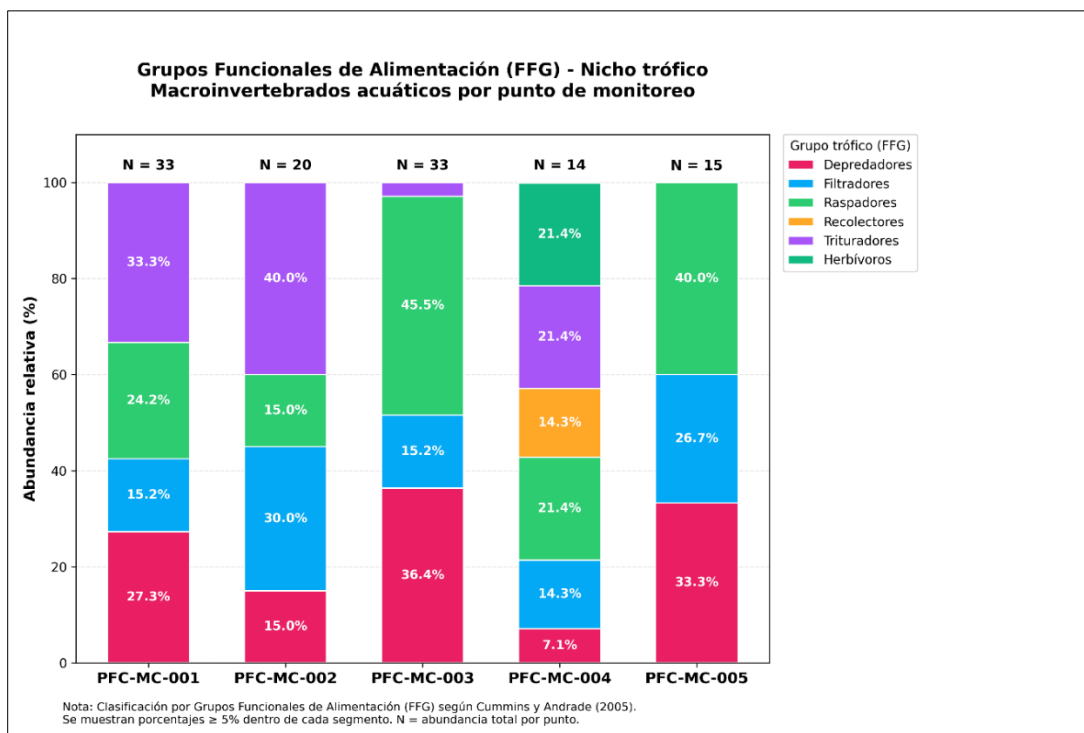
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- Aspectos Ecológicos.

Nicho Trófico

El análisis de la abundancia relativa de los gremios tróficos reveló una estructura comunitaria diversa, con predominancia de grupos procesadores de materia orgánica fina y depredadores:

Figura 8-2-107. Grupos funcionales de alimentación de macroinvertebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Depredadores (Carnívoros): Este grupo, representado principalmente por las familias Perlidae (Plecoptera) e Hydrobiosidae (Trichoptera), mostró una presencia constante en todos los puntos de monitoreo. Destaca su dominancia en el punto PFC-MC-003 (36,4%) y PFC-MC-005 (35,3%).

Raspadores: Conformado por taxones que consumen perifiton y biopelículas adheridas al sustrato (familias Elmidae, Lymnaeidae y Physidae). Este gremio fue particularmente relevante en los puntos del Río Chira (PFC-MC-003: 45,5% y PFC-MC-005: 40,0%), sugiriendo una alta disponibilidad de recursos algales en las zonas someras y con mayor incidencia lumínica del cauce principal.

Filtradores: Representados por la familia Anomalopsychidae, este grupo alcanzó su máxima representatividad en el punto PFC-MC-002 (30,0%).

Recolectores y Trituradores: Los recolectores (familia Chironomidae) y trituradores (Tipulidae), encargados de procesar materia orgánica gruesa (MOPG) como hojarasca, estuvieron presentes en los puntos PCF-MC-001, PFC-MC-002 y PFC-MC-004, evidenciando el vínculo ecológico entre la vegetación de ribera y el sistema acuático.

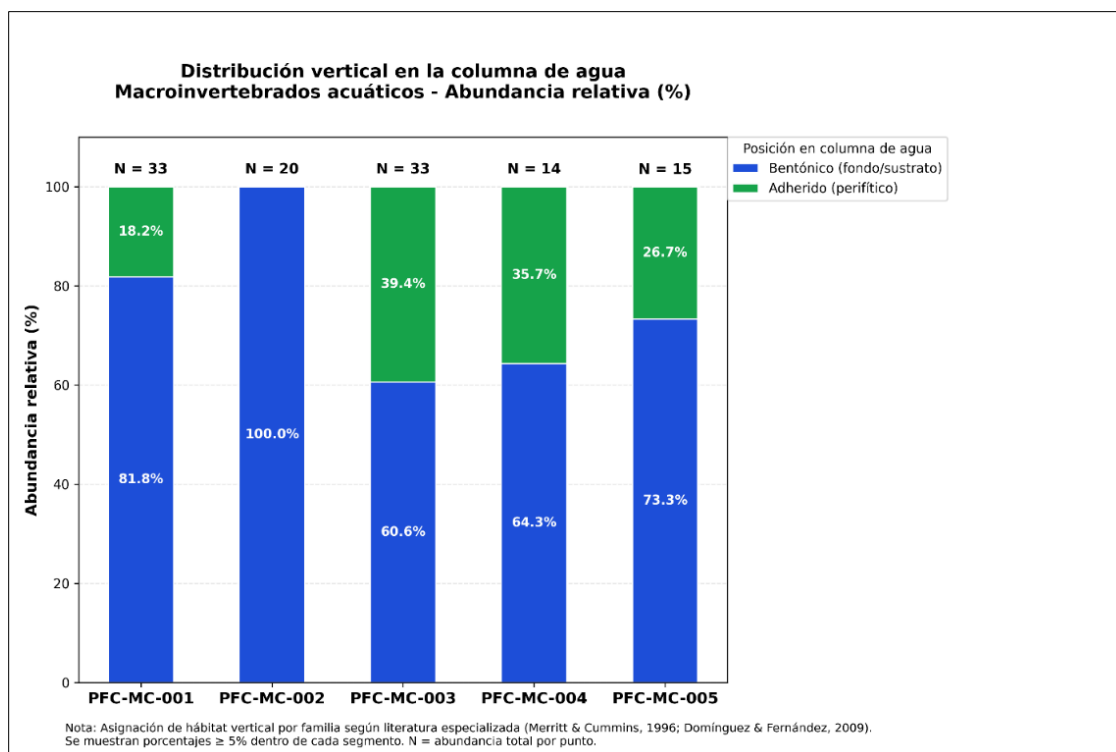
Distribución Vertical dentro de la Columna de agua

Los macroinvertebrados acuáticos conforman un grupo altamente diverso. Habitan principalmente en el fondo de ríos y lagos, enterrados en el lodo o la arena, adheridos a troncos, vegetación sumergida y rocas; también pueden encontrarse nadando dentro del agua o desplazándose sobre su

superficie. Aquellos que viven en el fondo o enterrados se conocen como bentos; los que nadan libremente en el agua, incluso en contra de la corriente, se denominan necton e incluyen organismos de tamaño considerable como los peces (Roldán, 1992); y los que se movilizan por la superficie del agua se llaman neuston, siendo los insectos hemípteros los más comunes en este grupo (Baddii, Garza y Garza, 2005).

El análisis de la distribución vertical reveló que la comunidad de macroinvertebrados registrada en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se organiza en dos grandes categorías de posición:

Figura 8-2-108. Distribución vertical de macroinvertebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Organismos Bentónicos (fondo/sustrato)

Este grupo fue el dominante en todos los puntos de monitoreo, representando entre el 81,8% (PFC-MC-001) y el 100% (PFC-MC-002) de la abundancia total registrada. Las familias que conforman este grupo son:

- Anomalopsychidae (Trichoptera): organismos constructores de estuches adheridos al sustrato rocoso (Domínguez & Fernández, 2009).
- Hydrobiosidae (Trichoptera): larvas de vida libre que habitan bajo rocas y en intersticios del sustrato (Roldán, 2003).

- Perlidae (Plecoptera): ninfas que se desplazan activamente sobre el fondo rocoso en zonas de rápidos (Domínguez & Fernández, 2009; Roldán, 2003) .
- Elmidae (Coleoptera): adultos y larvas fuertemente adheridos al sustrato en zonas de corriente moderada a alta (Roldán, 2003).
- Tipulidae (Diptera): larvas que habitan en sedimentos finos y acumulaciones de materia orgánica gruesa (Domínguez & Fernández, 2009).
- Chironomidae (Diptera): larvas tubícolas que construyen galerías en el sedimento fino del fondo (Roldán, 2003).

Organismos Adheridos (perifíticos)

Este grupo estuvo representado en los puntos PFC-MC-001, PFC-MC-003, PFC-MC-004 y PFC-MC-005. Las familias registradas en esta categoría fueron:

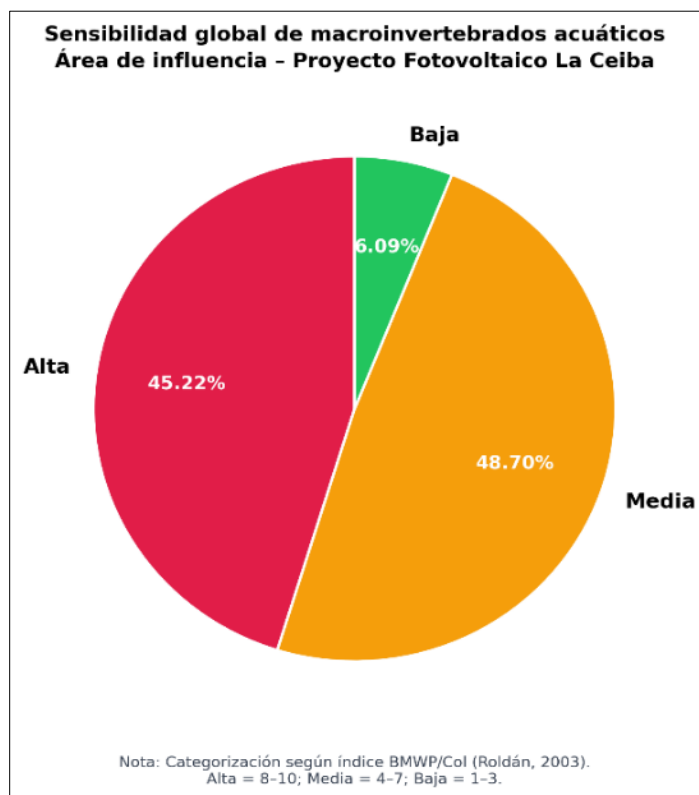
- Lymnaeidae (Gastropoda): gasterópodos que raspan el perifiton adherido a rocas y vegetación sumergida (Roldán, 2003).
- Physidae (Gastropoda): gasterópodos de hábitos similares a Lymnaeidae, con mayor tolerancia a condiciones de baja oxigenación (Domínguez & Fernández, 2009).
- Crambidae (Lepidoptera): larvas acuáticas que se adhieren a la vegetación y sustrato duro mediante seda (Domínguez & Fernández, 2009).

La presencia de organismos perifíticos en las quebradas (PFC-MC-004 y PFC-MC-005) es ecológicamente coherente con la menor profundidad, mayor cobertura de vegetación riparia y disponibilidad de sustrato blando en estos sistemas, condiciones que favorecen el desarrollo del perifiton como recurso alimenticio base.

Sensibilidad de especies.

De acuerdo con la metodología de Sensibilidad de las Especies, las familias de macroinvertebrados identificados en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se categorizan de la siguiente manera:

Figura 8-2-109. Sensibilidad de macroinvertebrados



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

○ **Sensibilidad Alta (Puntajes BMWP 8-10)**

Estas familias representan el 45,22% de la abundancia total. Son organismos estenotópicos, con requerimientos estrictos de oxigenación y estabilidad del hábitat. Su presencia indica tramos de alta susceptibilidad biótica ante intervenciones que alteran la calidad físico-química del agua o la estructura del cauce (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

Perlidae (Plecoptera): Puntaje 10. Indicador de aguas limpias y corrientes rápidas con sustrato rocoso.

Anomalopsychidae (Trichoptera): Puntaje 10. Organismos altamente sensibles que dependen de la estabilidad del sustrato para la fijación de sus estuches.

Hydrobiosidae (Trichoptera): Puntaje 8. Depredadores especialistas asociados a ambientes lóticos con baja carga orgánica.

○ **Sensibilidad Media (Puntajes BMWP 4-7)**

Es la categoría predominante con el 48,70% de la abundancia. Estos taxones poseen una tolerancia intermedia y representan áreas con susceptibilidad moderada, capaces de similares cambios ambientales menores sin perder su funcionalidad ecológica (Roldán, 2003).

Elmidae (Coleoptera): Puntaje 6. Escarabajos acuáticos que habitan en corrientes moderadas; Toleran variaciones leves en la turbidez.

Crambidae (Lepidoptera): Puntaje 5. Larvas asociadas a vegetación riparia y macrófitas, con tolerancia media a la sedimentación.

Lymnaeidae (Gastropoda): Puntaje 4. Gasterópodos raspadores que habitan en zonas de menor corriente y toleran incrementos moderados de nutrientes.

Tipulidae (Diptera): Puntaje 5. Larvas procesadoras de materia orgánica con capacidad de persistir en sedimentos variables.

- **Sensibilidad Baja (Puntajes BMWP 1-3)**

Representan el 6,09% de la abundancia. Son organismos euritópicos con baja susceptibilidad biótica, capaces de colonizar ambientes con estrés ambiental o baja disponibilidad de oxígeno (Roldán & Ramírez, 2008).

Physidae (Gastropoda): Puntaje 3. Caracoles con alta resistencia a la hipoxia y enriquecimiento orgánico.

Chironomidae (Diptera): Puntaje 2. Larvas altamente tolerantes, capaces de habitar en sedimentos finos y aguas con alta carga de sólidos o nutrientes.

- **Discusión.**

El levantamiento de información se llevó a cabo durante la temporada lluviosa, condición ambiental que determina significativamente la composición y distribución de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Las precipitaciones recurrentes en este período generan un incremento en la escorrentía superficial y, consecuentemente, un aumento en el caudal y la velocidad de la corriente de los cuerpos de agua evaluados

La caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en el área de influencia del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba determinó la presencia de un ensamblaje diverso, compuesto por 3 phyla, 3 clases, 7 órdenes y 22 familias. La estructura biológica observada refleja la heterogeneidad de los ecosistemas lóticos evaluados, donde la interacción entre el régimen hidrológico, el tipo de sustrato y la calidad del microhábitat modula la presencia y abundancia de los taxones bentónicos. La coexistencia de organismos con distintos requerimientos ecológicos sugiere un sistema dinámico, capaz de sostener tanto taxones especialistas como generalistas.

En términos de diversidad, el punto PFC-MC-001 (Río Chira) se consolidó como el sitio con mayor complejidad estructural, registrando una riqueza de 15 familias y una abundancia de 51 individuos. La dominancia relativa estuvo liderada por la familia Scirtidae ($P_i=0,176$), seguida por Leptohiphidae ($P_i=0,137$) y Elmidae ($P_i=0,11$). La alta representatividad de taxones como Perlidae, Calamoceratidae y Leptohiphidae, es consistente con el valor de Shannon-Wiener obtenido ($H'=2,641$) y el de Simpson ($1-D = 0,921$), los cuales confirman una comunidad más diversa con alta equidad y baja dominancia. Este comportamiento sugiere que el tramo superior del Río Chira posee una oferta de nichos ecológicos más amplia, favorecida probablemente por una mayor estabilidad del cauce y heterogeneidad del sustrato.

En el tramo medio y bajo del río (PFC-MC-002 y PFC-MC-003), se observó una estabilidad moderada en la riqueza (13 familias cada uno), aunque con variaciones en la abundancia total (60 y 37 individuos, respectivamente). En PFC-MC-002, la dominancia de Perlidae ($P_i=0,17$) y la presencia de Ceratopogonidae, Staphylinidae y Chironomidae reflejan una transición hacia comunidades con

mayor tolerancia ecológica, manteniendo, no obstante, una diversidad subsiguiente a PFC-MC-001 de ($H' = 2,529$). Por el contrario, en PFC-MC-003 destaca el predominio de Hydrophilidae ($P_i = 0,190$), familia asociada a ambientes con menor velocidad de corriente o mayor acumulación de detritos, lo cual, sumado a la menor abundancia de individuos, se traduce en una ligera disminución de la homogeneidad comunitaria, tal como lo indica el índice de Simpson ($1-D = 0,914$).

El análisis de los ecosistemas de quebrada (PFC-MC-004 y PFC-MC-005) reveló una simplificación taxonómica en comparación con el cauce principal. El punto PFC-MC-004 presentó los valores más bajos de riqueza (8 familias) y diversidad $H' = 2,193$ nats/ind, respecto a los otros sitios de levantamiento de macroinvertebrados, además, presenta una marcada dominancia de Hydrophilidae $P_i = 0,24$ (24%) y Ceratopogonidae $P_i = 0,18$ (18%). Esta estructura es característica de sistemas con menor estabilidad hidrológica o mayor presión ambiental, donde los taxones especialistas son desplazados por grupos generalistas con alta resiliencia. No obstante, el punto PFC-MC-005, a pesar de su baja abundancia (22 individuos), mostró una equidad notable ($1-D = 0,9307$), sustentada por una distribución más uniforme entre familias como Empididae 18%, Leptohiphidae (13,64%) y Anomalopsychidae (13,64%). La presencia recurrente de estas familias en las quebradas aporta una singularidad ecológica que complementa la biodiversidad acuática del proyecto.

De forma integral, la distribución de la abundancia relativa en el área de estudio sigue el modelo de curvas de dominancia-diversidad para sistemas naturales, donde unas pocas familias concentran la mayoría de los individuos mientras que una fracción importante de la riqueza está representada por taxones raros o de baja frecuencia. La presencia consolidada de grupos clave en los índices EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), tales como Perlidae, Leptohiphidae y Leptoceridae, junto con coleópteros acuáticos de la familia Elmidae, valida la condición de buena calidad relativa del agua sugerida por el índice BMWP/Col.

En conclusión, la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la zona de estudio presenta un gradiente de complejidad que disminuye desde el cauce principal del Río Chira hacia las quebradas tributarias. Esta variabilidad espacial en la riqueza y abundancia de las 22 familias identificadas constituye una línea base biótica sólida. La estructura de la comunidad, caracterizada por valores de Shannon-Wiener superiores a 2,0 nats/ind. en todos los puntos y una equidad cercana a 1, permite inferir que el sistema posee una capacidad de respuesta ecológica funcional frente a los factores ambientales locales, estableciéndose como un indicador biológico fundamental para el monitoreo y seguimiento ambiental durante las fases de construcción y operación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba.

