

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO LAS PEÑAS 2 Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN 230 KV

Elaborado para:
HIDROLASPEÑAS S.A.S.

Elaborado por:
INGEA INGENIERIA Y GESTION
AMBIENTAL S.A.S.



MARZO, 2025

CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LÍNEA BASE

COMPONENTE BIÓTICO

CONTENIDO

4.2	Medio Biótico.....	1
4.2.1	Caracterización del área de Estudio	1
4.2.2	Cobertura vegetal	2
4.2.2.1	Ecosistemas naturales	2
4.2.2.2	Uso y cobertura del suelo.....	5
4.2.2.3	Tipos de cobertura vegetal.....	6
4.2.3	Metodología.....	7
4.2.3.1	Flora.....	7
4.2.3.2	Fauna	8
4.2.3.2.1	Avifauna	8
4.2.3.2.2	Mastofauna	10
4.2.3.2.3	Herpetofauna.....	10
4.2.3.2.4	Entomofauna.....	11
4.2.3.2.5	Ictiofauna	13
4.2.3.2.6	Macroinvertebrados Acuáticos	13
4.2.3.2.7	Fitoplancton.....	16
4.2.4	Selección de los sitios de muestreo	18
4.2.4.1	Sitio de muestreo para Flora	18
4.2.4.2	<i>Sitios de Muestreo Fauna</i>	20
4.2.4.2.1	Aves.....	20
4.2.4.2.2	Mastofauna	21
4.2.4.2.3	Herpetofauna.....	21
4.2.4.2.4	Entofauna.....	22
4.2.4.2.5	Sitios de Muestreo Ictiofauna	23
4.2.4.2.6	Macroinvertebrados Acuáticos	24
4.2.4.2.7	Fitoplancton.....	24
4.2.4.3	Esfuerzo de muestreo flora	25
4.2.4.4	Esfuerzo de muestreo Fauna	26
4.2.4.4.1	Avifauna	26
4.2.4.4.2	Mastofauna	26
4.2.4.4.3	Herpetofauna.....	27

4.2.4.4.4	Entofauna	28
4.2.4.4.5	Ictiofauna	28
4.2.4.4.6	Macroinvertebrados Acuáticos	28
4.2.4.4.7	Fitoplancton	29
4.3	Resultados	30
4.3.1	Flora	30
4.3.1.1	Riqueza y diversidad de especies	30
4.3.1.1.1	Curva de dominancia de especies.....	32
4.3.1.1.2	Análisis de diversidad.....	33
4.3.1.1.2.1	Diversidad alfa (α).....	33
4.3.1.1.2.2	Diversidad beta (β)	34
4.3.1.1.3	Aspectos ecológicos	34
4.3.1.1.3.1	Hábitos florísticos o formas de vida	34
4.3.1.1.3.2	Origen Florístico.....	34
4.3.1.1.3.3	Categorías de uso de recurso.....	35
4.3.1.1.3.4	Especies amenazadas	36
4.3.1.2	Área basal y volumen promedio por hectárea	37
4.3.2	Fauna	38
4.3.2.1	Aves	38
4.3.2.1.1	Riqueza y diversidad de especies.....	38
4.3.2.1.1.1	Abundancia Total y Abundancia Relativa.....	40
4.3.2.1.1.2	Curva de Diversidad – Abundancia	41
4.3.2.1.1.3	Diversidad Alfa (α)	42
4.3.2.1.1.4	Diversidad Beta (β)	44
4.3.2.1.2	Aspectos Ecológicos	45
4.3.2.1.2.1	Nicho Trófico.....	45
4.3.2.1.2.2	Distribución Vertical (Estrato).....	45
4.3.2.1.2.3	Estado de Conservación.....	46
4.3.2.1.2.4	Especies migratorias	46
4.3.2.1.2.5	Sensibilidad de especies	46
4.3.2.1.2.6	Especies Indicadores.....	46
4.3.2.1.2.7	Uso del Recurso	47
4.3.2.2	Mastofauna.....	47
4.3.2.2.1	Riqueza y diversidad de especies.....	47

4.3.2.2.2	Abundancia Total y Abundancia Relativa	47
4.3.2.2.3	Curva de Diversidad – Abundancia	48
4.3.2.2.4	Diversidad Alfa (α).....	48
4.3.2.2.5	Curva de Acumulación de Especies e Índice de Chao 1	49
4.3.2.2.6	Diversidad Beta (β).....	50
4.3.2.2.7	Aspectos Ecológicos	51
4.3.2.2.7.1	Gremio Trófico	51
4.3.2.2.7.2	Patrón de actividad	51
4.3.2.2.7.3	Distribución Vertical (Estrato).....	52
4.3.2.2.7.4	Sociabilidad.....	52
4.3.2.2.7.5	Estado de Conservación.....	53
4.3.2.2.7.6	Especies Sensibles.....	53
4.3.2.2.7.7	Distribución de las especies.....	54
4.3.2.2.7.8	Uso del Recurso	54
4.3.2.3	Hepertofauna	55
4.3.2.3.1	Riqueza y diversidad de especies.....	55
4.3.2.3.2	Abundancia Absoluta y Abundancia Relativa.....	55
4.3.2.3.3	Curva de Dominancia de Especies	56
4.3.2.3.4	Curva de Acumulación de Especies.....	57
4.3.2.3.5	Aspectos ecológicos	63
4.3.2.3.5.1	Gremio o Nicho Trófico.....	63
4.3.2.3.5.2	Hábito	64
4.3.2.3.5.3	Distribución Vertical (Estrato).....	65
4.3.2.3.5.4	Modos reproductivos.....	66
4.3.2.3.5.5	Estado de conservación	67
4.3.2.3.5.6	Especies indicadoras	68
4.3.2.3.5.7	Especies Sensibles y Endémicas.....	68
4.3.2.3.5.8	Uso del recurso	68
4.3.2.3.5.9	Áreas sensibles	69
4.3.2.4	Entomofauna	69
4.3.2.4.1	Riqueza y diversidad de especies.....	69
4.3.2.4.2	Curva de acumulación de especies	73
4.3.2.4.3	Diversidad	76
4.3.2.4.4	Curva de acumulación de especies.....	80
4.3.2.4.5	Curva de acumulación de especies.....	81

4.3.2.4.6	Curva de acumulación de especies	83
4.3.2.4.7	Curva de acumulación de especies	85
4.3.2.4.8	Aspectos Ecológicos	85
4.3.2.4.8.1	Distribución vertical	85
4.3.2.4.8.2	Sensibilidad Biótica y Especies de Interés	85
4.3.2.4.8.3	Gremios tróficos	86
4.3.2.4.8.4	Modo Reproductivo	88
4.3.2.4.8.5	Estado de conservación	88
4.3.2.4.8.6	Especies Migratorias	88
4.3.2.4.8.7	Especies Indicadoras	88
4.3.2.4.8.8	Especies Sensibles	88
4.3.2.4.8.9	Especies Endémicas	88
4.3.2.4.8.10	Uso del Recurso	88
4.3.2.5	Ictiofauna	88
4.3.2.5.1	Riqueza y diversidad de especies	88
4.3.2.5.2	Abundancia Absoluta	90
4.3.2.5.3	Abundancia Relativa	91
4.3.2.5.4	Diversidad	91
4.3.2.5.5	Curva de Acumulación de Especies	93
4.3.2.5.6	Diversidad Beta	93
4.3.2.5.7	Aspectos Ecológicos	98
4.3.2.5.7.1	Nicho Trófico	98
4.3.2.5.7.2	Estado de Conservación	99
4.3.2.5.7.3	Especies de Interés	99
4.3.2.5.7.4	Especies Sensibles	99
4.3.2.5.7.5	Distribución Vertical (Estrato)	99
4.3.2.5.7.6	Uso del Recurso	100
4.3.2.6	Macroinvertebrados	100
4.3.2.6.1	Riqueza y diversidad de especies	100
4.3.2.6.2	Abundancia Absoluta	102
4.3.2.6.3	Abundancia Relativa	103
4.3.2.6.4	Diversidad Alfa (α)	104
4.3.2.6.5	Curva de Acumulación de Especies	105
4.3.2.6.6	Diversidad Beta (β)	105
4.3.2.6.7	Índices Ecológicos	110

4.3.2.6.7.1	Índice EPT	110
4.3.2.6.7.2	Índice BMWP/Col.....	111
4.3.2.6.8	Aspectos Ecológicos	111
4.3.2.6.8.1	Nicho Trófico.....	111
4.3.2.6.8.2	Especies de Interés	112
4.3.2.6.8.3	Especies Sensibles.....	112
4.3.2.6.8.4	Estado de Conservación.....	113
4.3.2.6.8.5	Uso del Recurso	113
4.3.2.7	Fitoplancton.....	113
4.3.2.7.1	Riqueza y diversidad de especies.....	113
4.3.2.7.2	Abundancia	114
4.3.2.7.3	Diversidad Alfa (α).....	115
4.3.3	Estado de conservación zonas de influencia del proyecto hidroeléctrico.....	121
4.3.4	Bibliografía.....	123
4.3.4.1	Bibliografía Componente Biótico - Flora.....	123
4.3.4.2	Bibliografía Componente Biótico - Fauna	124

FIGURAS

Figura 4.3-5.	Número de familias, géneros y especies registradas para el proyecto las Peñas 2.....	30
Figura 4.3-6.	Curva de dominancia de especies del muestreo cuantitativo.....	33
Figura 4.3-7.	Hábitos florísticos registrados	34
Figura 4.3-8.	Hábitos florísticos de las especies registradas	35
Figura 4.3-9.	Categorías de uso de recurso florístico	35
Figura 4.3-10.	Categorías de amenaza de las especies registradas de flora.....	36
Figura 4.3-11.	Riqueza de Aves por sitio de muestreo	40
Figura 4.3-12.	Abundancia Absoluta de Aves	42
Figura 4.3-13.	Abundancia Absoluta de Aves	42
Figura 4.3-14.	Curva de Acumulación de Especies	44
Figura 4.3-15.	Clúster del índice de similitud de Jaccard	44
Figura 4.3-16.	Gremio Trófico de las Aves	45
Figura 4.3-17.	Estrato Ocupado por las aves	45
Figura 4.3-18.	Sensibilidad de las Aves.....	46
Figura 4.3-19.	Curva Diversidad – Abundancia.....	48
Figura 4.3-20.	Índice de Dominancia -Diversidad de Simpson	49
Figura 4.3-21.	Curva de Acumulación de Especies	50