- **Conclusiones.**

El levantamiento de la línea base biótica para el componente de macroinvertebrados en el área del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba permitió cumplir con el objetivo fundamental de establecer un diagnóstico ecológico detallado y representativo de las comunidades acuáticas presentes en los diferentes cuerpos de agua dentro del área de influencia del proyecto.

La caracterización taxonómica y la evaluación cuantitativa de la abundancia, riqueza y diversidad de macroinvertebrados evidenciaron una comunidad estructurada y diferenciada, con variaciones significativas entre los puntos de monitoreo ubicados en el cauce principal del río y quebradas. Esta diferenciación refleja la heterogeneidad ambiental y la dinámica hidrológica propia de cada sistema, aspectos que deben ser considerados en la gestión ambiental del proyecto.

Los índices de diversidad y riqueza calculados indican que la comunidad de macroinvertebrados mantiene niveles adecuados de biodiversidad, lo que sugiere un estado ecológico relativamente equilibrado en las áreas muestreadas. La presencia de familias dominantes, junto con familias menos abundantes, aporta información valiosa para la evaluación de la calidad ambiental y la detección temprana de posibles alteraciones o impactos derivados de actividades antropogénicas.

Aunque la temporada lluviosa puede dificultar el acceso a ciertos microhábitats por el aumento del nivel del agua, la convergencia entre la riqueza observada y el estimador Chao1 valida que el esfuerzo realizado fue suficiente para caracterizar la comunidad de macroinvertebrados bajo las condiciones ambientales imperantes al momento del estudio.

Los resultados del componente macroinvertebrados no evidencian un escenario de deterioro severo, sino un sistema con perturbación moderada asociada a presión antrópica difusa y régimen hidrológico semiárido. La presencia de familias sensibles en el cauce principal indica que el sistema mantiene funcionalidad ecológica y capacidad de recuperación.

- **Recomendaciones.**

Control de sedimentos y escorrentía

- Implementar barreras de control de sedimentos (trinchos, geotextiles, zanjas de coronación y disipadores de energía) en áreas próximas a cauces.
- Evitar el arrastre de material fino hacia cuerpos de agua, especialmente durante eventos de precipitación.
- Prohibir el almacenamiento temporal de material excavado dentro de la franja de protección hídrica.

Protección de la franja ribereña

- Mantener una franja de protección mínima de 30 m en el Río Chira.
- En quebradas, evitar la remoción de vegetación natural en los márgenes inmediatos, en caso de intervención inevitable, ejecutar revegetación inmediata con especies nativas.

Prohibición de alteración directa del cauce

- No realizar encauzamientos, rectificaciones o modificación del lecho natural.
- Evitar cruces innecesarios de maquinaria por el cauce; en caso indispensable, instalar pasos temporales controlados.

Recomendaciones para sistemas tributantes debido a su naturaleza, es necesario no intervenir los cauces secos durante época seca con disposición de materiales y evitar la compactación del lecho, ya que puede afectar procesos de recolonización bentónica.

Recomendaciones de monitoreo

Se recomienda mantener el componente de macroinvertebrados como indicador principal de calidad ecológica durante el seguimiento del proyecto, dado que ha demostrado ser sensible a cambios en microhábitat, sedimentación y conectividad hidráulica, los monitores deben realizarse durante las dos estaciones climáticas (lluviosa y seca), en los mismos sitios con fines comparativos.

EN el ANEXO 8-2-6 se presenta la base de datos de macroinvertebrados.

8.2.3.6. Ictiofauna

- **Introducción.**

Los peces representan uno de los grupos faunísticos más diversos y abundantes del planeta, con un registro aproximado de 54.711 especies reconocidas. (Nelson, 2006) Sudamérica, en particular, es considerada la región con la mayor diversidad de peces de agua dulce a nivel mundial. (Galvis et al., 2006). En la región neotropical, se han descrito formalmente alrededor de 5.600 especies, lo cual representa aproximadamente el 50% del total de peces dulceacuícolas del planeta (Escobar-Camacho et al., 2015).

Los peces son vertebrados acuáticos poiquiloterms, con respiración branquial y con aletas, constituyen el grupo más numeroso del fílum de los vertebrados. Presentes en agua dulce y salobre. Engloban dos grupos diferentes, tanto desde el punto de vista evolutivo como del morfológico y anatómico: peces cartilaginosos y peces óseos.

En el caso de Ecuador, estudios estiman la presencia de más de 900 especies de peces con diversidad variable, ya que se concentra principalmente en zonas bajas, mientras que en las regiones altoandinas se registra una menor riqueza. No obstante, a pesar del bajo número de especies en estas zonas altas, se destaca un elevado grado de endemismo (Barriga, 1994), condicionado por las particularidades climáticas y geográficas propias de estos ecosistemas (Maldonado-Ocampo et al., 2012). Además, estas especies cumplen funciones ecológicas clave para el equilibrio y buen funcionamiento de los ecosistemas donde habitan.

La caracterización de la fauna íctica se ha consolidado como una herramienta útil para la gestión ambiental, ya que proporciona información valiosa para evaluar el estado histórico de un ecosistema acuático, así como para anticipar los posibles impactos ambientales derivados de diferentes actividades o fenómenos.

La integridad biológica de las comunidades de peces ofrece datos esenciales para evaluar el estado de conservación de una cuenca hidrográfica, permitiendo identificar y prever alteraciones causadas por actividades humanas. Además, la ictiofauna actúa como un indicador confiable de la calidad ecológica de los cuerpos de agua.

- **Sitios de levantamiento de información.**

Para registrar la ictiofauna del área de estudio, se caracterizaron cinco puntos de monitoreo, aguas arriba (PPF-PEA-001), zona media (PPF-PEA-002) y aguas abajo del proyecto (PPF-PEA-003) y dos cuerpos de agua dentro del emplazamiento del proyecto (PFC-PEE-004, PFC-PEE-005). La referencia geográfica de cada uno de ellos, así como una descripción ecológica y la metodología utilizada se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8-2-119. Descripción de los sitios de levantamiento biótico para el componente ictiofauna

Área de estudio	Código	Fecha	Coordenadas utm wgs84 17s		Altura m.s.n.m	Cuerpo de agua	Metodología	Unidad muestral	Tipo de muestra	Descripción del área
			x	y						
Inicial	PFC-PEA-001	22/06/2025	586547,98	9518372,66	200 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	Cuerpo de agua, río de 8 metros de ancho, aproximadamente
Medio	PFC-PEA-002	22/06/2025	589151,21	9519091,87	200 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	1 metro de profundidad, riberas intervenidas con presencia de cultivos de gramíneas.
Final	PFC-PEA-003	23/06/2025	588769,77	9520704,11	194 m.	Río Chira	Red Surber	100m	Cuantitativo	
Quebrada 1	PFC-PEE-004	10/03/2026	586622	9521714	235m.	S/N	Red Surber	100m	Cuantitativo	Hábitat acuático lótico, sustrato limoso con hojarasca,
Quebrada 2	PFC-PEE-005	10/03/2026	586541	9520753	191 m.	S/N	Red Surber	100m	Cuantitativo	presencia de vegetación de ribera de estrato herbáceo.

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2025-2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2025-2026 Acrónimos PFC: Proyecto Fotovoltaico La Ceiba; PEA Pesca con Atarraya, PEE Pesca eléctrica; 001-005: puntos de levantamiento biótico de peces.

El punto PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005 corresponden a cuerpos de agua lóticos, cuyo flujo superficial está condicionado a la estacionalidad climática local (Zapotillo). El levantamiento biótico en estos puntos se realizó durante el período de flujo activo, garantizando la presencia de sustrato húmedo y comunidades bentónicas activas.

En el MAPA NRO. 30 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo de ictiofauna.

- **Esfuerzo de muestreo.**

Con el objetivo de garantizar la representatividad espacial y temporal de la ictiofauna presente en el área de implantación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, el levantamiento de información se ejecutó en dos campañas de campo, correspondientes a:

- Temporada seca (junio 2025)
- Temporada lluviosa (marzo 2026)

La inclusión de ambas campañas responde a la dinámica hidrológica característica de los sistemas lóticos tropicales intermitentes, donde la composición y abundancia de peces puede variar en función del régimen de caudales (Roldán & Ramírez, 2008).

Puntos evaluados

Durante la campaña inicial (temporada seca) se evaluaron tres puntos en el río Chira:

- PFC-PEA-001 (Aguas arriba)
- PFC-PEA- 002 (Zona media)
- PFC-PEA-003 (Aguas abajo)

Con el fin de fortalecer la línea base, en marzo de 2026 se realizó:

- Repetición del levantamiento biótico en PFC-PEA-001, PFC-PEA-002 y PFC-PEA-003
- Inclusión de dos nuevos cuerpos de agua tipo quebradas: PFC-PEE-004 (Quebrada 1) y PFC-PEE-005 (Quebrada 2)

De esta manera, el esfuerzo total comprendió cinco puntos de levantamiento biótico, incrementando la cobertura espacial dentro del área de implantación, la unidad utilizada para cuantificar el esfuerzo fue el tiempo efectivo de trabajo por punto (horas).

En cada punto se delimitó un tramo de 100 metros de longitud, cubriendo la totalidad del ancho del cauce activo (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015):

Tabla 8-2-120. Esfuerzo de muestreo de levantamiento biótico para el componente ictiofauna

Campaña	Cuerpo de agua	Punto	Fecha	Tramo (m)	Técnica	Unidad de Esfuerzo	Esfuerzo	Horas efectivas (h)
Temporada seca (junio 2025)	Río Chira	PFC-PEA-001	22/06/2025	100	Atarraya	Lance efectivo	15 lances	3
Temporada seca (junio 2025)	Río Chira	PFC-PEA-002	22/06/2025	100	Atarraya	Lance efectivo	15 lances	3
Temporada seca (junio 2025)	Río Chira	PFC-PEA-003	23/06/2025	100	Atarraya	Lance efectivo	15 lances	3
Temporada lluviosa (marzo 2026)	Río Chira	PFC-PEA-001	10/03/2026	100	Atarraya	Lance efectivo	15 lances	3
Temporada lluviosa (marzo 2026)	Río Chira	PFC-PEA-002	10/03/2026	100	Atarraya	Lance efectivo	15 lances	3

Campaña	Cuerpo de agua	Punto	Fecha	Tramo (m)	Técnica	Unidad de Esfuerzo	Esfuerzo	Horas efectivas (h)
Temporada lluviosa (marzo 2026)	Río Chira	PFC-PEA-003	10/03/2026	100	Atarraya	Pase consecutivo	15 lances	3
Temporada lluviosa (marzo 2026)	Quebrada 1	PFC-PEE-004	10/03/2026	100	Electropesca portátil	Pase consecutivo	3 pases	3
Temporada lluviosa (marzo 2026)	Quebrada 2	PFC-PEE-005	10/03/2026	100	Electropesca portátil	Pase consecutivo	3 pases	3
TOTAL								24

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

- **Metodología**

Fase de campo.

Las técnicas aplicadas en campo se definieron según el tipo de cuerpo de agua

- **Río Chira (PFC-PEA-001, PFC-PEA-002, PFC-PEA-003)**

En los puntos correspondientes al río Chira, se empleó la atarraya como arte de pesca principal, debido a que se trata de un cuerpo de agua de mayor orden, con caudal permanente, mayor ancho y profundidad relativa, y sectores abiertos que permiten la operación segura y eficiente de este arte (Peck et. al 2006). La atarraya es una circular roja con plomos distribuida en su periferia y una línea central de recuperación, que permite cubrir áreas puntuales de la columna de agua durante cada lanza.

Es importante precisar que no existe una metodología internacional única que establezca de manera obligatoria un número fijo de 15 lanzas por estación sin embargo, esta metodología fue establecida de acuerdo a las consideraciones internacionales de muestreo de peces continentales en donde se recomienda que el esfuerzo, la longitud del tramo y la selección de hábitats se definan de acuerdo con los objetivos del estudio, la escala espacial, la heterogeneidad del hábitat, la accesibilidad y las condiciones de seguridad, procurando mantener dichos criterios constantes entre estaciones comparables (Bonar et al., 2009).

Durante el presente levantamiento de información, el esfuerzo de muestreo fue estandarizado operativamente en 15 lanzas efectivos por punto, ejecutados dentro en un tramo de aproximadamente 100 m, como una medida de control de la comparabilidad del esfuerzo de captura entre estaciones. Esta estandarización corresponde a un criterio definido para el presente monitoreo técnico, y no a un umbral normativo internacional. Las lanzas se distribuyeron de manera proporcional entre los microhábitats efectivamente disponibles dentro de cada tramo, por ejemplo, sectores de corriente moderada, remansos o pozas y márgenes, siempre que las condiciones de accesibilidad, seguridad y ausencia de obstáculos permitan el lanzamiento y recuperación adecuada de la red.

La inclusión de microhábitats respondió al principio de que la composición y abundancia de la ictiofauna podía variar según la velocidad de corriente, profundidad, sustrato, cobertura y estructura del hábitat (Gorman et. al 1978) Por ello, la cobertura de los ambientes disponibles

buscó mejorar la representatividad del muestreo y reducir sesgos asociados a realizar las lanzas exclusivamente en un solo tipo de hábitat.

Bajo esta metodología, los resultados deben interpretarse como captura por unidad de esfuerzo (CPUE), expresada como número de individuos por lanza efectivo:

$$CPUE_{abundancia} = \frac{\text{nortetúmero de individuos capturados}}{\text{nortetúmero de lances efectivos}}$$

Este enfoque permite comparar de manera consistente las estaciones muestreadas, siempre que se mantengan constantes las características del arte de pesca y se documenten las variaciones relevantes en las condiciones de hábitat y caudal.

○ **Quebradas (PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005)**

En las quebradas de bajo orden, caracterizadas por su escasa profundidad, bajo caudal, sustrato predominantemente rocoso y alta complejidad estructural (presencia de refugios naturales y oquedades), se aplicó la electropesca portátil mediante equipo de mochila. Esta técnica permite la inmovilización temporal de los especímenes a través de un campo eléctrico controlado, facilitando su captura en hábitats lóticos pequeños donde las artes de red suelen presentar baja eficiencia o riesgos de enganche debido a los obstáculos del lecho (Barbour et al., 1999; Bonar et al., 2009).

El esfuerzo de muestreo mediante electropesca portátil se estandarizó en tres pasos consecutivos en dirección aguas arriba, realizados dentro de un tramo de aproximadamente 100 m. La aplicación de pases sucesivos corresponde a un diseño de remoción o agotamiento, en el cual la disminución progresiva de las capturas entre pases puede emplearse para mejorar la detección de especies y, cuando se cumplen los supuestos del método, apoyar la estimación de abundancia poblacional (Reynolds, 1996; Bonar et al., 2009).

La longitud de 100m fue definida como un criterio operativo para el presente levantamiento biótico, considerando la accesibilidad, continuidad del cauce, heterogeneidad del hábitat y condiciones de seguridad de las quebradas evaluadas. Por tanto, este valor no se presenta como una exigencia internacional fija, sino como una unidad espacial estandarizada que permite mantener un esfuerzo comparable entre estaciones.

Para la interpretación cuantitativa de los tres pases, se demostró que el tramo debía mantenerse como una unidad de muestreo definida y que las condiciones de operación debían ser comparables entre pases. Cuando fue técnicamente viable, se evitó la entrada o salida de peces del tramo durante el muestreo mediante la delimitación de sus extremos. En los casos en que no fue posible asegurar dichas condiciones, los resultados fueron interpretados como índices de abundancia relativa o captura por unidad de esfuerzo, y no como estimaciones absolutas de abundancia.

La captura por unidad de esfuerzo se expresa como el número de individuos capturados por unidad de tiempo efectivo de electropesca:

$$CPUE_{abundancia} = \frac{\text{nortetúmero de individuos capturados}}{\text{nortetúmero de lances efectivos}}$$

Fase de gabinete.

La fase de gabinete comprendió la sistematización, depuración y análisis estadístico de los datos obtenidos durante las campañas de campo (temporada seca 2025 y temporada lluviosa marzo 2026).

Los análisis fueron realizados considerando cada punto de levantamiento biótico y posteriormente de manera integrada, a fin de evaluar patrones espaciales y temporales.

- **Composición.**

Se determinó la composición taxonómica mediante la identificación de los ejemplares capturados hasta el nivel de especie cuando fue posible, utilizando claves taxonómicas especializadas para peces continentales neotropicales.

La composición específica permite describir la estructura básica de la comunidad y constituye el primer nivel de análisis ecológico en estudios de ictiofauna (Mojica et al., 2012).

- **Riqueza (S).**

La riqueza específica (S) corresponde al número total de especies registradas en cada punto y campaña.

Este parámetro es uno de los indicadores más utilizados en ecología de comunidades, ya que permite comparar la diversidad potencial entre sitios sin considerar abundancias relativas (Moreno, 2001). Se calculó:

$$S = \text{número total de especies registradas}$$

- **Abundancia Absoluta**

Corresponde a la cantidad precisa, contada, de individuos de esa especie con respecto al total de la población censada en un área determinada (Rodríguez, 2012).

- **Abundancia Relativa (p_i).**

La abundancia relativa se calculó como:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde n_i es el número de individuos del taxón i y N el total de individuos del punto. Esta medida se utilizó para describir la estructura de la comunidad y como base para los índices de diversidad y curvas rango –abundancia (Magurran, 1988).

- **Curvas de Dominancia Diversidad.**

La estructura de dominancia del ensamblaje de peces se analizó mediante la curva de rango-abundancia (Whittaker), representando el logaritmo de la abundancia relativa frente al rango de cada familia.

Con estos datos se elaboró la curva de dominancia-diversidad que permitió comparar gráficamente la riqueza de especies (número de puntos), sus abundancias relativas, la forma de

las curvas y la secuencia de cada una de las especies que componen la comunidad sin perder su identidad.

- **Diversidad Alfa (Shannon y Simpson).**

Para evaluar la estructura de los ensamblajes de ictiofauna en cada punto de monitoreo, se utilizaron índices de diversidad basados en la abundancia relativa (p_i). La interpretación se realizó de forma comparativa entre los puntos de estudio bajo un mismo estándar metodológico. Los cálculos se realizaron en el software Pasta (versión 5.3).

Índice de Shannon-Wiener (H'): Mide el contenido de información por individuo en un ensamblaje. Se calculó utilizando el logaritmo natural ($\ln$), por lo que los resultados se expresan como números reales adimensionales (nats) (Magurran, 1988).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

Índice de Dominancia de Simpson: El índice de Simpson (D) mide la probabilidad de que dos individuos retirados al azar de una muestra pertenezcan a la misma familia (dominancia), para este caso se empleó la forma de dominancia:

$$D = \sum p_i^2$$

Para facilitar la interpretación de la diversidad, en este estudio se reporta el complemento del índice de Simpson, conocido como Índice de Diversidad de Simpson ($1-D$).

Bajo esta métrica, los valores cercanos a 1 indican una alta equitatividad (baja dominancia de pocos taxones), mientras que los valores cercanos a 0 indican una alta dominancia de una o pocas familias en el ensamblaje (Jost & González-Oreja, 2012).

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Donde P_i es la abundancia relativa de la familia i y S la riqueza total de familias en el punto.