Figura 4.3-22. Clúster del índice de similitud de Jaccard	Error! Bookmark not defined.
Figura 4.3-23. Gremio Trófico de los Mamíferos	51
Figura 4.3-24. Hábito de los Mamíferos	51
Figura 4.3-25. Estrato Ocupado por los Mamíferos.....	52
Figura 4.3-26. Sociabilidad de Mamíferos	52
Figura 4.3-27. Estado de conservación de los mamíferos; Izq: Categorización Nacional; Der: Categorización Internacional.....	53
Figura 4.3-28. Sensibilidad de Mamíferos	54
Figura 4.3-29. Distribución de los Mamíferos	54
Figura 4.3-30. Uso del recurso de Mastofauna	54
Figura 4.3-31. Curva de Dominancia – Diversidad de las especies Registradas en la zona de estudio .	56
Figura 4.3-32. Curva de Acumulación de Especies	58
Figura 4.3-33. Similitud de los Puntos de Monitoreo de Herpetofauna.....	58
Figura 4.3-34. Curva de Dominancia de Especies.....	60
Figura 4.3-35. Curva de Acumulación de Especies por el Método Cuantitativo en PMH-01	61
Figura 4.3-36. Curva de Dominancia de Especies.....	62
Figura 4.3-37. Curva de Acumulación de Especies por el Método Cuantitativo en PMH-02	63
Figura 4.3-38. Nichos Tróficos de las especies	64
Figura 4.3-39. Hábitos de las especies	65
Figura 4.3-40. Estratos de las especies	66
Figura 4.3-41. Modos reproductivos de las especies	67
Figura 4.3-42. Riqueza General Registrada en los puntos de Muestreo Cualitativo en las áreas de estudio.....	72
Figura 4.3-43. Abundancia General Registrada en los puntos de Muestreo Cualitativo en las áreas de estudio.....	72
Figura 4.3-44. Curva de acumulación de especies de las familias de entomofauna durante el muestreo cualitativo de las áreas	73
Figura 4.3-45. Curva de dominancia de las especies de entomofauna de la familia Scarabaeidae registradas en el área de estudio	74
Figura 4.3-46. Curva de dominancia de las especies de Mariposas diurnas registradas en el área de estudio.....	76
Figura 4.3-47. Clúster resultado de la aplicación del índice de similitud de Jaccard a los datos cuantitativos obtenidos de los sitios de muestreo.....	78
Figura 4.3-48. Curva abundancia-diversidad de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2- Trampas Pitfall: Ps2_TP1.....	79
Figura 4.3-49. Curva de acumulación de especies de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP1	80
Figura 4.3-50. Curva de abundancia-diversidad de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2- Van Someren Rydon: Ps2_VSR1.....	81
Figura 4.3-51. Curva de acumulación de especies de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2- Van Someren Rydon: Ps2_VSR1	82
Figura 4.3-52. Curva abundancia-diversidad de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2- Trampas Pitfall: Ps2_TP2.....	83
Figura 4.3-53. Curva de acumulación de especies de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP2	83
Figura 4.3-54. Curva abundancia-diversidad de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2- Trampas Van Someren Rydon: Ps2_VSR2	84

Figura 4.3-55. Curva de acumulación de especies de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Van Someren Rydon: Ps2_VSR2.....	85
Figura 4.3-56. Distribución porcentual de las especies de escarabajos de la familia Scarabaeidae de acuerdo a su nivel trófico	86
Figura 4.3-57. Distribución porcentual de las especies de coleópteros copronecrófagos de acuerdo con su gremio trófico.....	87
Figura 4.3-58. Distribución porcentual de las especies de mariposas diurnas de acuerdo a su gremio trófico	87
Figura 4.3-59. Riqueza de Ictiofauna Registradas en el Área de Estudio.....	89
Figura 4.3-60. Riqueza de Órdenes de Ictiofauna Registradas en el Área de Estudio	89
Figura 4.3-61. Número de individuos por Familias de Ictiofauna Registradas en el Área de Estudio ...	90
Figura 4.3-62. Abundancia absoluta de Ictiofauna Registradas en el Área de Estudio	90
Figura 4.3-63. Riqueza y Abundancia de Ictiofauna por Punto de Muestreo.....	91
Figura 4.3-64. Distribución Porcentual de la Abundancia Relativa.....	91
Figura 4.3-65. Curva de Acumulación de especies de Ictiofauna registrados	93
Figura 4.3-66. Clúster de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Ictiofauna.....	94
Figura 4.3-67. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-ICT-01	95
Figura 4.3-68. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-ICT-02	96
Figura 4.3-69. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-ICT-03	97
Figura 4.3-70. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-ICT04	97
Figura 4.3-71. Nicho Trófico Ictiofauna	98
Figura 4.3-72. Distribución Vertical Ictiofauna	100
Figura 4.3-73. Riqueza de Macroinvertebrados Registradas en el Área de Estudio	100
Figura 4.3-74. Riqueza de Ordenes de Macroinvertebrados Registradas en el Área de Estudio	101
Figura 4.3-75. Número de individuos por familias de Macroinvertebrados registradas en el Área de Estudio.....	101
Figura 4.3-76. Abundancia absoluta de Macroinvertebrados Registradas en el Área de Estudio.....	102
Figura 4.3-77. Riqueza y Abundancia de Macroinvertebrados por Punto de Muestreo	103
Figura 4.3-78. Distribución Porcentual de la Abundancia Relativa.....	103
Figura 4.3-79. Curva de Acumulación de especies de Macroinvertebrados registrados	105
Figura 4.3-80. Clúster de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Macroinvertebrados ..	106
Figura 4.3-81. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-MB01.....	107
Figura 4.3-82. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-MB02.....	108
Figura 4.3-83. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-MB03.....	109
Figura 4.3-84. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-MB04.....	110
Figura 4.3-85. Nicho Trófico Macroinvertebrados.....	111
Figura 4.3-86. Riqueza General de Fitoplancton	113
Figura 4.3-87. Riqueza de Fitoplancton	114
Figura 4.3-88. Abundancia de fitoplancton por especie	114
Figura 4.3-89. Curva de Acumulación de especies de Fitoplancton.....	115
Figura 4.3-90. Clúster de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Fitoplancton	116
Figura 4.3-91. Curva Rango – Abundancia del punto FP-LP2-01	117
Figura 4.3-92. Curva Rango – Abundancia del punto FP-LP2-02	118
Figura 4.3-93. Curva Rango – Abundancia del punto FP-LP2-03	119
Figura 4.3-94. Curva Rango – Abundancia del punto FP-LP2-04	120

TABLAS

Tabla 4.2-1. Descripción de los Ecosistemas presentes en las áreas de influencia del proyecto hidroeléctrico: Las Peñas 2.....	2
Tabla 4.2-2. Descripción de la cobertura y uso del suelo presentes en las áreas de influencia del proyecto hidroeléctrico: Las Peñas 2.....	5
Tabla 4.2-3. Rango y calidad de agua según el Índice EPT.....	14
Tabla 4.2-4. Puntaje asignado a cada familia modificado de Zamora (2007).....	15
Tabla 4.2-5. Clases de Calidad de Agua, Valores BMWP/Col y su interpretación.....	15
Tabla 4.2-6. Valores Sensibilidad de las especies.....	16
Tabla 4.2-7. Sensibilidad de los Cuerpos de Agua según el Índice BMWP/Col.....	16
Tabla 4.2-8. Índices de Polución Orgánica de Palmer.....	18
Tabla 4.2-9. Sitios de muestreo dentro del área de influencia del proyecto.....	19
Tabla 4.2-10. Escala de Braun-Blanquet.....	20
Tabla 4.2-11. Puntos de Muestreo de Avifauna.....	20
Tabla 4.2-12. Puntos de Muestreo de Mastofauna.....	21
Tabla 4.2-13. Sitios de Muestreo del Área de Estudio del Componente Herpetofauna.....	21
Tabla 4.2-14. Sitios de Muestreo del Área de Estudio del Componente Entomofauna.....	22
Tabla 4.2-15. Puntos de Muestreo Ictiofauna.....	23
Tabla 4.2-16. Puntos de Muestreo Macroinvertebrados Acuáticos con unidades muestrales de 2m ²	24
Tabla 4.2-17. Puntos de Muestreo Fitoplancton.....	24
Tabla 4.2-18. Esfuerzo de muestreo del componente Flora.....	25
Tabla 4.2-19. Esfuerzo de Muestreo aplicado para el Componente Avifauna.....	26
Tabla 4.2-20. Esfuerzo de Muestreo aplicado para Mastofauna.....	26
Tabla 4.2-21. Esfuerzo de muestreo del componente Herpetofauna.....	27
Tabla 4.2-22. Esfuerzo de muestreo de los Sitios de Muestreo de Entofauna.....	28
Tabla 4.2-23. Esfuerzo de Muestreo aplicado para el Componente de Ictiofauna.....	28
Tabla 4.2-24. Esfuerzo de Muestreo aplicado para el Componente de Macroinvertebrados.....	29
Tabla 4.2-25. Esfuerzo de Muestreo aplicado para el Componente de Fitoplancton.....	29
Tabla 4.3-26. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies registradas en las Áreas de Influencia del proyecto.....	30
Tabla 4.3-27. Índices de Diversidad Alfa para los sitios de muestreo.....	33
Tabla 4.3-28. Índices de Diversidad beta para los muestreos cuantitativos.....	34
Tabla 4.3-29. Especies endémicas registradas dentro el área de estudio.....	35
Tabla 4.3-30. Categorías de conservación de las especies registradas de conformidad con la UICN y libro rojo de Ecuador.....	36
Tabla 4.3-31. Resultados del volumen promedio.....	37
Tabla 4.3-32. Riqueza aves, áreas de influencia del proyecto Peñas 2.....	38
Tabla 4.3-33. Abundancia Total y Relativa de Aves.....	40
Tabla 4.3-34. Índice de Diversidad Shannon-Wiener.....	43
Tabla 4.3-35. Índice de Dominancia-Diversidad de Simpson.....	43
Tabla 4.3-36. Índice de similitud de Jaccard.....	44
Tabla 4.3-37. Especies de mamíferos del proyecto Peñas 2.....	47
Tabla 4.3-38. Abundancia Total y Relativa de Mamíferos.....	47
Tabla 4.3-39. Índice de Diversidad Shannon-Wiener.....	48
Tabla 4.3-40. Índice de Dominancia-Diversidad de Simpson.....	49

Tabla 4.3-41. Índice de similitud de Jaccard.....	50
Tabla 4.3-42. Porcentajes de la Herpetofauna Registrada en la Zona de Estudio.....	55
Tabla 4.3-43. Abundancia y Abundancias Relativa registrada en la Zona de Estudio	56
Tabla 4.3-44. Índice de Shannon	57
Tabla 4.3-45. Índice de Simpson	57
Tabla 4.3-46. Valores del Índice de Chao 1	58
Tabla 4.3-47. Valores del Índice de Similitud de Jaccard entre los puntos de muestreo	58
Tabla 4.3-48. Abundancia Total y abundancia Relativa	59
Tabla 4.3-49. Valores del Índice de Chao 1 en PMH-01	61
Tabla 4.3-50. Abundancia Total y abundancia Relativa	62
Tabla 4.3-51. Valores del Índice de Chao 1 en PMH-02	63
Tabla 4.3-52. Gremio o Nichos Tróficos de las especies.....	64
Tabla 4.3-53. Hábitos de las especies.....	64
Tabla 4.3-54. Distribución vertical de las especies.....	65
Tabla 4.3-55. Modos reproductivos de las especies	66
Tabla 4.3-56. Estado de Conservación de las especies	67
Tabla 4.3-57. Especies sensibles y endémicas.....	68
Tabla 4.3-58. Riqueza, abundancia y abundancia relativa de las familias de entomofauna proyecto Peñas 2	69
Tabla 4.3-59. Riqueza, abundancia y abundancia relativa de las comunidades de la familia Scarabaeidae relacionadas a las áreas de estudio	73
Tabla 4.3-60. Riqueza, abundancia y abundancia relativa de las comunidades de mariposas diurnos relacionadas a las áreas de estudio.....	75
Tabla 4.3-61. Valores de los índices de Shannon y Simpson calculados para estimar la diversidad de los sitios de muestreo.....	76
Tabla 4.3-62. Datos resultantes de la aplicación del índice de Jaccard.....	77
Tabla 4.3-63. Riqueza abundancia y abundancia relativa de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP1	79
Tabla 4.3-64. Riqueza abundancia y abundancia relativa de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2-Van Someren Rydon: Ps2_VSR1	80
Tabla 4.3-65. Riqueza abundancia y abundancia relativa de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP2	82
Tabla 4.3-66. Riqueza abundancia y abundancia relativa de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Van Someren Rydon: Ps2_VSR2	84
Tabla 4.3-67. Diversidad de Ictiofauna a partir del Índice de Shannon-Wiener	92
Tabla 4.3-68. Diversidad de Ictiofauna a partir del Índice de Shannon-Wiener	92
Tabla 4.3-69. Diversidad de Ictiofauna a partir del Índice de Chao 1.....	92
Tabla 4.3-70. Índice de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Ictiofauna	93
Tabla 4.3-71. Diversidad y Abundancia de Ictiofauna LP2-ICT01	94
Tabla 4.3-72. Diversidad y Abundancia de Ictiofauna LP2-ICT-02	95
Tabla 4.3-73. Diversidad y Abundancia de Ictiofauna LP2-ICT-03	96
Tabla 4.3-74. Diversidad y Abundancia de Ictiofauna LP2-ICT-04	97
Tabla 4.3-75. Estado de Conservación de Ictiofauna	99
Tabla 4.3-76. Sensibilidad de Ictiofauna.....	99
Tabla 4.3-77. Diversidad de Macroinvertebrados a partir del Índice de Shannon-Wiener.....	104
Tabla 4.3-78. Diversidad de Macroinvertebrados a partir del Índice de Shannon-Wiener.....	104
Tabla 4.3-79. Diversidad de Macroinvertebrados a partir del Índice de Chao 1.....	105