- **Análisis de similitud (Índice de Jaccard)**

Para evaluar la similitud en la composición de especies de ictiofauna entre los puntos de levantamiento biótico, se calculó el índice de similitud de Jaccard (J), el cual se basa en datos de presencia–ausencia y se expresa mediante la siguiente expresión:

$$J = \frac{ao}{a + b - do}$$

Donde d es el número de especies compartidas entre dos puntos, a es el número de especies presentes en el punto i , y b es el número de especies presentes en el punto j (Jaccard, 1901; Magurran, 1988).

El índice varía entre 0 (ninguna familia compartida) y 1 (composición idéntica). Los resultados se representaron mediante una matriz de similitud y un dendrograma de agrupamiento jerárquico (método UPGMA), construido a partir de la distancia de Jaccard ($d=1-Y_{ij}$). Los análisis se realizaron en el software estadístico RStudio (R versión 4.5.3) utilizando los paquetes *vegan* y *stats*

- **Curva de Acumulación de Especies**

Para evaluar la representatividad del levantamiento de línea base y la eficiencia en la captura de la diversidad taxonómica de macroinvertebrados, se empleó la técnica de Curva de Acumulación de Especies. Esta herramienta permite analizar la relación entre el esfuerzo de muestreo (unidades de muestreo o puntos de monitoreo) y el número de taxones nuevos registrados (Jiménez-Valverde, 2003).

El análisis se basó en la acumulación sucesiva de especies únicas a medida que se incrementó el esfuerzo de muestreo (días). El objetivo es observar la tendencia de la curva: una pendiente pronunciada indica que aún quedan muchos taxones por descubrir, mientras que una tendencia hacia la asíntota (estabilización de la curva) sugiere que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la comunidad de macroinvertebrados del área total (Villarreal et al., 2004). La acumulación de especies se calculó en el software Estimates versión 9.1.0 mediante la siguiente función:

$$S(n)=i=1\sum [1-(1-p_i)^n]$$

Donde:

S(n): número esperado de especies acumuladas

S: es el número total de especies

p_i : es la probabilidad de detección de la especie i , y n representa el número de unidades de muestreo.

- **Índice de Chao1**

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao & Lee, 1992).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

- **Aspectos Ecológicos**

Nicho trófico.

La alimentación representa un componente clave en el ciclo de vida de las especies. Comprender las variaciones en las preferencias alimenticias de la ictiofauna brinda información valiosa sobre el funcionamiento de los ecosistemas donde habitan. Esto permite entender la autoecología de cada especie, su rol ecológico y los factores que determinan sus patrones de alimentación a lo largo de su desarrollo (Oliveira et al., 2016). Este conocimiento es crucial para analizar cómo los

cambios ambientales pueden afectar los hábitos alimenticios de los peces, alterando sus interacciones biológicas, especialmente las de tipo trófico (Granado, 2002).

La información sobre el nicho trófico de las especies encontradas en este estudio se obtuvo a partir de Galvis et al. (2006) y de la base de datos electrónica FishBase (Froese & Pauly, 2022). A continuación, se describen las principales categorías alimenticias consideradas:

- **Detritívoro:** especies que se alimentan de materia orgánica en descomposición, lodo, algas y sedimentos.
- **Herbívoro:** peces que prefieren frutos y semillas provenientes de la vegetación.
- **Insectívoro:** especies cuya dieta se basa en insectos. Se distinguen dos subcategorías según el origen del alimento:
 - **Autóctonos:** insectos acuáticos como Odonata, Diptera, Coleoptera y Trichoptera.
 - **Alóctonos:** insectos terrestres arrastrados al agua por lluvias o inundaciones, principalmente Hymenoptera.
- **Omnívoro:** especies que consumen una variedad de alimentos sin predilección clara por uno específico.
- **Carnívoro:** especies que se alimentan de carne, como otros peces y camarones.
- **Piscívoro:** especies cuya alimentación está basada principalmente en peces o partes de ellos, como escamas y aletas.

Distribución vertical.

Los hábitats acuáticos del área de estudio presentaron variedad, y los peces se distribuyeron según la profundidad y proximidad a la orilla. Se identificaron cuatro niveles dentro de la columna de agua (Granado, 2002):

- **Superficial:** ocupado por peces pequeños, plateados y con la boca orientada hacia arriba.
- **Superior:** dominado por peces hidrodinámicos, plateados y con boca terminal.
- **Medio:** similar al estrato superior, con especies hidrodinámicas y boca terminal.
- **Bentónico:** conformado por peces que habitan el fondo, de coloración parda y boca en posición ventral.

Sensibilidad.

La sensibilidad ecológica de la ictiofauna registrada se evaluó como una valoración indicativa de la respuesta potencial de las especies frente a alteraciones del hábitat, considerando su afinidad por determinados tipos de sustrato, velocidad de corriente, disponibilidad de oxígeno, cobertura ribereña, amplitud de distribución ecológica y condición de especie nativa o introducida. Esta clasificación no corresponde a una categoría formal de amenaza o conservación, sino a una interpretación ecológica aplicable al área de estudio, sustentada en información especializada sobre la ecología y distribución de los peces dulceacuícolas del Ecuador (Aguirre et al., 2021; Barriga, 2012; Froese & Pauly, 2025).

Con base en ello, en la fase de gabinete se procedió a revisar la composición taxonómica registrada en campo y contrastarla con bibliografía especializada para cada taxón o grupo ecológico afín. Este

análisis permitió reconocer que ciertas especies presentan una asociación más estrecha con hábitats específicos, particularmente aquellas vinculadas a sustratos rocosos, sectores de corriente o recursos bentónicos, mientras que otras muestran una mayor amplitud ecológica o tolerancia relativa a ambientes intervenidos. Asimismo, se demostró la presencia de especies introducidas como un factor relevante dentro de la interpretación ecológica del ensamblaje íctico, debido a su potencial interacción con la fauna nativa y su frecuente asociación con ambientes alterados (Aguirre et al., 2021).

Estado de conservación.

La evaluación del estado de conservación de las especies de peces registradas se realizó bajo criterios de representatividad global, permitiendo identificar taxones con algún grado de amenaza o restricción comercial. Para ello, se contrastó el listado de especies obtenido en campo con las siguientes fuentes oficiales:

- **Ámbito Global (UICN):** Se revisó la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, versión 2025-2), clasificando a las especies en categorías de riesgo como: Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN) o Críticamente Amenazada (CR).
- **Comercio Internacional (CITES):** Se verificó la inclusión de especies en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2025), a fin de identificar restricciones en el movimiento transfronterizo de ejemplares.

Este análisis de sensibilidad permite determinar la vulnerabilidad de la comunidad íctica frente a las actividades del proyecto y establecer medidas de manejo ambiental proporcionales al estatus de conservación de las especies detectadas en el área de influencia.

Uso del recurso.

Es fundamental reconocer el saber local de los pobladores que utilizan a los peces como recurso clave, especialmente los pescadores, quienes acumulan un conocimiento profundo sobre la biología, ecología y clasificación empírica de las especies, muchas veces en concordancia con la taxonomía científica (Begossi et al., 2008).

Sociabilidad de las especies

Como parte de la caracterización ecológica de las especies de ictiofauna registradas, se incluyó la evaluación del atributo de sociabilidad. Este atributo se entiende como la tendencia de los individuos a asociarse y puede expresarse mediante la formación de agrupaciones, cardúmenes, asociaciones temporales, territorialidad o hábitos predominantemente solitarios. Es importante diferenciar la sociabilidad de una simple agregación espacial, debido a que los peces pueden reunirse temporalmente para alimentación, reproducción, refugio, migración o condiciones ambientales, sin que ello represente necesariamente un comportamiento social permanente (Pitcher y Parrish, 1993; Krause y Ruxton, 2002).

La información sobre sociabilidad fue obtenida mediante una revisión bibliográfica especializada para cada especie registrada, priorizando artículos científicos, libros de comportamiento animal y fichas de historia natural. Para la búsqueda se consideran términos relacionados con

comportamiento gregario, cardumen, asociación intraespecífica, territorialidad, uso de refugios, reproducción y cuidado parental. La bibliografía fue revisada con el propósito de identificar únicamente descripciones explícitas sobre el comportamiento de las especies, ya que la clasificación conductual no debe establecerse por inferencia taxonómica o por el número de individuos registrados durante el muestreo (Ward y Webster, 2016).

Además, el levantamiento biótico en campo se consideró observaciones relacionadas con el número de individuos por evento de captura u observación, presencia de individuos de la misma especie en un mismo microhábitat, uso de refugios, posibles agrupaciones y comportamiento territorial.

Con base en la información recopilada, las especies fueron clasificadas como gregarias, solitarias o de baja asociación intraespecífica, territoriales, de asociación temporal o con información no disponible. La categoría fue asignada solamente cuando existía evidencia bibliográfica específica para la especie o un registro de campo suficientemente documentado. Para especies identificadas únicamente a nivel de género o con determinación taxonómica preliminar, como *Hemibrycon* sp. y *Astroblepus* cf. *premedillus*, la sociabilidad fue reportada como información no determinada a nivel específico.

Las plataformas especializadas, como FishBase, fueron utilizadas como fuentes complementarias para verificar aspectos de hábitat, distribución, ecología y referencias asociadas. Sin embargo, la información contenida en dichas fichas solo se empleó para clasificar la sociabilidad cuando la conducta estuviera expresamente descrita o respaldada por una referencia primaria verificable.

- **Resultados**

Composición

En el área de levantamiento biótico del EsIA del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se registraron 35 individuos, correspondientes a 9 especies, agrupadas en 5 familias y 4 órdenes taxonómicos: Characiformes, Siluriformes, Cichliformes y Cyprinodontiformes.

Tabla 8-2-121. Composición de la ictiofauna

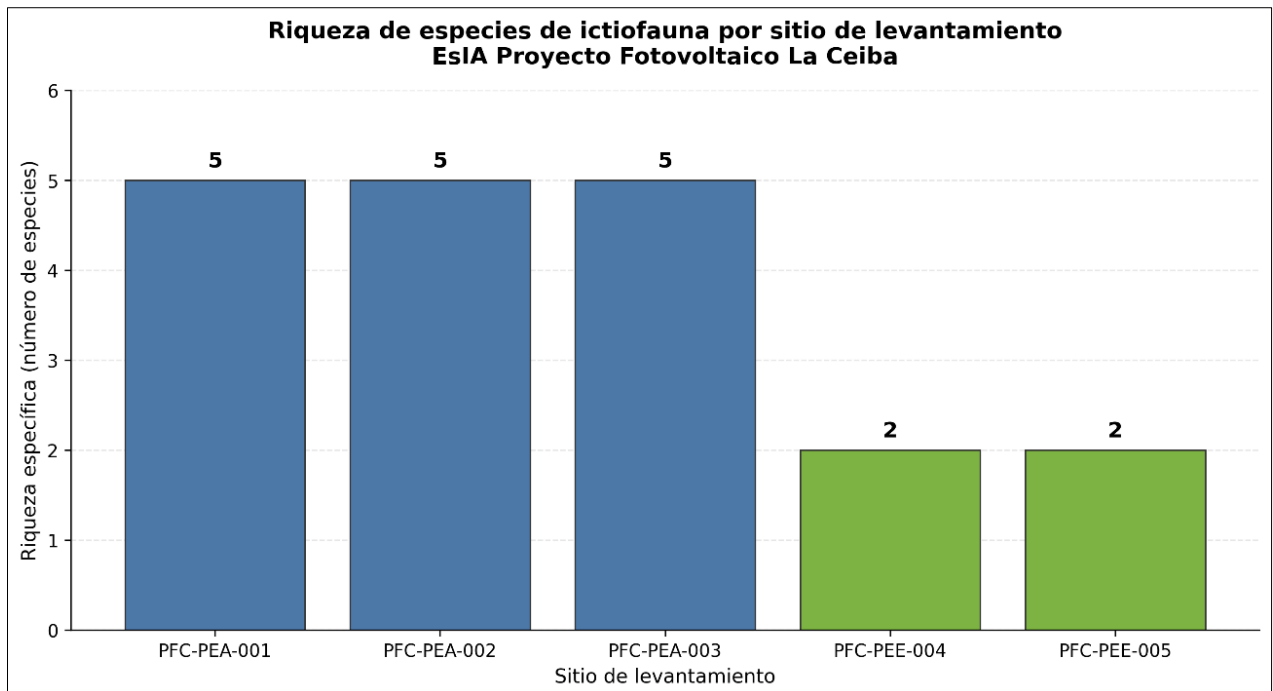
Levantamiento de ictiofauna EsIA Proyecto Fotovoltaico La Ceiba					Sitios de Levantamiento de Línea Base de Ictiofauna				
Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Común	PFC-PEA-001	PFC-PEA-002	PFC-PEA-003	PFC-PEE-004	PFC-PEE-005
Siluriformes	Loricaridae	<i>Chaetostoma</i>	<i>Chaetostoma microps</i>	Raspabalsa	X			X	
Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus</i>	<i>Creagrutus kunturus</i>	Sardina	X		X		X
Characiformes	Characidae	<i>Brycon</i>	<i>Brycon atrocaudatus</i>	Sardina	X	X			
Characiformes	Characidae	<i>Hemibrycon</i>	<i>Hemibrycon sp.</i>	Sardina		X	X		
Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara</i>	<i>Andinoacara blombergi</i>	Vieja			X		
Cichliformes	Cichlidae	<i>Oreochromis</i>	<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia		X	X	X	
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Pseudopoecilia</i>	<i>Pseudopoecilia festae</i>	Bagre	X	X			
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i>	<i>Astroblepus cf. prenadillus</i>	Bagre	X		X		
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus</i>	<i>Bryconamericus peruanus</i>	Sardina		X			X

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Riqueza

La riqueza específica (S), definida como el número total de especies registradas fue de 9 para el área total, distribuida en lo diferentes sitios de levantamiento biótico como se detalla en la siguiente figura:

Figura 8-2-110. Riqueza de Peces



Nota. La riqueza corresponde al número de especies con registros de presencia en cada sitio.

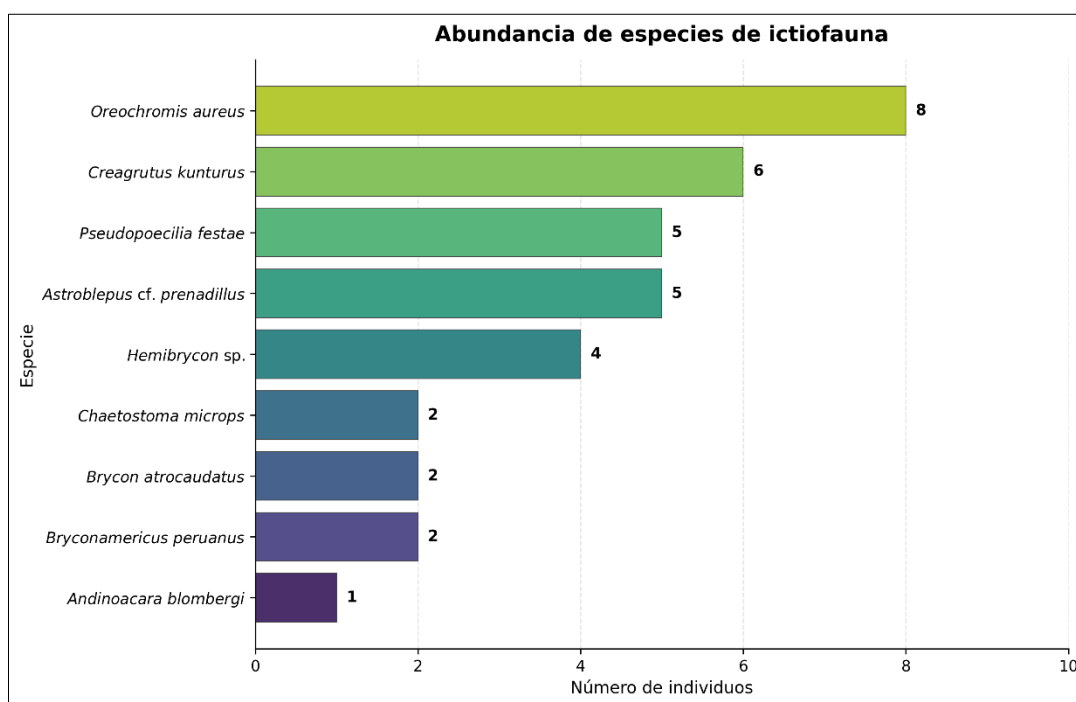
Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026.

Abundancia Absoluta

La abundancia absoluta de las especies de peces registradas en el área de estudio, varían entre 1 y 8 individuos. La especie con mayor abundancia fue *Oreochromis aureus*, con 8 individuos, seguida por *Creagrutus kunturus* con 6 individuos. Las especies *Pseudopoecilia festae* y *Astroblepus* cf. presentaron una abundancia de 5 individuos cada una. *Hemibrycon* sp. tuvo una abundancia de 4 individuos, mientras que *Bryconamericus peruanus*, *Brycon atrocaudatus* y *Chaetostoma microps* registraron 2 individuos cada una. Finalmente, *Andinoacara blomeri* presentó la menor abundancia con un solo individuo.

La siguiente figura refleja la distribución y cantidad de individuos por especie en el área:

Figura 8-2-111 .Abundancia absoluta de Peces



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

La especie con mayor abundancia relativa fue *Oreochromis aureus*, con 8 individuos y una proporción de 0,23. Le siguió *Creagrutus kunturus* (0,17), y *Pseudopoecilia festae* y *Astroblepus cf. prenadillus* (0,14).

Hemibrycon sp. presentó una abundancia relativa de 0,11, mientras que *Chaetostoma microps*, *Brycon atrocaudatus* y *Bryconamericus peruanus* registraron 2 individuos cada una, equivalentes a una abundancia relativa de 0,06. La menor abundancia correspondió a *Andinoacara blombergi*, con una abundancia relativa de 0,03.