Tabla 4.3-80. Índice de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Macroinvertebrados.....	106
Tabla 4.3-81. Diversidad y Abundancia de Macroinvertebrados LP2-MB01	106
Tabla 4.3-82. Diversidad y Abundancia de Macroinvertebrados LP2-MB02	107
Tabla 4.3-83. Diversidad y Abundancia de Macroinvertebrados LP2-MB03	108
Tabla 4.3-84. Diversidad y Abundancia de Macroinvertebrados LP2-MB04	109
Tabla 4.3-85. Índice ETP Macroinvertebrados Acuáticos	110
Tabla 4.3-86. Índice BMWP Macroinvertebrados Acuáticos.....	111
Tabla 4.3-87. Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos	112
Tabla 4.3-88. Índices de Diversidad de Fitoplancton	115
Tabla 4.3-89. Resultados del índice de Palmer por sitio de muestreo	116
Tabla 4.3-90. Índice de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Fitoplancton	116
Tabla 4.3-91. Diversidad y Abundancia de Fitoplancton FP-LP2-01	117
Tabla 4.3-92. Diversidad y Abundancia de Fitoplancton FP-LP2-02	118
Tabla 4.3-93. Diversidad y Abundancia de Fitoplancton FP-LP2-03	119
Tabla 4.3-94. Diversidad y Abundancia de Fitoplancton FP-LP2-04	120

4.2 Medio Biótico

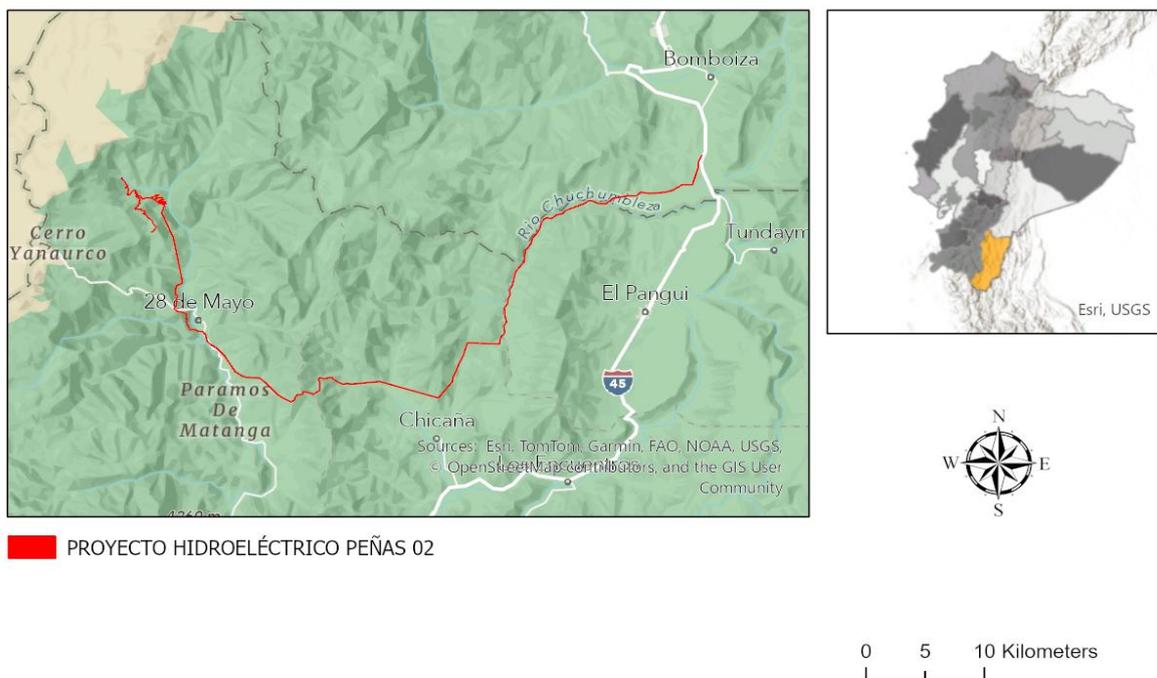
4.2.1 Caracterización del área de Estudio

El proyecto hidroeléctrico política y geográficamente, se encuentra ubicado al sur oriente del país, en la Provincia de Morona Santiago, cantón Gualaquiza, parroquia Bomboiza y en la provincia de Zamora Chinchipe, cantón Yacuambi, parroquias Tutupali, 28 de Mayo y La Paz; cantón Yantzaza, parroquias Yantzaza y Chicaña; cantón El Pangui, parroquias El Guisme y El Pangui.

El proyecto incluye la construcción de una Central Hidroeléctrica de pasada, que aprovechará la producción energética del agua del río Yacuchingari. Se captará un caudal de 11,39 m³/s a través de una obra de captación y se transportará mediante un canal de conducción trapezoidal de aproximadamente 6,06 km de longitud hasta un tanque de carga. Desde este tanque, el agua será conducida por una tubería de presión de 0,99 km de longitud hasta la casa de máquinas. La caída neta entre el tanque de carga y la casa de máquinas será de 461,61 m. En la casa de máquinas se instalarán dos turbinas con sus respectivos generadores, cada una con una potencia de 25 MW, para un total de 49,99 MW de generación. El agua turbinada se devolverá al cauce del río Santa Cleotilde. Y la energía producida será transmitida a la subestación de Bomboiza mediante una línea de transmisión compuesta por 228 torres eléctricas.

Las facilidades del proyecto ocuparán una superficie aproximada de 243.19 ha, destacando que la línea de transmisión ocupa el 93% de la superficie (227.73), la infraestructura relacionada a la Captación, Canal de conducción, Desarenador, Tanque de carga, Tubería de presión, Casa de máquinas, ocupará 5.12 ha que representa el 2.12% de la infraestructura global, de las cuales de acuerdo con el mapa de uso de suelo, los mosaicos agropecuarios son los que ocupan la mayor superficie 159.58 hectáreas que representan el 65.71 %; mientras que, los Bosques nativos representan el 11.72 %.

Mapa 4.2-1. Zonas de Intervención del Proyecto Hidroeléctrico Peñas 02



Fuente: IGM

Elaborado por: Equipo Consultor, 2024

4.2.2 Cobertura vegetal

4.2.2.1 Ecosistemas naturales

De conformidad con el Sistema de Clasificación de Ecosistemas naturales del Ecuador Continental, publicado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2013), en las áreas de influencia del proyecto, se identifican tres ecosistemas naturales: el Bosque siempreverde montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes, el Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes y el Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú, que poseen alta diversidad ecológica y especies endémicas.

Tabla 4.2-1. Descripción de los Ecosistemas presentes en las áreas de influencia del proyecto hidroeléctrico: Las Peñas 2.

No.	Tipo de Ecosistema	Superficie (ha)	Representación (%)
1	Bosque siempreverde montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsBn02)	15,61	6,43
2	Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsPn04)	46,55	19,17
3	Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor – Kutukú (BsPa02)	12,19	5,02
4	Intervención (Inter01)	159,08	65,51
5	Otras áreas	9,42	3,88
Total		243,9	100,00

Fuente: MAATE, 2013.

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Bosque siempreverde montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsBn02)

Bosques de 20 a 30 m de altura, con árboles emergentes que alcanzan los 35 m. Los bosques maduros presentan dos o tres estratos, por lo general cada especie está representada por pocos individuos (Bussmann 2003) y las lianas son escasas o ausentes (Neill 1999). A diferencia del bosque montano bajo de las vertientes orientales del norte del Ecuador, este ecosistema tiene una influencia mínima de la flora amazónica y la mayoría de los árboles pertenecen a géneros y familias de origen andino. En particular, son frecuentes los árboles de los géneros *Oreopanax*, *Weinmannia*, *Cinchona* y *Ocotea*; entre las palmas más abundantes se incluyen *Dictyocaryum lamarckianum*, *Ceroxylon parvifrons*, *C. vogelianum*, *Geonoma densa*, *G. orbygnyana* y *Wettinia aequatorialis*; los helechos arborescentes están representados por *Dicksonia sellowiana* y *Cyathea caracasana* (Balslev y Øllgaard 2002). Las familias de árboles más comunes incluyen Melastomataceae, Rubiaceae, Lauraceae y Euphorbiaceae. En el sotobosque los arbustos comunes pertenecen a Piperaceae y las hierbas megáfilas a Zingiberaceae y Heliconiaceae. Las epifitas son extremadamente abundantes y diversas con varios géneros restringidos a estas áreas y en su mayoría pertenecientes a la familia Orchidaceae (Bussmann 2003), además de especies de Bromeliaceae (*Tillandsia* spp. y *Guzmania* spp.) y Araceae (*Anthurium* spp.) (Balslev y Øllgaard 2002). En general estos bosques tienen una topografía accidentada debido a un sistema complejo de crestas, pendientes fuertes, valles y barrancos. Los suelos son altamente heterogéneos, ferralíticos arcillosos, francos arcillosos, franco arcillo limosos y con drenaje moderado a bueno, siendo más ricos en nutrientes en las áreas de barrancos que en las crestas. Fleischbein *et al.* (2010) menciona que en bosques distribuidos entre los 1900-2200 m de altitud, la lluvia horizontal puede llegar a casi 2600 mm anuales. La vegetación tiene mejores condiciones de crecimiento en las áreas de elevación

más baja debido a mayor disponibilidad de nutrientes y menor frecuencia de disturbios (Somier *et al.* 2008).

En áreas alteradas se desarrollan árboles de 10-12 m de altura, de un solo estrato, en donde son abundantes *Axinaea quitensis*, *Vismia tomentosa*, *Baccharis genisteloides*. Las zonas de deslaves y las laderas empinadas están cubiertas por gramíneas bambusoideas del género *Chusquea* (Balslev y Øllgaard 2002).

Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsPn04)

Los bosques de este ecosistema son multiestratificados con poca abundancia de lianas y un dosel que puede alcanzar entre 25 a 35 m. El ecosistema se encuentra en relieves con geformas de colinas coluviales con suelos ferralíticos, cuevas de areniscas cuarzosas blancas, mesas de la formación Mera (conglomerados, areniscas, volcanoclastos y suelos con cenizas volcánicas), llanuras bajas arcillosas ácidos y suelos bien drenados.

Al igual que en los bosques del norte de la cordillera oriental se da un recambio gradual de especies de tierras bajas que se hace más evidente conforme incrementa la altitud, influenciado por el descenso de la temperatura y una humedad atmosférica creciente (Balslev y Øllgaard 2002). El conjunto de especies que provienen de la Amazonía baja en esta región tiene algunas diferencias y encuentran el límite superior de su distribución, adicionalmente, existe un mayor número de especies andinas. La abundancia de taxa amazónicos como *Eschweilera*, *Naucleopsis*, *Virola*, *Iryanthera*, *Guarea*, *Trichilia*, *Chrysophyllum* y *Pouteria* disminuyen drásticamente, mientras que elementos andinos como *Miconia*, *Guatteria*, *Aniba*, *Grias* o *Gustavia* son más frecuentes.

En promedio se pueden registrar entre 120 a 200 especies de epifitas en muestras de 40 a 60 árboles, las familias más importantes son: Orchidaceae, Bromeliaceae, Araceae, Dryopteridaceae y Polypodiaceae (Baslev y Øllgaard 2002; Sánchez 2002).

Especies diagnósticas: *Aniba pilosa*, *A. coto*, *Aphandra natalia*, *Caryodendron orinocense*, ferralíticas sobre conglomerados y terrazas indiferenciadas de origen aluvial con texturas estratificadas de porosidad intergranular de material aluvial. Estas formas de relieve pertenecen al piedemonte formado del punto donde nacen las montañas altas de la cordillera de los Andes y cuya formación está ligada a procesos de paroxismo tectónico y acción modeladora de la erosión hídrica. El bosque crece sobre sustratos relativamente *Ceroxylon amazonicum*, *Clarisia racemosa*, *Dacryodes peruviana*, *Elaegiaulei*, *E. karstenii*, *Erythrinaulei*, *Euterpe precatoria*, *Guarea guidonia*, *Gustavia macarenensis*, *Graffenrieda galeottii*, *Grias peruviana*, *Hedyosmum sprucei*, *Hieronyma duquei*, *Iriartea deltoidea*, *Machaerium multifoliolatum*, *Metteniusa tessmanniana*, *Meriania hexamera*, *Neea divaricata*, *Ocotea longifolia*, *Otoba glycyarpa*, *Pachira aquatica*, *Prestoea schultzeana*, *Protium amazonicum*, *Pseudolmedia macrophylla*, *Tapirira guianensis*, *Terminalia amazonia*, *T. oblonga*, *Triplaris americana*, *Wettinia longipetala*, *W. maynensis*, *Chamaedorea linearis*, *Clidemia caudata*, *Faramea glandulosa*, *Henriettella verrucosa*, *Senna macrophylla*, *Sorocea trophoides*.

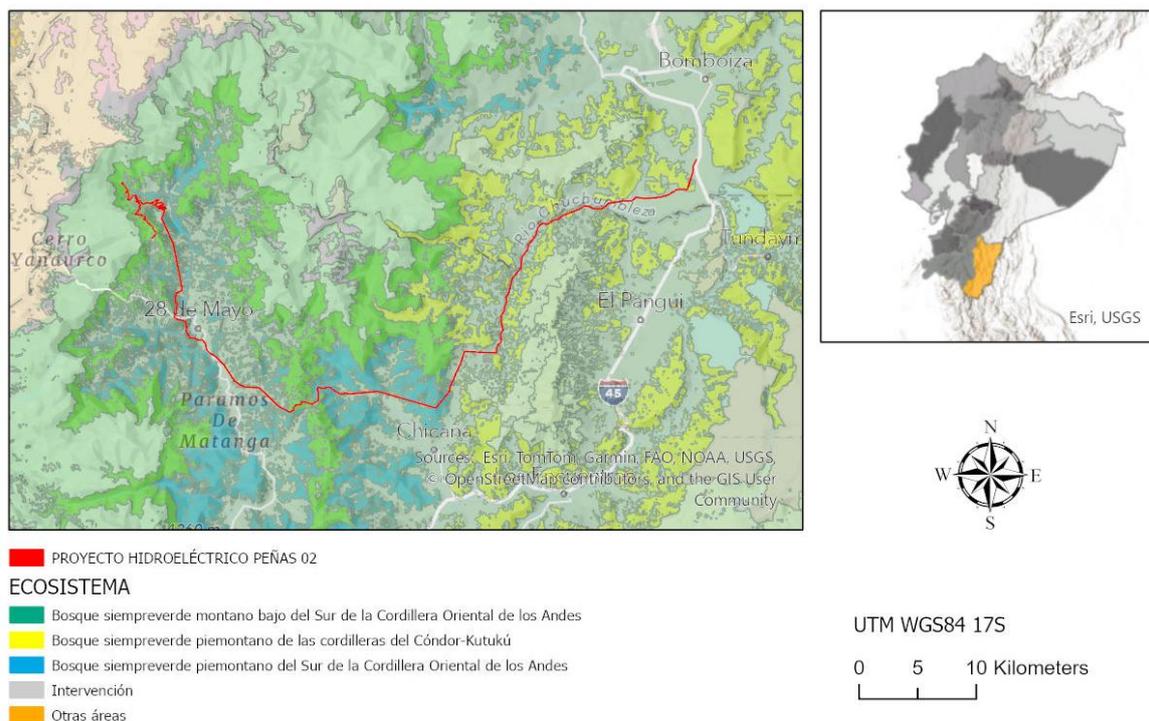
Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú (BsPa02)

Bosque denso con un dosel cerrado de 20 m de alto y en donde los árboles emergentes sobrepasan los 30 m (*e.g. Poulsonia armata*), presenta abundancia de epifitas; este ecosistema se desarrolla en las cordilleras de Cóndor y de Kutukú sobre terrenos colinados y en depresiones, en alturas que oscilan entre los 350 y 1400 msnm.