Tabla 8-2-122. Abundancia relativa de la ictiofauna

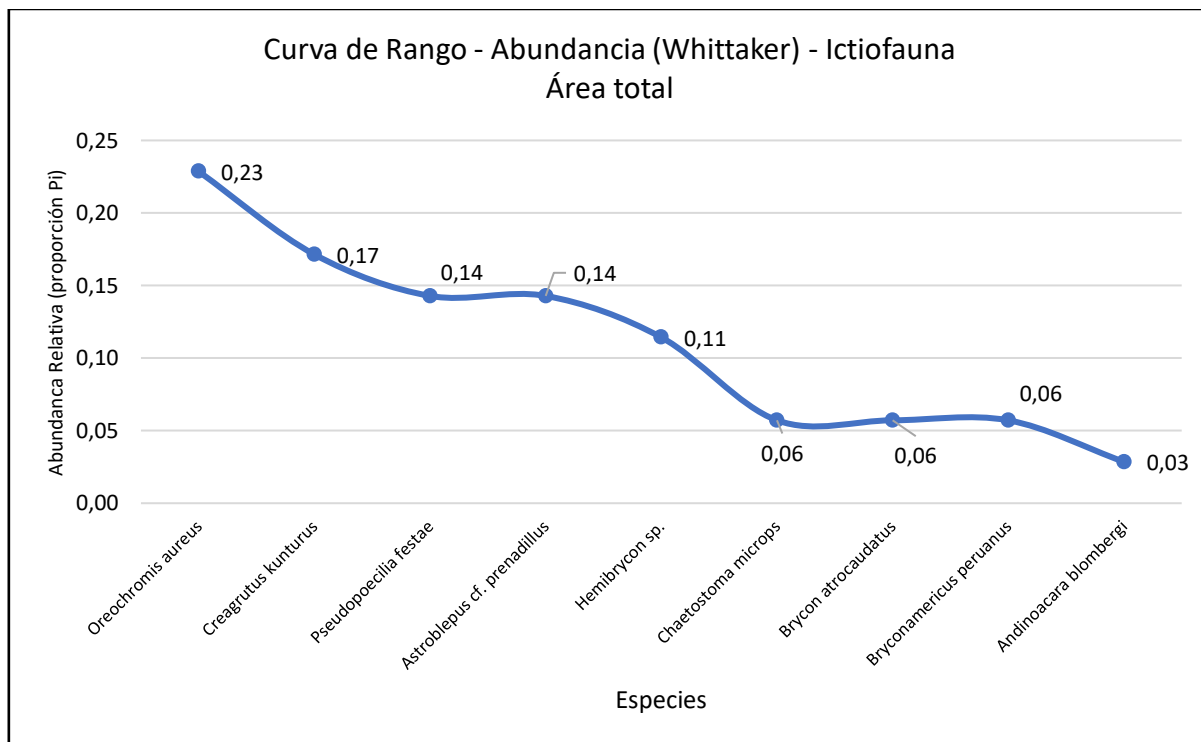
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia relativa
CICHLIFORMES	Cichlidae	<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia	8	0,23
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Creagrutus kunturus</i>	Sardina	6	0,17
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	<i>Pseudopoecilia festae</i>	Bagre	5	0,14
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. prenadillus</i>	Bagre	5	0,14
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Hemibrycon sp.</i>	Sardina	4	0,11
SILURIFORMES	Loricaridae	<i>Chaetostoma microps</i>	Raspabalsa	2	0,06
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Brycon atrocaudatus</i>	Sardina	2	0,06
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Bryconamericus peruanus</i>	Sardina	2	0,06
CICHLIFORMES	Cichlidae	<i>Andinoacara blombergi</i>	Vieja	1	0,03
TOTAL				35	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Curva de Dominancia – Diversidad

La Figura 8-2-87 presenta la curva de rango-abundancia de Whittaker de la ictiofauna registrada en el área total de levantamiento biótico del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba. La curva fue construida a partir de la abundancia relativa de las especies, ordenadas de mayor a menor representatividad numérica.

Figura 8-2-112 .Curva de dominancia – diversidad de Peces

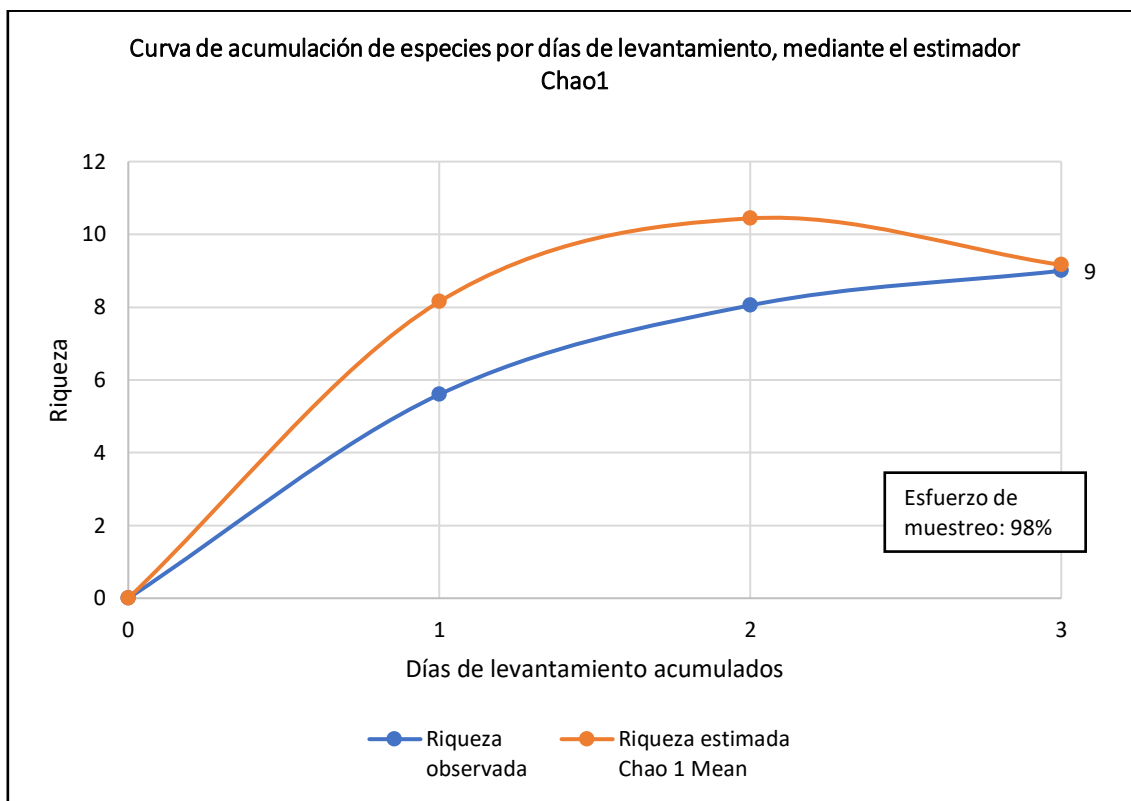


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado: Equipo consultor, 2026.

Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies se elaboró utilizando las tres jornadas efectivas de levantamiento de ictiofauna realizadas durante el periodo de estudio: 22 de junio de 2025, 23 de junio de 2025 y 10 de marzo de 2026. Para cada jornada se consolidaron los registros obtenidos en los puntos y unidades de levantamiento biótico correspondientes.

Figura 8-2-113. Acumulación de Peces



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

En la primera jornada de levantamiento de línea base se registraron 6 especie de ictiofauna, mientras que en la segunda jornada se incorporaron nuevas especies a la lista acumulada. Al finalizar la tercera jornada se alcanzó una riqueza acumulada de 9 especies, valor que corresponde a la totalidad de especies registradas en el área total de levantamiento.

El comportamiento final de la curva evidencia una tendencia hacia la estabilización de la riqueza acumulada, debido a que durante la última jornada no se incorporó un número importante de especies nuevas respecto de las registradas previamente.

De manera complementaria, se aplicó el estimador no paramétrico Chao 1, con el propósito de comparar la riqueza observada con la riqueza potencial estimada a partir de las especies registradas con baja abundancia. La riqueza observada correspondió a 9 especies, mientras que el estimador presentó un valor de 9,17 especies.

El valor decimal obtenido por Chao 1 corresponde a una estimación estadística y no a la existencia de una fracción de especie. En términos biológicos, la comunidad registró 9 especies; el valor de 9,17 representa el promedio estimado de riqueza potencial bajo el modelo aplicado. Para efectos de interpretación, este resultado puede expresarse como una riqueza esperada aproximada de 9 especies alcanzando riqueza observada vs riqueza estimada al canzando una efectividad del 98%.

Diversidad

Tabla 8-2-123. Diversidad de ictiofauna

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
Área total	9	2,15	0,88	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

El índice de Shannon-Wiener (H') fue evaluado utilizando el logaritmo natural (ln), arrojando un valor de 2.15 nats. Este descriptor refleja la complejidad del ensamble de peces considerando tanto la riqueza de especies como la equidad en la distribución de los 35 individuos registrados entre los 9 taxones identificados.

Para toda el área de estudio, el índice de Simpson ($1 - D$) fue de 0.88, lo que indica que la comunidad de peces esta cercana a la equida. La dominancia de especies de ictiofauna de acuerdo a la abundancia relativa, registradas en el área de levantamiento estuvo liderado por *Oreochromis aureus* (22,86%) y *Creagrutus kunturus* con el 17,14%

Análisis de similitud (Índice de Jaccard)

Se evaluó la semejanza en la composición de especies de peces entre los cinco puntos de levantamiento de ictiofauna (PFC-PEA-001 a PFC-PEE-005) mediante el índice de similitud de Jaccard (J) calculado a partir de una matriz de presencia/ausencia.

Tabla8-2 124 Índice de similitud de Jaccard- ictiofauna

SITIOS	PFC-MC-001	PFC-MC-002	PFC-MC-003	PFC-MC-004	PFC-MC-005
PFC-PEA-001	1	0,250	0,250	0,167	0,167
PFC-PEA-002	0,250	1	0,250	0,167	0,167
PFC-PEA-003	0,250	0,250	1	0,167	0,167
PFC-PEE-004	0,167	0,167	0,167	1	0,000
PFC-PEE-005	0,167	0,167	0,167	0,000	1

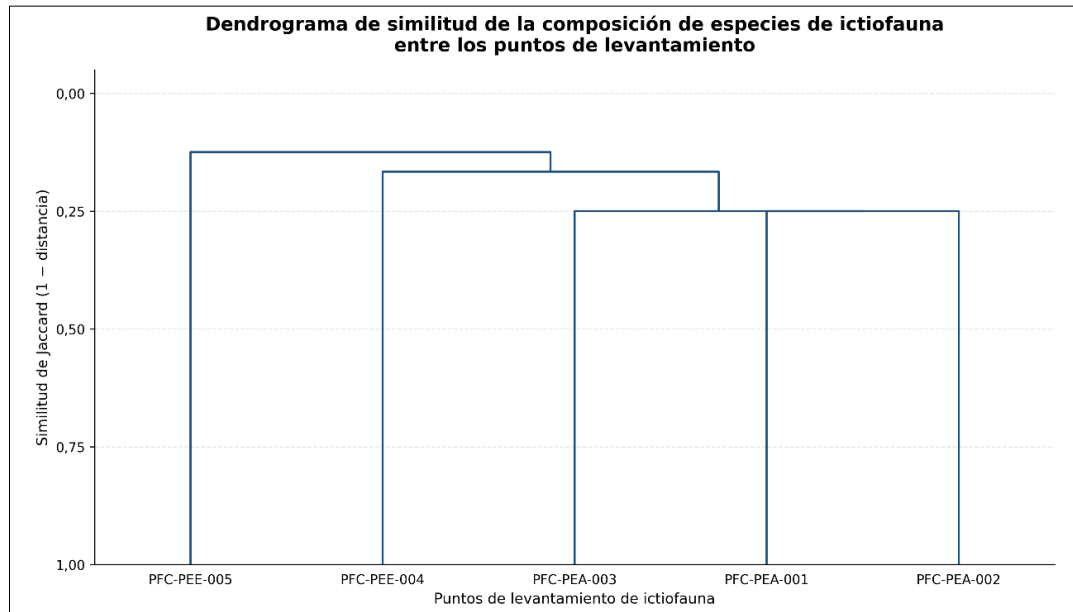
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

El análisis mostró que las mayores similitudes composicionales correspondieron a las comparaciones entre PFC-PEA-001–PFC-PEA-002, PFC-PEA-001–PFC-PEA-003 y PFC-PEA-002–PFC-PEA-003, todas con un valor de similitud de 0,25, equivalente al 25,0 %. En la comparación entre PFC-PEA-001 y PFC-PEA-002 se compartieron las especies *Brycon atrocaudatus* y *Pseudopoecilia festae*. Entre PFC-PEA-001 y PFC-PEA-003 se compartieron *Creagrutus kunturus* y *Astroblepus cf. prenadillus*, mientras que entre PFC-PEA-002 y PFC-PEA-003 se compartieron *Hemibrycon sp.* *Oreochromis aureus*.

Los puntos PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005 presentaron una similitud de 0,00, equivalente al 0 %, debido a que no compartieron especies durante el levantamiento. En consecuencia, esta comparación presentó una disimilitud del 100%. Los valores bajos de similitud observados entre la mayoría de las comparaciones evidencian una composición específica heterogénea entre los

puntos evaluados, lo cual puede relacionarse con las diferencias en las características físicas de los cuerpos de agua, los microhábitats disponibles y la distribución local de las especies.

Figura 8-2-114. Dendrograma de Similitud de la composición de especies de ictiofauna en los puntos de levantamiento biótico



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

- Resultados por sitio de levantamiento de línea base de peces

PUNTO PFC-PEA-001 (Río Chira)

Composición

En el punto PFC-PEA-001, localizado en el río Chira, la comunidad íctica estuvo compuesta por un total de 12 individuos, distribuidos en 3 órdenes, 4 familias y 5 especies. La identificación taxonómica se realizó hasta el nivel de especie, permitiendo describir la estructura básica de la comunidad en este sector del río.

Tabla 8-2-125. Composición de ictiofauna en PFC-PEA-001

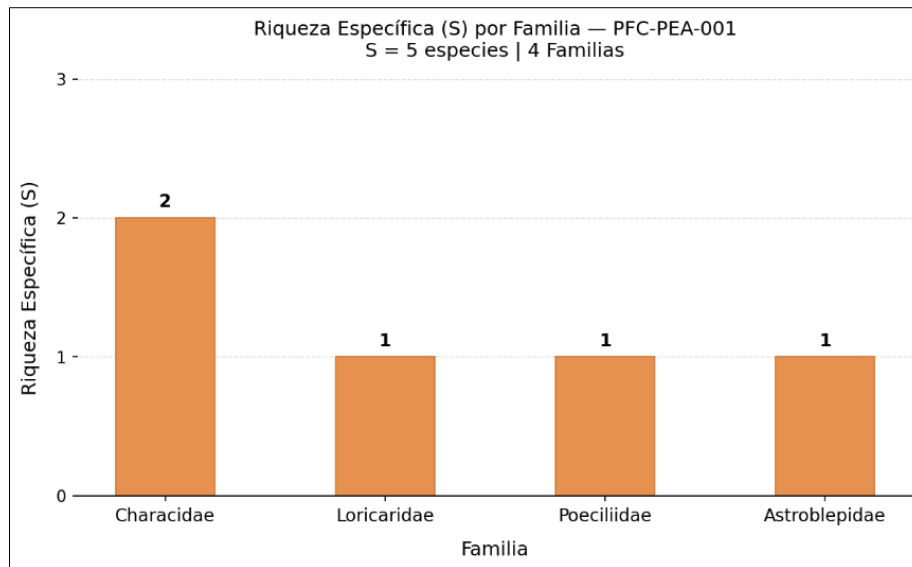
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Creagrutus kunturus</i>	Sardina	4
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. prenadillus</i>	Bagre	4
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	<i>Pseudopoecilia festae</i>	Bagre	2
SILURIFORMES	Loricaridae	<i>Chaetostoma microps</i>	Raspabalsa	1
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Brycon atrocaudatus</i>	Sardina	1
TOTAL				12

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Riqueza

La riqueza específica (S) para este sitio fue de 5 especies, agrupadas en 4 familias. El mayor número de especies pertenece a la familia Characidae, con dos especies registradas para este nivel taxonómico.

Figura 8-2-115. Riqueza de Peces en PFC-PEA-001



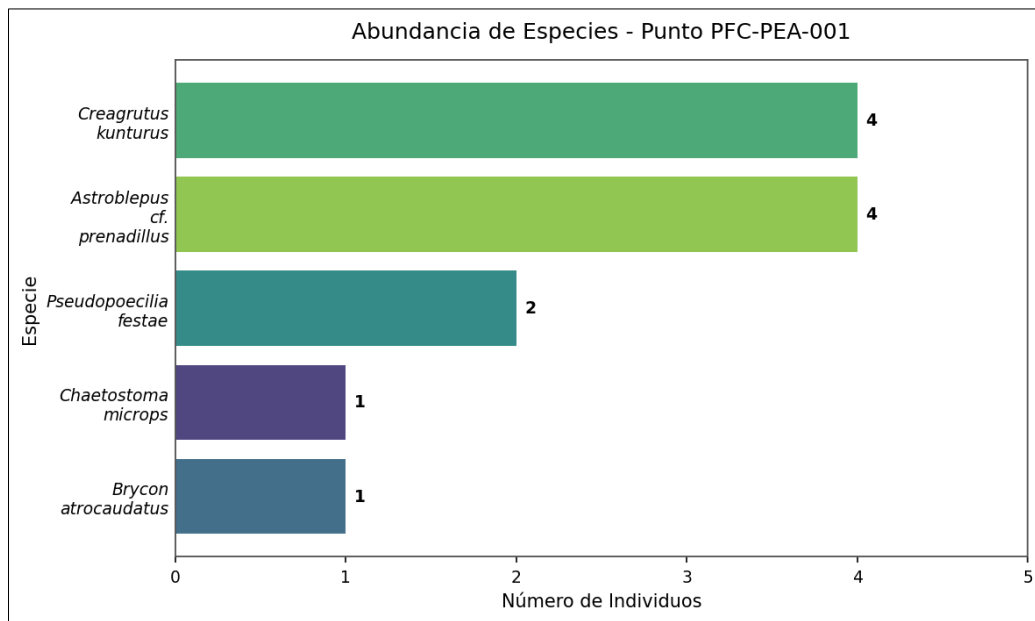
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Abundancia Absoluta

En el punto PFC-PEA-001 se registró una abundancia total de 12 individuos. Los resultados por taxón muestran que las especies *Astroblepus* cf. *prenadillus* y *Creagrutus kunturus* presentaron la mayor representatividad numérica con 4 ejemplares cada una.

Posteriormente, se registró a *Pseudopoecilia festae* con una abundancia de 2 individuos. Finalmente, las especies *Chaetostoma microps* y *Brycon atrocaudatus* reportaron la menor frecuencia en este punto, con el registro de un solo individuo para cada una de ellas.

Figura 8-2-116. Abundancia de Ictiofauna en PFC-PEA-001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Abundancia Relativa.

El análisis de la abundancia relativa en el punto PFC-PEA-001 se presenta en la siguiente tabla, las especies *Creagrutus kunturus* y *Astroblepus cf. prenadillus* presentan mayor abundancia relativa con una proporción de 0,33; *Pseudopoecilia festae* (0,17), *Chaetostoma microps* (0,08) y *Brycon atrocaudatus* (0,08), por el contrario, se ubican con menor abundancia relativa en la zona de levantamiento biótico.

Tabla 8-2-126. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-001

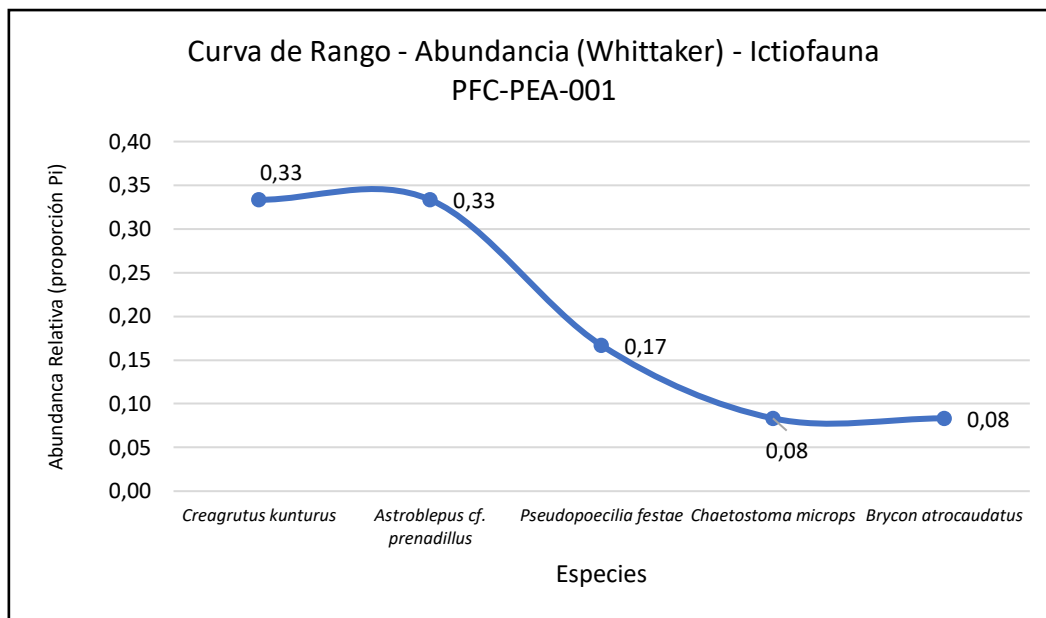
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia Relativa
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Creagrutus kunturus</i>	Sardina	4	0,33
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. prenadillus</i>	Bagre	4	0,33
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	<i>Pseudopoecilia festae</i>	Bagre	2	0,17
SILURIFORMES	Loricaridae	<i>Chaetostoma microps</i>	Raspabalsa	1	0,08
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Brycon atrocaudatus</i>	Sardina	1	0,08
TOTAL				12	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Curva de dominancia – diversidad

La representación logarítmica de la abundancia relativa indica que las especies más abundantes, como *Creagrutus kunturus* y *Astroblepus cf. prenadillus*, dominan la comunidad, mientras que otras especies presentan abundancias significativamente menores.

Figura 8-2-117. Curva de dominancia – diversidad en PFC-PEA-001



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Índices de Diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), evaluando mediante la función del logaritmo natural ($\ln$) y expresado en unidades nats, reportó un valor de 1,612. Este resultado integra la riqueza de familias registradas y la distribución de las abundancias de los individuos entre dichas categorías taxonómicas.

Para el putno PFC-PEA-001, el índice de Simpson ($1 - D$) fue de 0,803, lo que indica que la comunidad de ictiofauna esta cercana a la equida. La dominancia de especies de peces de acuerdo a la abundancia realativa registradas en el área de levantamiento estuvo liderado por *Creagrutus kunturus* y *Astroblepus cf. Prenadillus* con un 33,33% cada una.

Tabla 8-2-127. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEEA-001

Punto	Riqueza S	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-PEA-001	5	1,612	0,803	Natural ($\ln$)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

PUNTO PFC-PEA-002 (Río Chira)

Composición

En el punto PFC-PEA-002, la comunidad de ictiofauna está conformada de 3 órdenes, 3 familias y 5 especies:

Tabla 8-2-128. Composición de la ictiofauna en PFC-PEA-001

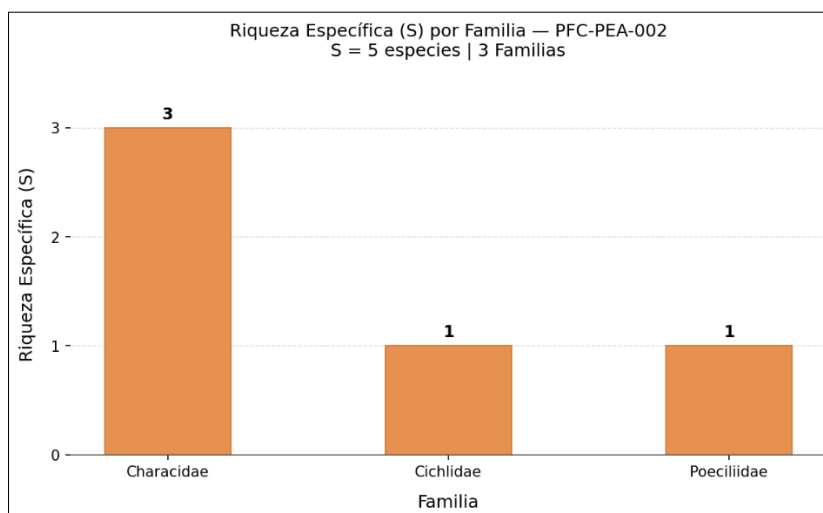
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni
CICHLIFORMES	Cichlidae	<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia	3
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	<i>Pseudopoecilia festae</i>	Bagre	3
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Brycon atrocaudatus</i>	Sardina	1
		<i>Hemibrycon</i> sp.	Sardina	1
		<i>Bryconamericus peruanus</i>	Sardina	1
TOTAL				9

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Riqueza

En el punto PFC-PEA-002 la riqueza específica (S) es de 5 especies, agrupadas en 3 familias Characidae, Cichlidae y Poeciliidae, los carácidos presenta la mayor riqueza específica con 3 taxas *Brycon atrocaudatus*, *Hemibrycon* sp. y *Bryconamericus peruanus*.

Figura 8-2-118. Riqueza de peces en PFC-PEA-002



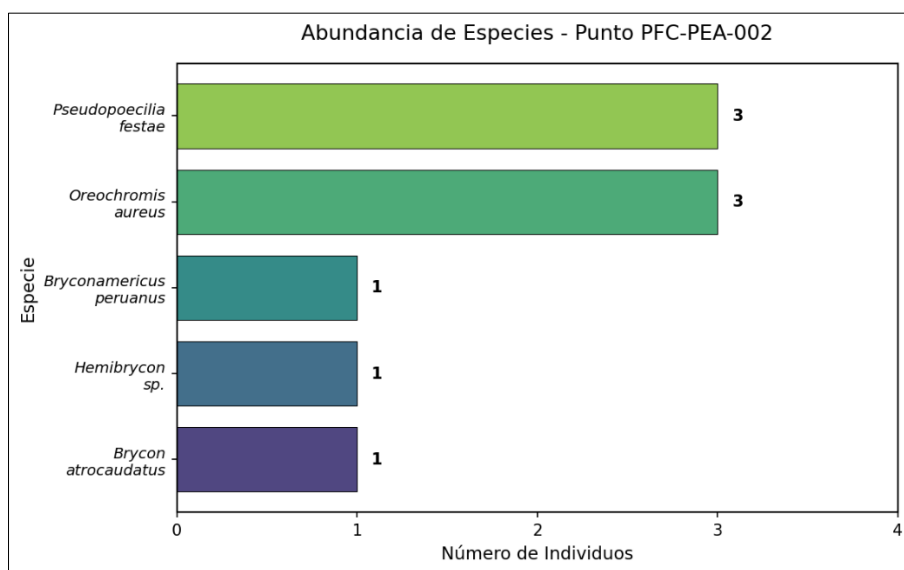
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Abundancia Absoluta

Los resultados del análisis de la abundancia absoluta reportan el registro de 9 individuos durante el levantamiento ictiológico en esta zona de estudio, las especies *Oreochromis aureus* y *Pseudopoecilia festae* presentaron la mayor representatividad numérica en esta estación, con un registro de 3 ejemplares cada una.

Por otro lado, las especies *Brycon atrocaudatus*, *Hemibrycon* sp. y *Bryconamericus peruanus* reportaron la menor frecuencia de captura en este punto, con la presencia de un solo individuo para cada taxón.

Figura 8-2-119. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEA-002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa de las especies de peces registrados en esta zona de levantamiento se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 8-2-129. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-002

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia Relativa
CICHLIFORMES	Cichlidae	<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia	3	0,33
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	<i>Pseudopoecilia festae</i>	Bagre	3	0,33
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Brycon atrocaudatus</i>	Sardina	1	0,11
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Hemibrycon</i> sp.	Sardina	1	0,11
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Bryconamericus peruanus</i>	Sardina	1	0,11
TOTAL				9	1,00

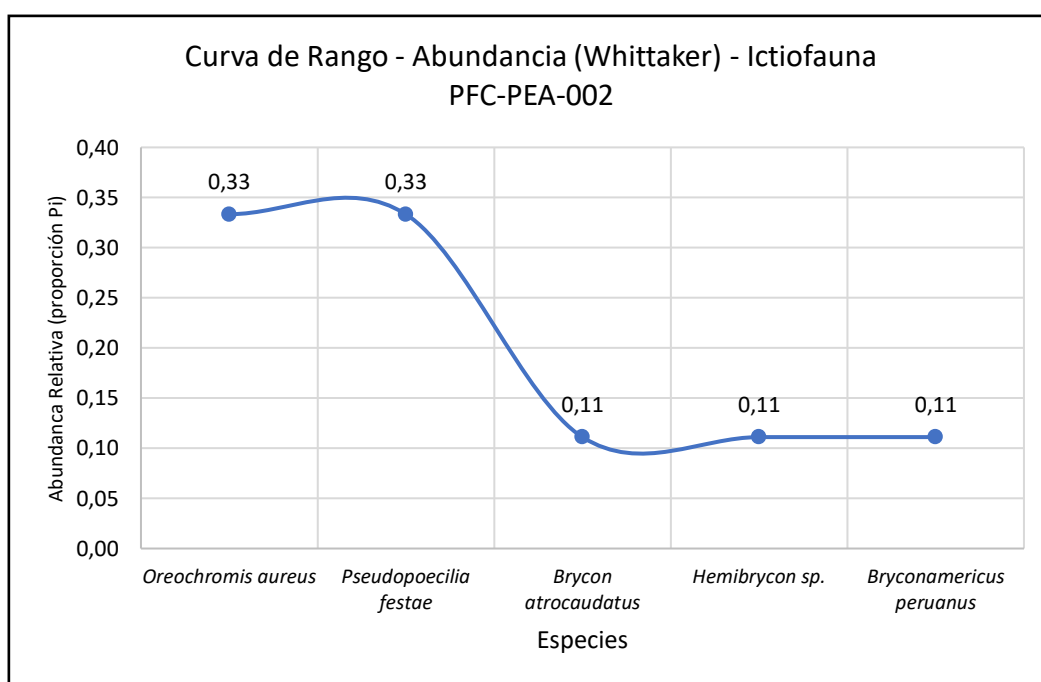
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Oreochromis aureus y *Pseudopoecilia festae* presentan la mayor abundancia relativa con una proporción de 0,33 cada una, seguidas por *Brycon atrocaudatus* (0,11), *Hemibrycon* sp. (0,11) y *Bryconamericus peruanus* (0,11).

Curva de Dominancia – Diversidad

La curva del punto PFC-PEA-002 presenta una meseta inicial (rango 1 y 2) que evidencia una codominancia perfecta entre las especies *Pseudopoecilia festae* y *Oreochromis aureus*, ambas con el mismo valor de abundancia relativa (0,33). A partir del rango 3, se observa una caída y posterior estabilización en los rangos finales, donde las especies *Hemibrycon* sp., *Brycon atrocaudatus* y *Bryconamericus peruanus* comparten la misma posición jerárquica con abundancias menores (0,11).

Figura 8-2-120. Curva de dominancia-diversidad de peces en PFC-PEA-002



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

Índices de Diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), evaluando mediante la función del logaritmo natural ($\ln$) y expresado en unidades nats, reportó un valor de 1,687 nats/indiv. Este resultado integra la riqueza de familias registradas y la distribución de las abundancias de los individuos entre dichas categorías taxonómicas.

Para el punto PFC-PEA-002, el índice de Simpson ($1 - D$) fue de 0,833, lo que indica que la comunidad de ictiofauna está cercana a la equida. La dominancia de especies de peces de acuerdo a la abundancia relativa registradas en el área de levantamiento estuvo liderado por *Oreochromis aureus* y *Pseudopoecilia festae* con un porcentaje de abundancia relativa del 33.33% cada una,

mientras que *Brycon atrocaudatus*, *Hemibrycon* sp. y *Bryconamericus peruanus* presentan una abundancia relativa del 11.11% respectivamente.

Tabla 8-2-130. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEA-002

Punto	Riqueza	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-PEA-002	5	1,687	0,833	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026

PUNTO PFC-PEA-003 (Río Chira)

Composición

En esta zona de estudio del punto PFC-PEA-003 se registraron 3 órdenes de 3 familias y 5 especies, los resultados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 8-2-131. Composición de la ictiofauna en PFC-PEA-003

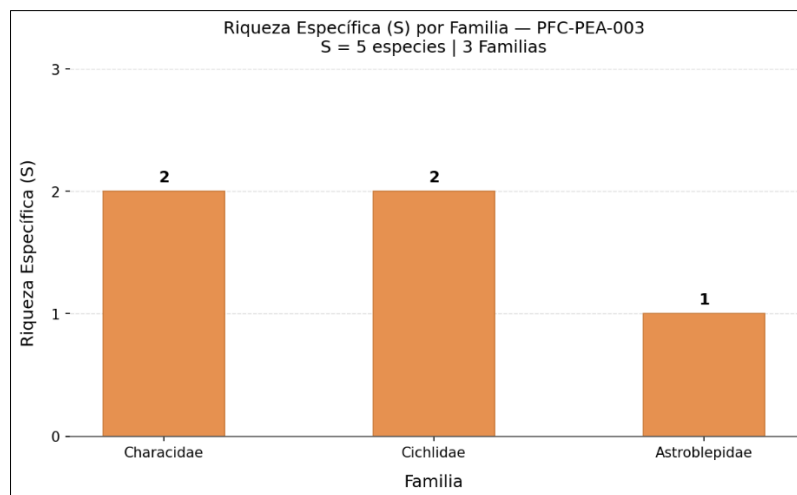
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Hemibrycon</i> sp.	Sardina	3
CICHLIFORMES	Cichlidae	<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia	2
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Creagrutus kunturus</i>	Sardina	1
CICHLIFORMES	Cichlidae	<i>Andinoacara blombergi</i>	Vieja	1
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>prenadillus</i>	Bagre	1
TOTAL				8

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Riqueza

La riqueza específica (S) en este sitio fue de 5 especies, agrupados en 3 familias. Las familias Characidae y Cichlidae presentan el mayor número de especies (2) mientras que Astroblepidae mantienen una sola especie (*Astroblepus* cf. *Prenadillus*).

Figura 8-2-121. Riqueza de peces en PFC-PEA-003



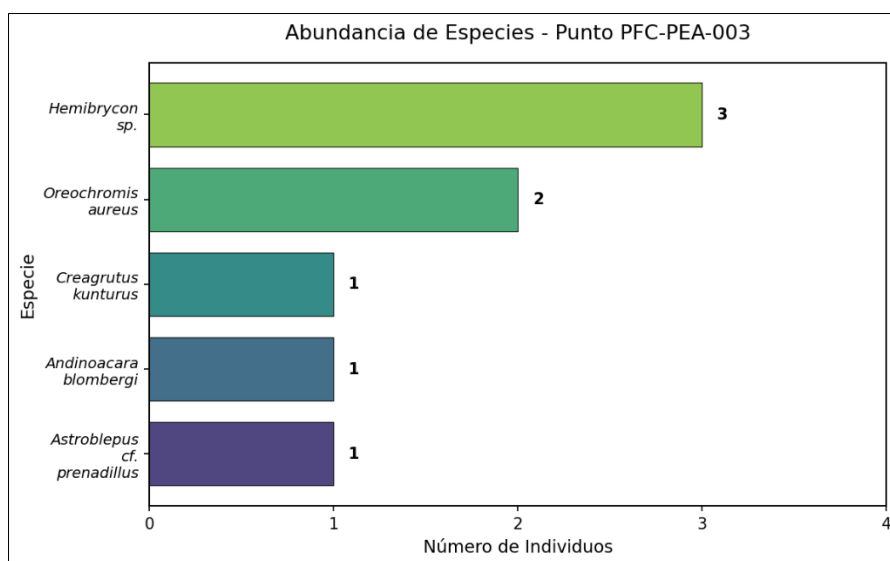
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta

En el punto PFC-PEA-003 el análisis de abundancia absoluta registra 8 individuos para este sitio de levantamiento de peces, la especie *Hemibrycon* sp. presenta mayor representatividad numérica en esta estación, con un registro de 3 ejemplares.

Por otro lado, la especie *Oreochromis aureus* reportó la segunda mayor frecuencia con 2 individuos capturados. Finalmente, las especies *Creagrutus kunturus*, *Andinoacara blomeri* y *Astroblepus* cf. *prenadillus* presentaron la menor representatividad en este punto, con un solo individuo para cada taxón.

Figura 8-2-122. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEA-003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

En el punto PFC-PEA-003 la especie con mayor abundancia relativa fue *Hemibrycon* sp. con una proporción de 0,38, la tilapia registró la segunda abundancia más alta con una pi de 0,25; mientras que *Creagrutus kunturus*, *Andinoacara blombergi* y *Astroblepus* cf. *Prenadillus* registraron una proporción de 0,13 cada una de abundancia relativa en este sitio de levantamiento biótico.

Tabla 8-2-132. Abundancia relativa de ictiofauna en PFC-PEA-003

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia relativa
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Hemibrycon</i> sp.	Sardina	3	0,38
CICHLIFORMES	Cichlidae	<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia	2	0,25
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Creagrutus kunturus</i>	Sardina	1	0,13
CICHLIFORMES	Cichlidae	<i>Andinoacara blombergi</i>	Vieja	1	0,13
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>prenadillus</i>	Bagre	1	0,13
TOTAL				8	1,00

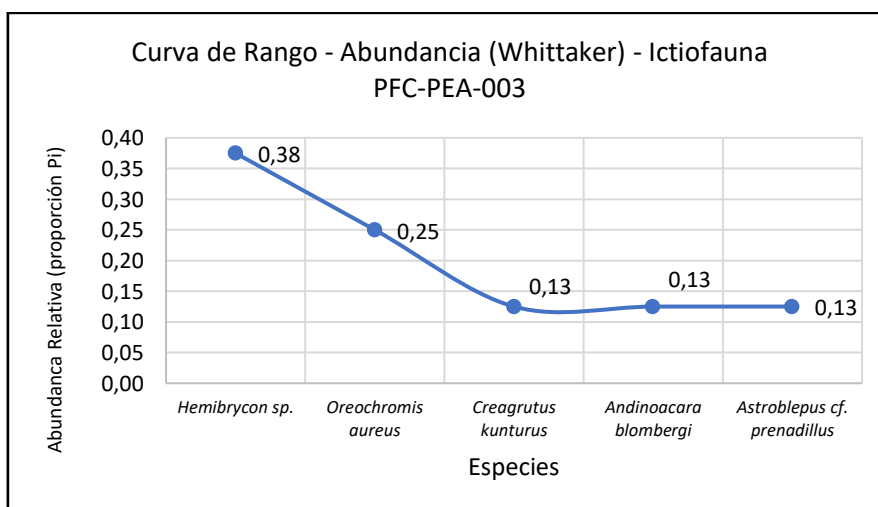
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Curva de Dominancia – Diversidad

En el punto PFC-PEA-003, la curva de dominancia-diversidad presenta una pendiente gradual que refleja una distribución de abundancias con baja dominancia marcada. La estructura de la comunidad está encabezada por la especie *Hemibrycon* sp., seguida de cerca por *Oreochromis aureus*, las cuales representan los rangos superiores de la curva.

La sección final de la curva se estabiliza en una meseta horizontal, lo que indica que una proporción importante de la comunidad comparte la misma representatividad numérica coincidente con los rangos (0,13).

Figura 8-2-123. Curva de dominancia – diversidad peces en PFC-PEA-003



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Índices de Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H'), fue de 1,744 nats/individuo, lo que lo ubica como el punto de levantamiento de ictiofauna mas diverso. El índice de Dominación de Simpson (1-D) fue de 0,8571, es decir una comunidad con alta equidad y baja dominancia de especies. *Hemibrycon* sp. presentó la mayor abundancia relativa (37.5%), *Oreochromis aureus* (25%) y *Creagrutus kunturus*, *Andinoacara blombergi* y *Astroblepus cf. Prenadillus* registraron una abundancia relativa que representea el 12,5 % cada una.

Tabla 8-2-133. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEA-003

Punto	Riqueza S	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-PEA-003	5	1,744	0,8571	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

PUNTO PFC-PEE-004 (Quebrada 1)

Composición

En el punto de levantamiento biótico PFC-PEE-004 (cuerpo de agua tipo quebrada), se registraron 2 órdenes, 2 familias y 2 especies.

Tabla 8-2-134. Composición de la ictiofauna en PFC-PEE-004

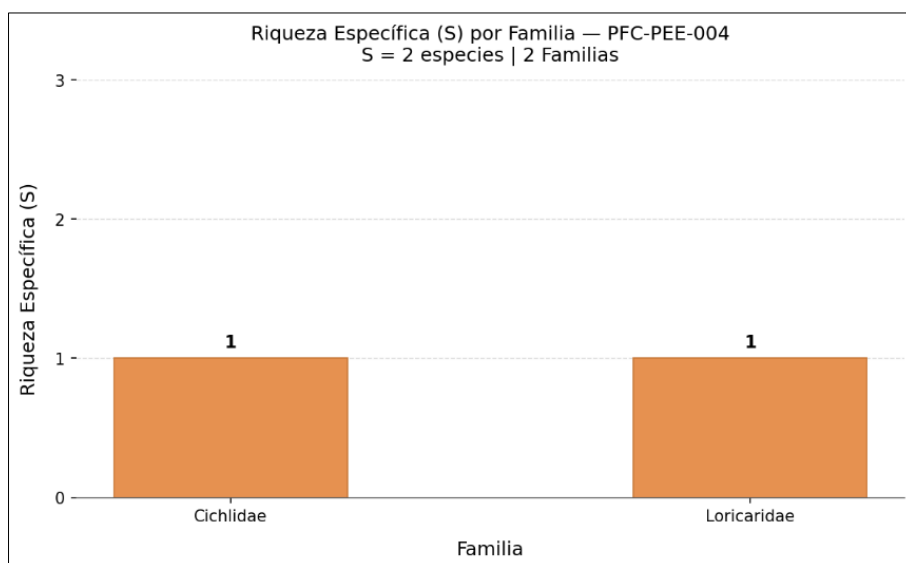
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni
CICHLIFORMES	Cichlidae	<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia	3
SILURIFORMES	Loricaridae	<i>Chaetostoma microps</i>	Raspabalsa	1
TOTAL				4

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Riqueza

La riqueza específica registrada para este sitio de levantamiento ictiológico fue de (S) =2 especies, *Oreochromis aureus* que pertenece a la familia Cichlidae y *Chaetostoma microps* de la familia de los loricáridos.

Figura 8-2-124. Riqueza de peces en PFC-PEE-004

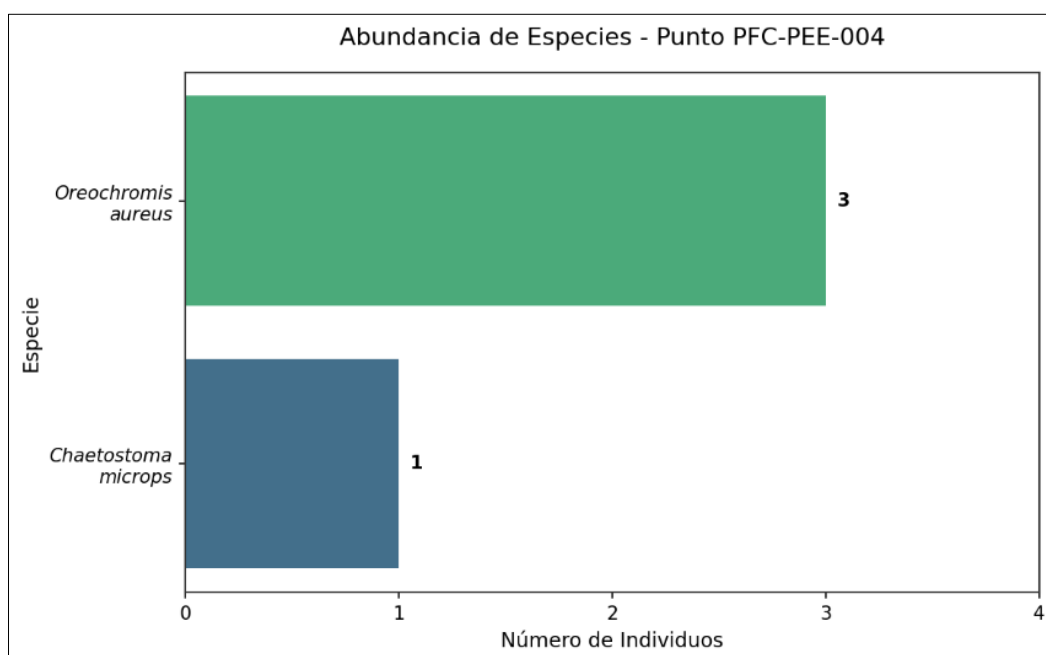


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta

En el punto PFC-PEE-004 se registró una abundancia total de 4 individuos distribuidos. Los resultados por taxón indican que la especie *Oreochromis aureus* presentó la mayor abundancia en esta estación, con un registro de 3 individuos, la especie *Chaetostoma microps* reportó la menor frecuencia de captura en este punto, con la presencia de un solo individuo.

Figura 8-2-125. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEE-004



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa de las especies identificadas en este sitio durante el levantamiento biótico denota a *Oreochromis aureus* con una proporción de 0,75, es decir mayor abundancia relativa y a *Chaetostoma microps* con un solo individuo registrado como la de menor abundancia relativa (0,25).

Tabla 8-2-135. Abundancia relativa de la ictiofauna en PFC-PEE-004

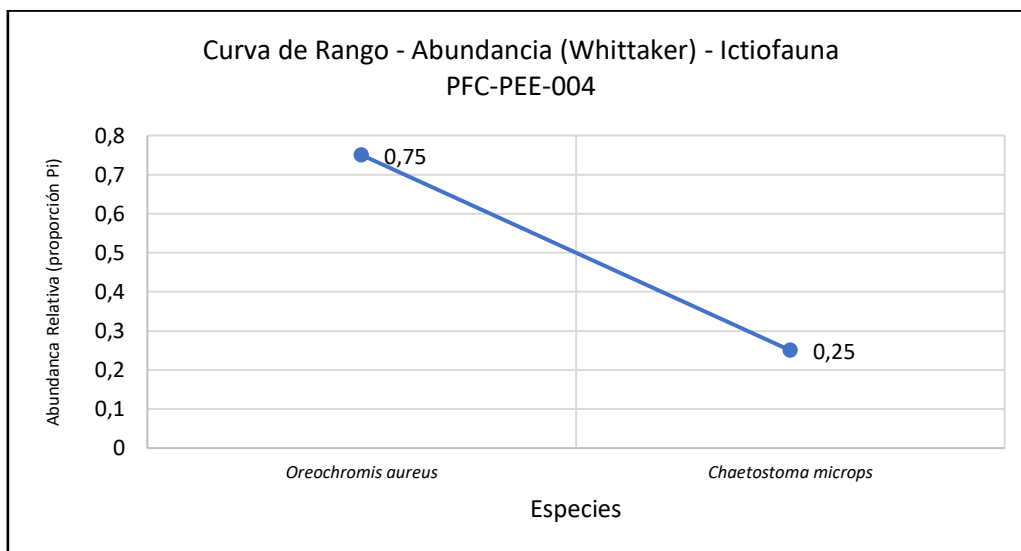
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia Relativa
CICHLIFORMES	Cichlidae	<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia	3	0,75
SILURIFORMES	Loricaridae	<i>Chaetostoma microps</i>	Raspabalsa	1	0,25
TOTAL				4	1,00

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Curva de Dominancia – Diversidad

La curva del punto PFC-PEE-004 presenta una pendiente muy pronunciada y una longitud reducida (solo 2 rangos). Se observa una dominancia marcada de *Oreochromis aureus* (rango 1) sobre *Chaetostoma microps* (rango 2). La diferencia significativa en el logaritmo de la abundancia relativa entre ambos taxones evidencia un ensamblaje con baja equidad.

Figura 8-2-126. Curva de dominancia – diversidad de peces en PFC-PEE-004



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Índices de Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H') para PFC-PEE-004, fue de 0,687 nats/individuo, lo que lo ubica como el punto de levantamiento de ictiofauna menos diverso. El índice de Dominación de

Simpson (1-D) fue de 0,5 es decir mayor dominancia de una sola especie en donde *Oreochromis aureus* muestra una abundancia relativa equivalente al 75% de la comunidad ictológica sobre *Chaetostoma microps* con un abundancia relativa del 25%.

Tabla 8-2-136. Diversidad de la ictiofauna en PFC-PEE-004

Punto	Riqueza S	Shannon H	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-PEE-004	2	0,687	0,5	Natural (ln)	nats/ind

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

PUNTO PFC-PEE-005 (Quebrada 2)

Composición

En el punto de levantamiento biótico PFC-PEE-005, correspondiente a un cuerpo de agua tipo quebrada, se registró una comunidad íctica distribuida en 1 orden, 1 familia y 2 especies.

Tabla 8-2-137. Composición de la ictiofauna en PFC-PEE-005

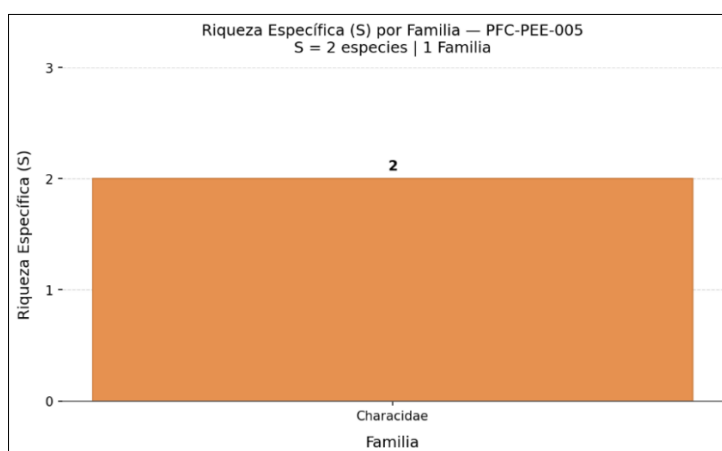
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Creagrutus kunturus</i>	Sardina	1
		<i>Bryconamericus peruanus</i>	Sardina	1
TOTAL				2

Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Riqueza

La riqueza registrada para esta zona de levantamiento fue de (S) =2, *Creagrutus kunturus* y *Bryconamericus peruanus* fueron identificadas, ambas especies pertenecen a la familia de los Carácidos.

Figura 8-2-127. Riqueza de Peces en PFC-PEE-005

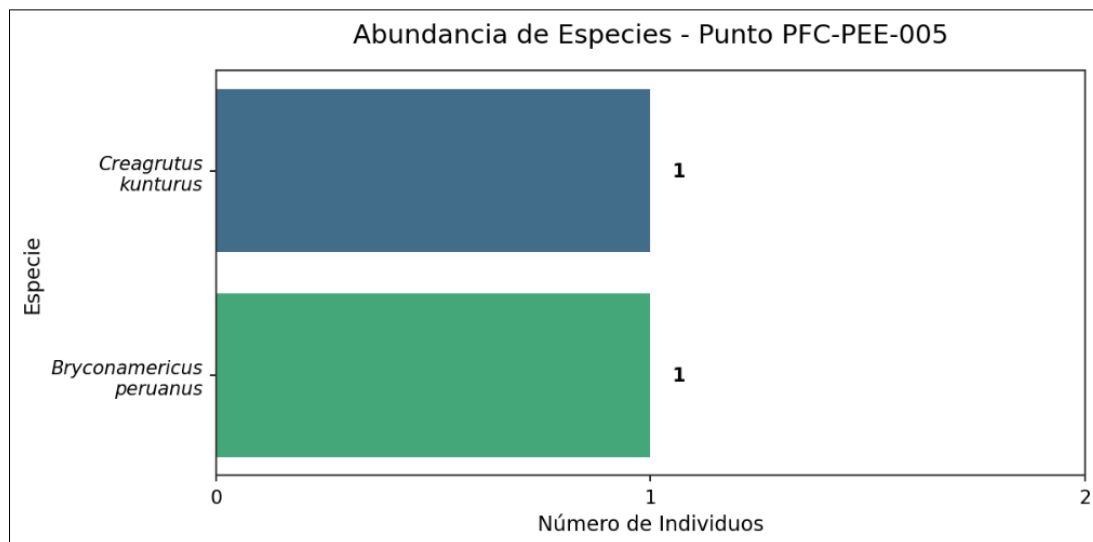


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Absoluta

En el punto PFC-PEE-005 *Creagrutus kunturus* y *Bryconamericus peruanus* presentaron la misma representatividad numérica en esta estación, con un registro de un solo ejemplar para cada una.

Figura 8-2-128. Abundancia absoluta de peces en PFC-PEE-005



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Abundancia Relativa.

La abundancia relativa calculada para este sitio se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 8-2-138. Abundancia relativa de peces en PFC-PEE-005

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	ni	Abundancia Relativa
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Creagrutus kunturus</i>	Sardina	1	0,50
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Bryconamericus peruanus</i>	Sardina	1	0,50
TOTAL				2	1,00

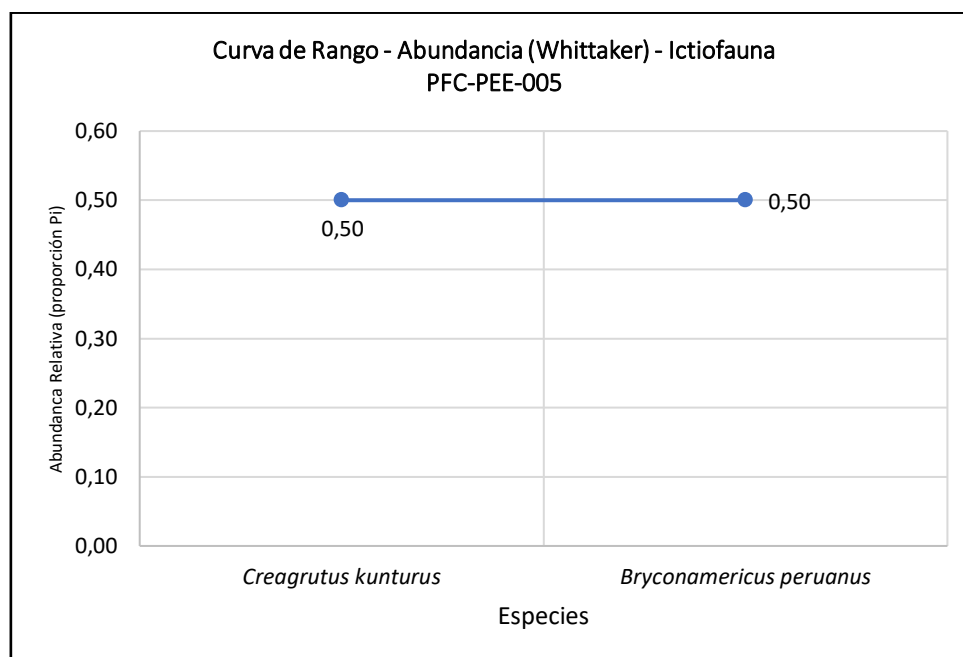
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Creagrutus kunturus y *Bryconamericus peruanus* presentan la misma proporción de abundancia relativa (0,5), con un ejemplar capturados en esta zona de levantamiento biótico

Curva de Dominancia Diversidad

En el punto PFC-PEE-005, la curva de dominancia-diversidad (Whittaker) muestra una distribución equitativa de abundancia entre las dos especies registradas, reflejada en valores iguales de abundancia relativa logarítmica (0,5) para ambos taxones, indicando ausencia de dominancia marcada y una equidad perfecta en la representación numérica de las especies presentes.

Figura 8-2-129. Curva de dominancia – diversidad de peces en PFC-PEE-005



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Índices de Diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H') para PFC-PEE-005, fue de 0,9431 nats/individuo, lo que lo ubica como el segundo punto de levantamiento de ictiofauna menos diverso. El índice de Dominación de Simpson ($1-D$) fue de 1 es decir existe equidad en la población registrada en este sitio de levantamiento de peces, donde *Creagrutus kunturus* y *Bryconamericus Oreochromis* muestran abundancias relativas de 50% cada una.

Tabla 8-2-139. Diversidad de peces en PFC-PEE-005

Punto	Riqueza S (nats)	Shannon H	Simpson Dominancia D	Simpson Diversidad 1-D	Base Logarítmica	Unidades Shannon
PFC-PEE-005	2	0,9431	1	0,5	Natural (ln)	nats/ind

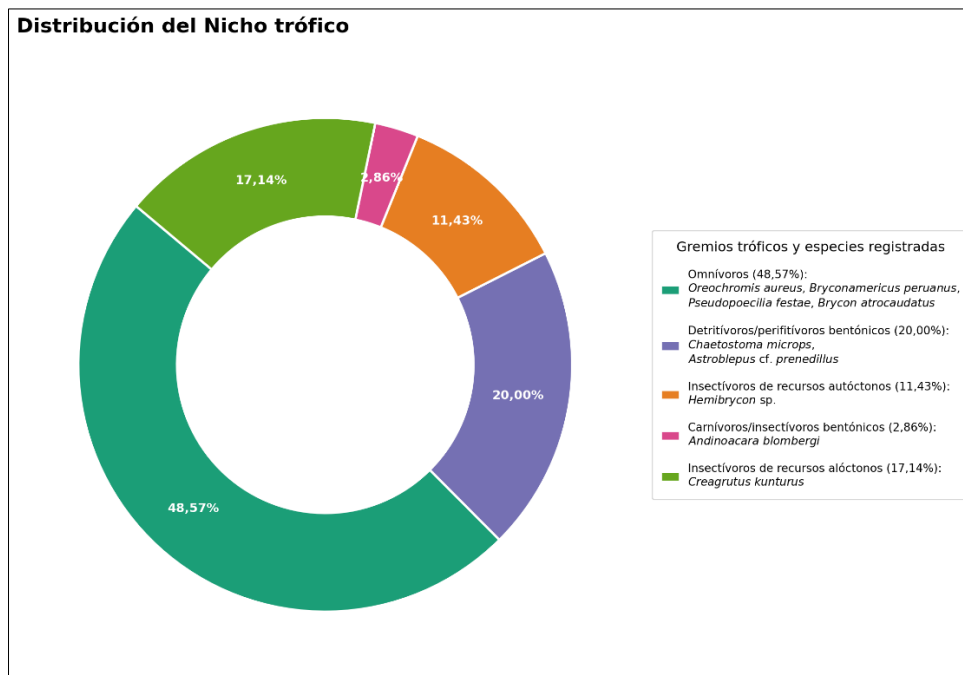
Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Aspectos Ecológicos

- **Nicho trófico.**

El análisis del nicho trófico permite entender el flujo de energía en el ecosistema, en el presente estudio se asignaron los gremios tróficos de las especies basados en publicaciones específicas o a través de la información de taxones afines al respecto se debe aclarar que la dieta puede cambiar según la oferta de alimento, la época, la talla de los individuos y las condiciones locales. Los resultados de distribución del nicho trófico se esquematizan en la siguiente figura:

Figura 8-2-130. Nicho trófico de ictiofauna



Nota. En el caso de *Hemibrycon sp.* y *Astroblepus cf. prenadillus*, la identificación no llega con certeza a especie; por ello, la asignación debe considerarse referencial Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Omnívoros (44,57%): Este grupo se caracteriza por aprovechar recursos de distintos niveles tróficos, tales como material vegetal, perifiton, detrito e invertebrados, lo que favorece una mayor flexibilidad frente a cambios en la disponibilidad de alimentos, por lo que son considerados el grupo con mayor plasticidad (Jiménez-Prado et al., 2015; Roldán & Ramírez, 2008, GISD, 2026), representado por *Oreochromis aureus*, *Bryconamericus peruanus* y *Pseudopoecilia festae*, *Brycon atrocaudatus*.

Detritívoros/perifitívoros bentónicos (20 %): Claves en el reciclaje de nutrientes del fondo (Granado, 2002; Mojica et al., 2012, Schaefer et al., 2011)), representados por *Chaetostoma microps* y *Astroblepus cf. prenadillus*.

Insectívoros de recursos Autóctonos (11,43%): Este gremio agrupa peces cuya alimentación se basa principalmente en macroinvertebrados de origen acuático, como larvas de insectos, organismos asociados al perifiton y fauna bentónica (Galvis et al., 2006, Román-Valencia et al. 2008), conformado por *Hemibrycon sp.*

Insectívoros de recursos Autóctonos (11,43%): Los insectívoros de recursos alóctonos representaron el 11,11% de la riqueza y estuvieron representados por *Creagrutus kunturus*. Esta categoría comprende peces que aprovechan insectos terrestres y otros materiales procedentes de la vegetación ribereña que ingresan al cauce, por caída directa, escorrentía o arrastre, se aclara que esta categoría fue asignada de manera referencial al gremio de insectívoros de recursos alóctonos, considerando la disponibilidad potencial de insectos terrestres aportados por la

vegetación ribereña. Esta clasificación deberá interpretarse como una aproximación funcional y no como una confirmación de la dieta local de la especie.

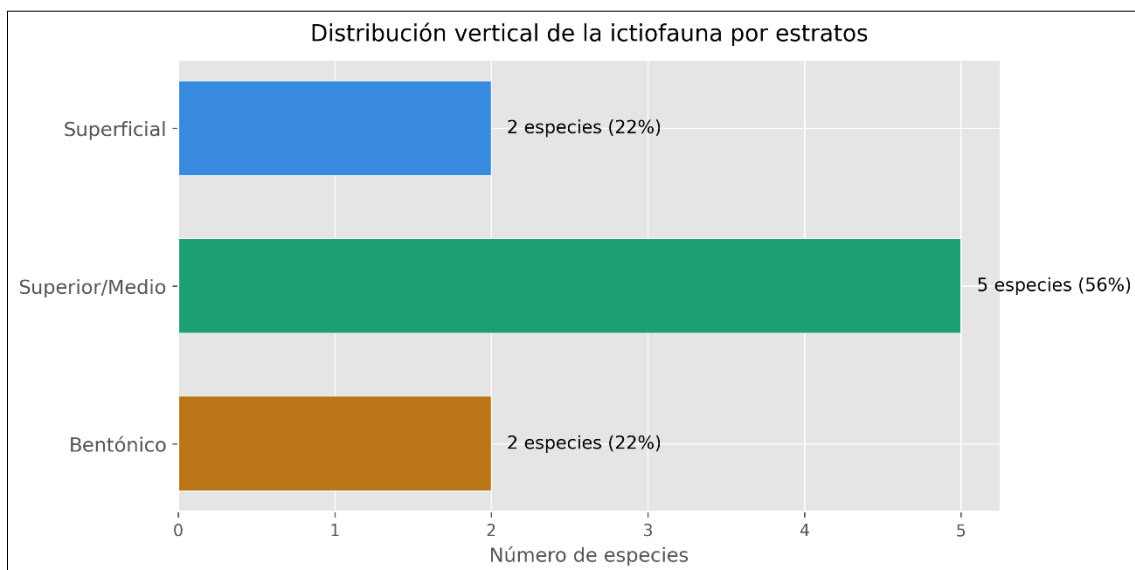
Carnívoros / Insectívoros bentónicos (2,86%): El gremio de carnívoros/insectívoros bentónicos representó el 11,11% de las especies registradas y estuvo constituida por *Andinoacara blomeri*. Esta especie puede aprovechar invertebrados acuáticos y otros organismos animales disponibles en el fondo o en la columna de agua; por tanto, desempeña un papel de consumidor secundario dentro de la comunidad.

La predominancia de especies omnívoras e insectívoras sugiere un sistema con alta dependencia de la oferta de macroinvertebrados y materia orgánica autóctona (Jiménez-Prado et al., 2015; Galvis et al., 2006).

- **Distribución vertical.**

De acuerdo con la metodología de Granado (2002), la comunidad íctica se distribuye en la columna de agua según sus adaptaciones morfológicas y hábitos de vida. La siguiente figura esquematiza la segregación espacial de las especies registradas:

Figura 8-2-131. Distribución vertical de peces



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Estrato Superficial (22%): Ocupado por especies con boca súpera o terminal orientada hacia arriba, adaptadas para la captura de insectos en la interfase agua-aire. Representado por *Pseudopoecilia festae* y estadios juveniles de *Bryconamericus peruanus*.

Estrato Superior/Medio (56%): Es el nivel con mayor riqueza, dominado por peces hidrodinámicos de nado activo. Incluye a *Brycon atrocaudatus*, *Creagrutus kunturus*, *Hemibrycon* sp., *Andinoacara blomeri* y la especie introducida *Oreochromis aureus*. La predominancia de este estrato sugiere un aprovechamiento intensivo de la oferta alimenticia en la columna de agua.

Estrato Bentónico (22%): Conformado por especies de fondo con coloraciones crípticas y bocas en posición ventral o discos succionadores. Los representantes exclusivos son *Chaetostoma*

microps y *Astroblepus* cf. *prenadillus*, cuya presencia está ligada a la estabilidad del sustrato rocoso y la disponibilidad de perifiton (Jácome-Negrete et al., 2023, Ortega et al., 2014).

- **Sensibilidad.**

La sensibilidad ecológica de la ictiofauna registrada se interpretó como una valoración indicativa de la respuesta potencial de las especies frente a alteraciones del hábitat, considerando atributos ecológicos generales reportados en la literatura, tales como afinidad por determinados tipos de sustrato, asociación con la velocidad de corriente, requerimientos generales de hábitat, amplitud ecológica aparente y condición de especie nativa o introducida (Aguirre et al., 2021; Barriga, 2012; Froese & Pauly, 2025). Esta aproximación no corresponde a una clasificación formal de amenaza o conservación, sino a una interpretación ecológica de apoyo para el análisis del ensamblaje íctico registrado en el área de estudio.

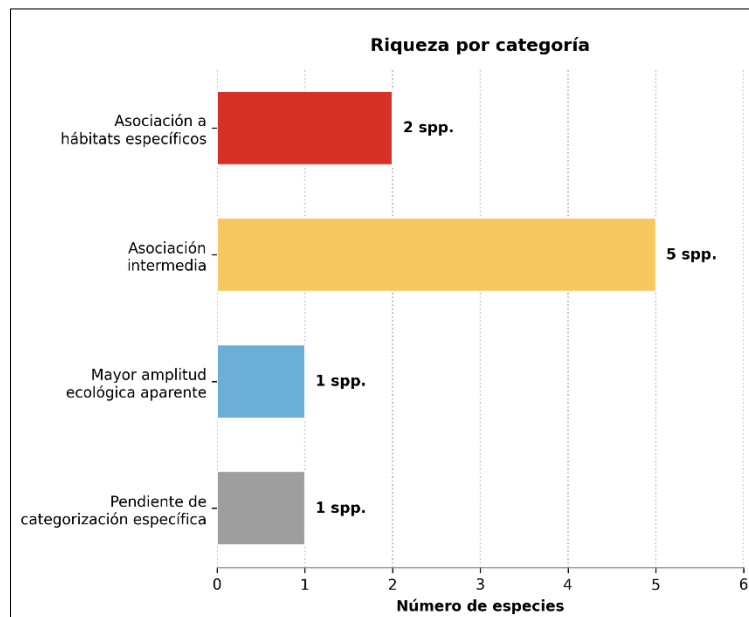
En la categoría de **asociación a hábitats específicos** se incluyen *Chaetostoma microps* y *Astroblepus* cf. *prenadillus*, correspondiente a taxones bentónicos asociados a cauces lóticos y al uso de sustratos de fondo. Estos grupos presentan rasgos morfológicos compatibles con la ocupación del fondo y la permanencia sobre el sustrato, por lo que su presencia puede relacionarse con ambientes de corriente y microhábitats relativamente específicos. En el caso de *Astroblepus* cf. *prenadillus*, la determinación taxonómica es preliminar; por ello, la interpretación se realizó con base en la información ecológica disponible para el género *Astroblepus* y deberá actualizarse si se confirma la identidad taxonómica.

La categoría de **asociación intermedia** agrupa especies nativas cuya ocurrencia se relaciona con la conservación general del cauce y la conectividad fluvial, aunque con una mayor amplitud ecológica aparente que los taxones estrictamente bentónicos o más estrechamente asociados a microhábitats específicos. En este grupo se incluyen *Brycon atrocaudatus*, *Bryconamericus peruanus*, *Hemibrycon* sp., *Creagrutus kunturus* y *Pseudopoecilia festae*, considerando que la bibliografía consultada permite reconocerlas como especies nativas de ambientes continentales, aunque no asignarlas de manera uniforme a una categoría formal de sensibilidad específica. Su respuesta frente a perturbaciones puede estar relacionada con cambios en la estructura del cauce, disponibilidad de refugio, cobertura ribereña, conectividad longitudinal y oferta de recursos tróficos (Barriga, 2012; Froese & Pauly, 2025).

En la categoría de **mayor amplitud ecológica aparente** se ubicó *Oreochromis aureus*, especie introducida cuya presencia debe analizarse como un elemento de presión potencial sobre la ictiofauna nativa, debido a su capacidad de establecimiento en ambientes alterados y sus posibles interacciones ecológicas con las especies locales (Aguirre et al., 2021; Froese & Pauly, 2025).

En este sentido, la sensibilidad ecológica propuesta debe entenderse como una herramienta interpretativa para el análisis ecológico del conjunto de especies registradas, y no como una categorización taxonómica rígida ni como una equivalencia directa con el estado de conservación. Su lectura debe integrarse con la información de calidad del agua, características del hábitat físico, cobertura ribereña y presencia de factores de alteración antrópica en el área de estudio.

Figura 8-2-132. Sensibilidad: Repuesta ecológico potencial de la ictiofauna



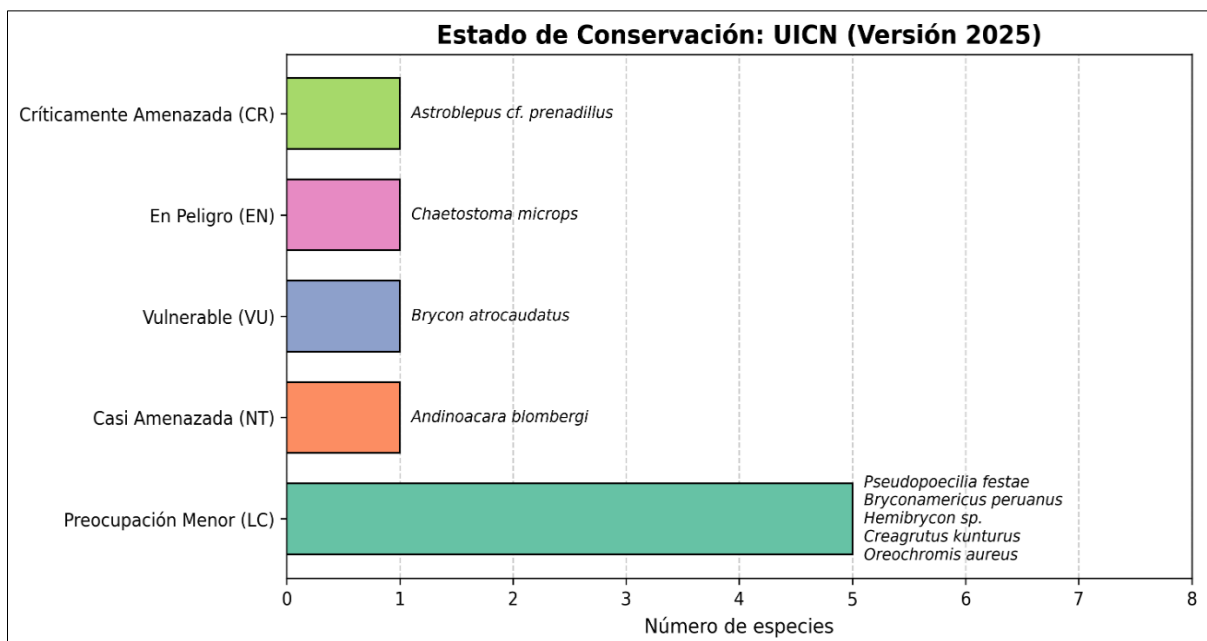
Nota. Andinoaca blombergi se presenta como pendiente de categorización específica por insuficiencias de información aplicable a la clasificación propuesta Fuente: Información de levantamiento de campo, 2025-2026 Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

- **Estado de conservación.**

La evaluación del estado de conservación de las especies registradas, se contrastó con la Lista Roja Global de la UICN (versión 2025) y los Apéndices de CITES (2025).

Análisis según la Lista Roja Global (UICN, versión 2025)

Figura 8-2-133. Estado de Conservación de Peces UICN

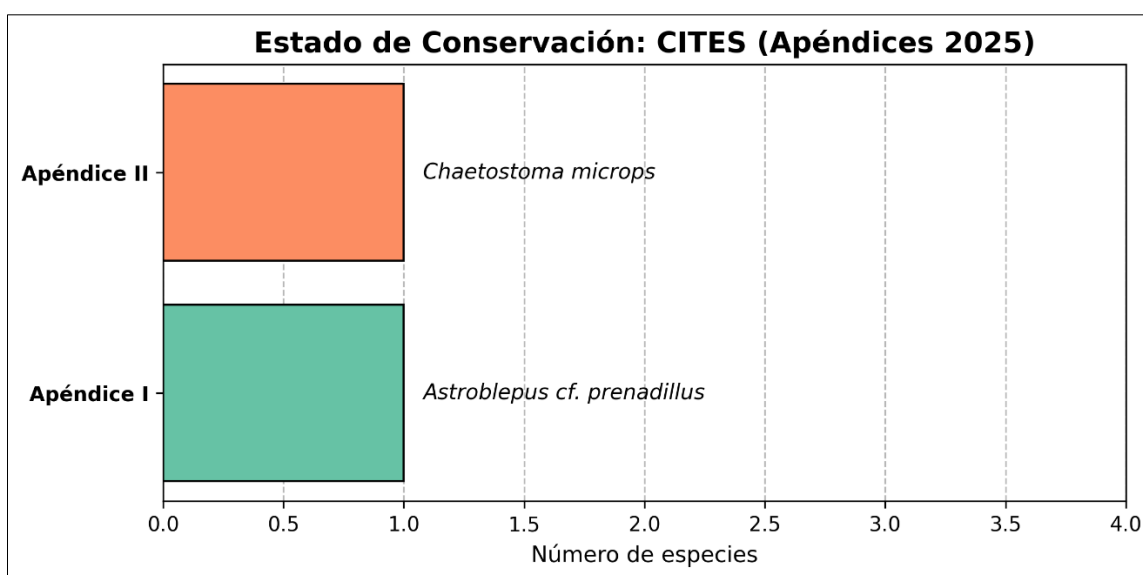


Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

Bajo los criterios globales de la UICN actualizados a 2025, se observa una mayor segregación en los niveles de amenaza. Mientras que 5 especies se mantienen en **Preocupación Menor (LC)**, se destaca la presencia de *Andinoacara blomeri* como **Casi Amenazada (NT)**. Las categorías de mayor riesgo global coinciden con los especialistas bentónicos: *Brycon atrocaudatus* (VU), *Chaetostoma microps* (EN) y *Astroblepus cf. prenadillus* (CR- **Críticamente Amenazada**). Esta discrepancia con la lista nacional subraya la importancia de estas poblaciones locales como reservorios genéticos de especies que enfrentan declives severos a nivel regional.

Análisis de Restricciones de Comercio (CITES, 2025)

Figura 8-2-134. Estado de Conservación de peces CITES



Nota. Fuente: Información de levantamiento de campo, 2026. Elaborado por: Equipo consultor, 2026.

En concordancia con la actualización de los Apéndices CITES, se verificó que dos especies registradas poseen restricciones para el movimiento transfronterizo. *Astroblepus cf. prenadillus* se encuentra listada en el **Apéndice I**, lo que implica una prohibición estricta de comercio debido a su crítico estado de conservación. Por su parte, *Chaetostoma microps* se incluye en el **Apéndice II**, requiriendo controles y permisos específicos para su exportación. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar medidas de control de pesca y tráfico de especies en el área de influencia del proyecto.

- **Uso del recurso.**

El análisis del uso del recurso, fundamentado en el conocimiento ecológico local (Begossi et al., 2008), revela que la ictiofauna registrada tiene diferentes usos:

Consumo Familiar: Es el uso predominante, centrado en especies de talla media y alta palatabilidad como *Brycon atrocaudatus* ("Sardina") y *Andinoacara blomeri* ("Vieja"). Los pobladores locales identifican estas especies como recursos estacionales vinculados a los ciclos de crecida del río.

Comercialización Local: Especies como *Oreochromis aureus* ("Tilapia") y ejemplares de mayor tamaño de *Bryconamericus peruanus* son destinados a mercados locales.

Uso Recreativo/Deportivo: Se identificó una presión de pesca menor vinculada a la captura de carácidos mediante anzuelo, actividad realizada principalmente por jóvenes de la zona.

- **Sociabilidad de la ictiofauna**

Durante el levantamiento biótico de peces realizado en el Proyecto Fotovoltaico La Ceiba, se registraron nueve taxones de ictiofauna. La evaluación de sociabilidad se desarrolló mediante la revisión de antecedentes ecológicos y conductuales disponibles para cada taxón, complementada con la información obtenida durante los eventos de muestreo.

La revisión indicó que la información disponible para las especies registradas se concentra principalmente en distribución geográfica, hábitat, taxonomía, alimentación, estado de conservación y uso antrópico. En contraste, no se identificó información conductual específica, homogénea y verificable que permita clasificar de manera concluyente a todos los taxones registrados como gregarios, solitarios o territoriales.

En consecuencia, para evitar la asignación de categorías conductuales por inferencia, la sociabilidad fue reportada como información específica no disponible para los taxones cuya bibliografía revisada no describe expresamente patrones de agrupamiento, formación de cardúmenes, territorialidad o comportamiento individual. Esta decisión es consistente con el criterio de que la presencia de varios individuos en un evento de captura no constituye, por sí sola, evidencia suficiente de sociabilidad, debido a que la captura puede estar influenciada por el arte de pesca, las condiciones hidrológicas, la disponibilidad de refugios, la época reproductiva y la heterogeneidad del hábitat.

Asimismo, para *Hemibrycon* sp. y *Astroblepus* cf. *prenedillus*, no fue posible asignar un patrón conductual a nivel específico, dado que sus registros presentan una identificación taxonómica a nivel de género o una determinación comparativa. Por tanto, cualquier atribución sobre sociabilidad deberá ser confirmada una vez que se disponga de una identificación taxonómica definitiva y de referencias específicas aplicables.

En el caso de *Brycon atrocaudatus* la información disponible confirma su presencia en ambientes dulcesacuícolas y bentopelágicos; Sin embargo, no se encontró una descripción explícita de sociabilidad que sustente su clasificación como especie gregaria, solitaria o territorial. Por esta razón, se mantuvo la categoría de **información específica no disponible**.

- **Discusión.**

El área de implantación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba se encuentra vinculada a una red de drenaje local conformada por el río Chira, como cuerpo de agua principal de régimen permanente, y por quebradas y drenajes secundarios cuyo funcionamiento superficial se encuentra condicionado por la estacionalidad climática característica del cantón Zapotillo. Esta red constituye un sistema hidrológicamente conectado, en el cual los cuerpos tributarios menores cumplen funciones de conducción temporal de escorrentía, transporte de sedimentos y materia orgánica, y aporte hídrico hacia los sistemas receptores de mayor orden durante los períodos de presión y flujo activo.

Los puntos PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005 corresponden a cuerpos de agua lóticos de menor orden, evaluados durante el período lluvioso, cuando se presentó flujo superficial, sustrato húmedo y condiciones adecuadas para el registro de ictiofauna. Aunque estos sistemas presentan una dinámica hidrológica estacional y una riqueza específica reducida en comparación con el río Chira, su función ecológica no debe interpretarse únicamente a partir del número de especies registradas. Durante su período de activación, las quebradas aportan heterogeneidad ambiental a la red hídrica local mediante la presencia de microhábitats asociados a variaciones de sustrato, velocidad de corriente, profundidad, hojarasca y vegetación ribereña.

La composición de ictiofauna registrada en las quebradas confirma su relevancia como componentes funcionales de la red acuática local. En PFC-PEE-004 se registraron *Oreochromis aureus* y *Chaetostoma microps*, mientras que en PFC-PEE-005 se registraron *Creagrutus kunturus* y *Bryconamericus peruanus*. La ausencia de especies compartidas entre ambos puntos, reflejada en un índice de similitud de Jaccard de 0,00, evidencia diferencias composicionales entre estos sistemas de menor orden. Este resultado indica que las quebradas aportan recambio espacial de especies y, por tanto, contribuyen a la diversidad beta del área de estudio, aun cuando la riqueza registrada en cada punto fue de dos especies.

En contraste, el río Chira presentó una mayor riqueza específica por estación, con cinco especies registradas en cada uno de los puntos PFC-PEA-001, PFC-PEA-002 y PFC-PEA-003. Esta condición es coherente con su carácter de cauce permanente, mayor ancho, profundidad y disponibilidad de hábitats acuáticos. El río constituye el eje principal de conectividad hídrica en el área evaluada y mantiene condiciones para la ocurrencia de especies asociadas a la columna de agua, márgenes, remansos y sustratos de fondo. En particular, la presencia de *Chaetostoma microps* y *Astroblepus* cf. *prenadillus* evidencia la existencia de microhábitats bentónicos que requieren conservación, dado que estos taxones se asocian con sustratos de fondo y ambientes lóticos.

Desde la perspectiva hidrológica, las quebradas estacionales deben ser consideradas como elementos funcionales y no como causas aisladas o prescindibles durante los períodos sin flujo superficial. La modificación de su sección hidráulica, el taponamiento de drenajes, la concentración de escorrentía, la erosión de taludes, el incremento de sedimentos finos o la pérdida de vegetación ribereña pueden alterar la dinámica natural de transporte y conectividad hacia el río Chira. Estas alteraciones podrían afectar la calidad física del agua, la disponibilidad de refugios y la estabilidad de los sustratos utilizados por la ictiofauna, particularmente por los taxones bentónicos registrados.

El levantamiento de línea base para el componente ictiofauna en el área de implantación del Proyecto Fotovoltaico La Ceiba identificó una comunidad compuesta por 35 individuos, distribuida en 9 especies, 5 familias y 4 órdenes. La representatividad técnica del inventario se sustenta en el valor obtenido mediante el estimador no paramétrico Chao 1 (9 spp), el cual arroja una eficiencia de muestreo superior al 98%. La convergencia de la curva de acumulación observada hacia la asíntota del estimador confirma que el esfuerzo de muestreo realizado en las dos campañas (seca y lluviosa) fue suficiente para capturar la diversidad taxonómica residente bajo las condiciones hidrológicas de la zona de Zapotillo, minimizando el sesgo de omisión de taxones.

Desde el punto de vista de la estructura comunitaria, el análisis mediante los índices de Shannon-Wiener ($H' = 2.15$ nats/ind) y Simpson ($1-D = 0.88$) describen un ensamblaje con una equidad

elevada y una distribución equilibrada de abundancias a nivel de área total. Siguiendo las recomendaciones de Magurran (1988), estos valores se interpretan exclusivamente como descriptores matemáticos de la complejidad biótica y no como categorías cualitativas de calidad ambiental. No obstante, la curva de Dominancia-Diversidad (Whittaker) evidencia que, si bien el sistema sostiene una riqueza moderada, existe una influencia marcada de especies con alta plasticidad ecológica como *Oreochromis aureus* (22,86%) y *Creagrutus kunturus* (17,14%). La presencia dominante de *O. aureus*, especie introducida, actúa como un indicador de la presión biótica preexistente sobre la fauna nativa, característica de sistemas hídricos con intervención antrópica o conectividad con áreas de cultivo acuícola.

El análisis de similitud de Jaccard y el dendrograma de agrupamiento jerárquico revelan una marcada heterogeneidad espacial, con una clara segregación entre el eje lótico principal (Río Chira) y los sistemas de quebrada (PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005). La baja similitud registrada (máximo 25% entre estaciones del río y 0% en quebradas) sugiere que el sistema se comporta como un mosaico de microhábitats especializados. Las quebradas, a pesar de su menor riqueza ($S=2$), funcionan como refugios ecológicos y zonas de cría temporales para taxones como *Bryconamericus peruanus*. En contraste, el Río Chira mantiene una estructura más compleja ($S=5$) soportada por una mayor disponibilidad de volumen hídrico y diversidad de sustratos.

Un hallazgo crítico para la gestión ambiental del proyecto es la representatividad de los gremios bentónicos (22%), encabezados por *Chaetostoma microps* y *Astroblepus cf. prenadillo*. Estos especialistas de fondo poseen una Sensibilidad Ecológica Alta, debido a sus requerimientos estrictos de sustrato rocoso, altos niveles de oxígeno disuelto y baja tolerancia a la turbidez. Su presencia es el indicador más robusto de la integridad funcional de los tramos evaluados. Asimismo, la importancia de conservación se ve reforzada por el estatus de amenaza de estas especies según la UICN (2025), donde se registran taxones en categorías de "En Peligro" (EN) y "Críticamente Amenazada" (CR), además de su inclusión en los Apéndices I y II de CITES. Estos resultados elevan la prioridad de protección de los cuerpos de agua, situando a estas especies como "objetos de conservación" clave dentro del Plan de Manejo Ambiental.

Finalmente, el análisis funcional revela que el 66% de la comunidad depende de recursos alóctonos e insectos acuáticos (omnívoros e insectívoros), lo que vincula directamente la estabilidad de la ictiofauna con la preservación de la vegetación riparia y la calidad del hábitat físico. En conclusión, la ictiofauna del proyecto se caracteriza por ser un conjunto resiliente pero vulnerable a alteraciones físico-químicas del agua y del sedimento. La línea base establecida proporciona un marco técnico sólido para el monitoreo de la biodiversidad acuática, permitiendo detectar de manera temprana cualquier desviación en la estructura comunitaria o en el estado de las poblaciones de especies sensibles y amenazadas durante la ejecución del proyecto.

- **Conclusiones.**

El área de estudio, a pesar de presentar signos claros de intervención antrópica, mantiene una comunidad íctica funcional con presencia de especies clave. No obstante, las actividades antrópicas locales han generado una homogenización de los hábitats acuáticos, lo que favorece la dominancia de especies generalistas y de alta plasticidad ecológica, como la tilapia (*Oreochromis aureus*), en detrimento de taxones más especializados.

La riqueza de peces registrada en este estudio representa aproximadamente el 0,95% de la ictiofauna dulceacuícola del Ecuador. La estructura del ensamble, caracterizada por una dominancia de especies de la columna de agua (sardinas y viejas), infiere un sistema con una oferta de recursos tróficos basada en la producción primaria y materia orgánica autóctona, pero con una pérdida progresiva de nichos bentónicos. Esta condición se traduce en un ecosistema bajo presión, donde la reducción de la cobertura vegetal en las márgenes del río altera los ciclos de nutrientes y la disponibilidad de refugios naturales para las etapas juveniles.

Es imperativo resaltar la presencia de especialistas de corriente como *Astroblepus* cf. *prenadillus* y *Chaetostoma microps*, cuya supervivencia en el área está directamente ligada a la estabilidad de los sustratos rocosos y niveles críticos de oxigenación. El hallazgo de estas especies, categorizadas bajo amenaza (CR y EN), eleva la importancia ecológica de los cuerpos de agua lóticos del proyecto, ya que actúan como indicadores de la calidad del agua y como reservorios de biodiversidad en un entorno regional altamente transformado. Aun así, debe considerarse que, en zonas cercanas a asentamientos humanos, la escorrentía de desechos y el libre tránsito de ganado caprino pueden alterar la fisicoquímica del agua, limitando la colonización de especies aún más sensibles.

Finalmente, los resultados permiten concluir que, si bien el sistema presenta signos de alteración, aún conserva elementos bióticos de alto valor de conservación que cumplen funciones vitales en la cadena trófica. De esta manera, se cumple con el objetivo de caracterizar el componente biótico acuático, proporcionando la línea base necesaria para establecer medidas de mitigación que aseguren la conectividad ecológica y la preservación de los hábitats críticos identificados en el área de implantación del proyecto.

- **Recomendaciones.**
 - **Protección de especies de interés ecológico y asociadas a hábitats específicos.**

Considerando el registro de *Astroblepus* cf. *prenadillus* y *Chaetostoma microps*, taxones asociados a microhábitats bentónicos y sustratos de fondo, se deberán aplicar las siguientes medidas de prevención y manejo:

- Delimitar y señalar los cuerpos de agua, sus riberas inmediatas y los sectores identificados con presencia de hábitats acuáticos, impidiendo el ingreso no autorizado de maquinaria, vehículos, materiales, combustibles y personal.
- Establecer una franja de exclusión o protección alrededor de los cauces y quebradas, cuya delimitación definitiva deberá considerar el diseño del proyecto, las condiciones del terreno y la normativa ambiental aplicable. En estas zonas no se permitirá el acopio de materiales, disposición de residuos, lavado de maquinaria ni almacenamiento de sustancias peligrosas.
- Prohibir intervenciones directas sobre el lecho, remoción de rocas, modificación de pozas, rellenos, desvíos temporales o permanentes del flujo, salvo que cuenten con la respectiva autorización ambiental y medidas específicas de manejo.
- Evitar actividades de construcción en los cauces durante períodos de flujo activo, particularmente en las quebradas estacionales, a fin de reducir la alteración de refugios, sustratos bentónicos y zonas de desplazamiento de la ictiofauna.

- En caso de requerirse una intervención puntual e indispensable próxima a un cuerpo de agua, ejecute previamente una inspección de fauna por personal técnico competente. De detectarse ejemplares en riesgo de atrapamiento o aislamiento, se aplica un protocolo de rescate, manejo temporal y liberación inmediata en un sector ecológicamente equivalente, fuera del área de intervención y aguas arriba o aguas abajo según las condiciones de seguridad y conectividad del cauce.
 - Mantener la continuidad hidráulica y ecológica de los cuerpos de agua, evitando estructuras que generen barreras para el desplazamiento de peces o que reduzcan la conectividad entre el cauce principal, quebradas y microhábitats asociados.
 - Conservar la vegetación ribereña existente y, en los sectores que presentan alteraciones, implementar acciones de revegetación con especies nativas. Esta medida contribuye a estabilizar las riberas, reducir la erosión, mantener la sombra sobre el cauce y conservar el aporte de materia orgánica e insectos utilizados por la ictiofauna.
 - Implementar monitoreos de seguimiento durante las etapas de construcción y operación, priorizando los puntos donde se registran especies bentónicas o de asociación a hábitats específicos. Los resultados deberán compararse con la línea base mediante las mismas técnicas de muestreo, unidades de esfuerzo y períodos climáticos evaluados.
- **Control de sedimentos, escorrentía y calidad del agua.**

Para prevenir alteraciones del hábitat acuático, especialmente sobre especies asociadas al fondo y sustratos rocosos, se recomienda:

- Instalar barreras de retención de sedimentos, cunetas, zanjas de coronación, disipadores de energía y otras obras temporales o permanentes de drenaje, de acuerdo con la topografía y los frentes de trabajo.
- Estabilizar taludes, áreas expuestas y sitios de movimiento de tierra mediante cobertura vegetal, geotextiles u otras medidas técnicamente viables, priorizando las zonas con riesgo de erosión hacia los cuerpos de agua.
- Realizar el mantenimiento preventivo de maquinaria fuera de las áreas de protección hídrica y disponer de kits para atención de derrames en frentes de obra, vehículos y zonas de almacenamiento.
- Prohibir la descarga de aguas residuales, hormigón, lubricantes, combustibles, residuos sólidos, efluentes de lavado u otros materiales hacia cauces, drenajes naturales o quebradas.
- Garantizar dentro del programa de monitoreo, la medición de parámetros físico-químicos relevantes, tales como pH, oxígeno disuelto, conductividad, temperatura, turbidez y sólidos suspendidos, según corresponda a las condiciones del cuerpo de agua y los potenciales impactos identificados.

- **Prevención y manejo de especies introducidas, con énfasis en *Oreochromis aureus*.**

Dado que *Oreochromis aureus* fue registrada en varios puntos de levantamiento de ictiofauna y corresponde a una especie introducida, las medidas deberán orientarse para evitar su liberación, dispersión inducida o incremento de presión sobre la ictiofauna nativa. Para ello, se recomienda:

- Prohibir expresamente la liberación, siembra, traslado o repoblamiento de peces en los cuerpos de agua del área de influencia, salvo que exista autorización expresa de la autoridad competente.
- Prohibir el uso de peces vivos como carnada en actividades desarrolladas por personal vinculado al proyecto, así como el transporte de ejemplares vivos entre cuerpos de agua.
- Incluir en las inducciones ambientales al personal propio y contratista información sobre la prohibición de liberar fauna acuática, residuos de pesca, agua de recipientes con organismos vivos o cualquier material biológico en ríos y quebradas.
- Establecer un registro de ocurrencia de *O. aureus* durante los monitoreos de ictiofauna, incluyendo punto de captura, abundancia relativa, esfuerzo de muestreo y observaciones sobre coexistencia con especies nativas.
- En caso de evidenciarse un incremento sostenido de la abundancia o expansión espacial de la especie durante el seguimiento, evalúe, en coordinación con la autoridad ambiental competente, y manejo de medidas específicas. Cualquier acción de control, captura o remoción deberá contar previamente con sustento técnico, autorización y criterios que eviten afectaciones sobre especies nativas.
- Evitar la construcción de conexiones artificiales, canales o drenajes que puedan favorecer la dispersión de especies entre cuerpos de agua que actualmente presentan una composición íctica diferenciada.
- Implementar campañas de sensibilización dirigidas a trabajadores y comunidades locales sobre los potenciales efectos ecológicos de las especies introducidas y la importancia de no realizar liberaciones intencionales.

– **Monitoreo de la ictiofauna.**

Se deberá implementar un programa de monitoreo periódico en los puntos PFC-PEA-001, PFC-PEA-002, PFC-PEA-003, PFC-PEE-004 y PFC-PEE-005, incluyendo las temporadas secas y lluviosas, de manera que los resultados sean comparables con la línea base. El monitoreo deberá registrar composición taxonómica, riqueza, abundancia absoluta y relativa, captura por unidad de esfuerzo, ocurrencia de especies nativas e introducidas, condición del hábitat, conectividad del cauce y variables físico-químicas relevantes. Para los taxones identificados como *Astroblepus* cf. *prenadillus* y *Hemibrycon* sp., se recomienda mantener o complementar la verificación taxonómica en futuras campañas, debido a que su determinación actual es comparativa o se encuentra a nivel de género.

– **Manejo participativo y educación ambiental.**

Se recomienda incorporar a las comunidades locales y usuarios del recurso hídrico en actividades de sensibilización y monitoreo participativo, con énfasis en la protección de riberas, prevención de contaminación, manejo adecuado de residuos, prohibición de liberación de especies no nativas y reporte de eventos como mortandad de peces, derrames o alteraciones visibles del cauce. Estas acciones deberán orientarse a fortalecer la prevención temprana y la conservación de los cuerpos de agua asociados al área de influencia del proyecto.

En el ANEXO 8-2-6 se presenta la base de datos del componente ictiofauna. En el ANEXO 8-2-7 se presenta el Permiso de investigación. En el ANEXO 8-2-8 se detalla el registro fotográfico de los muestreos de flora y fauna.