Este bosque es muy similar al bosque piemontano de las estribaciones orientales de la Cordillera Real u Oriental de los Andes, sin embargo, hacia la vertiente oriental de la cordillera de Kutukú existe una superposición con elementos florísticos provenientes del abanico del Pastaza.

Especies diagnósticas: *Aniba muca*, *Brosimum utile*, *Cecropia marginalis*, *Celtis schippii*, *Chimarrhis glabriflora*, *Clusia decussata*, *C. haughtii*, *Dacryodes peruviana*, *Elaeagia ecuadorensis*, *Endlicheria sericea*, *Ficus pertusa*, *Grias neuberthii*, *G. peruviana*, *Inga acreana*, *Iriartea deltoidea*, *Mabea elata*, *M. standleyi*, *Micropholis guyanensis*, *Nectandra lineatifolia*, *Neea divaricata*, *N. ovalifolia*, *Perebea xanthochyma*, *Poulsenia armata*, *Pouteria durlandii*, *Protium fimbriatum*, *Rollinia dolichopetala*, *Rustia schunkeana*, *Sapium marmieri*, *Socratea exorrhiza*, *Sorocea trophoides*, *Tapirira guianensis*, *T. obtusa*, *Virola peruviana*, *Vochysia guianensis*, *Wettinia maynensis*, *Elaphoglossum latifolium*, *E. leptophyllum*, *Renalmia* spp.

Mapa 4.2-3. Ecosistemas naturales del proyecto.



Fuente: MAATE, 2013

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.2.2 Uso y cobertura del suelo

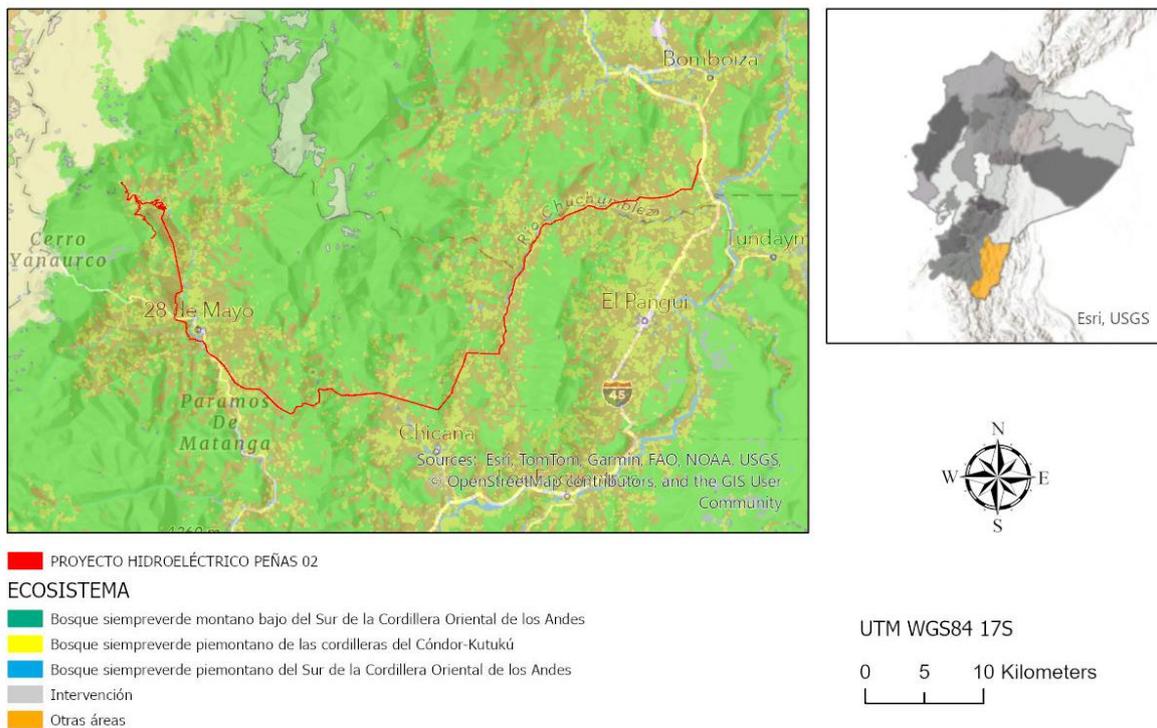
De acuerdo con la información obtenida del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental 2022, escala 1:100.000, emitido Mediante Acuerdo Interministerial: Ministerios del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y de Agricultura y Ganadería: publicado en el Registro Oficial 585 del 11 de septiembre de 2015. Para el proyecto se distinguen cinco tipos de cobertura y uso del suelo, a continuación, se presenta el resultado descriptivo y el Mapa de Cobertura Vegetal y uso del suelo del Área, siendo los mosaicos agropecuarios los que ocupan la mayor superficie 159.58 hectáreas que representan el 65.71 %, mientras que los Bosques nativos representan el 11.72 %.

Tabla 4.2-2. Descripción de la cobertura y uso del suelo presentes en las áreas de influencia del proyecto hidroeléctrico: Las Peñas 2.

No.	Cobertura Nivel I	Cobertura Nivel II	Corresponde al proyecto	En el área del proyecto
1	Bosque	Bosque Nativo	28,79	11,72
2	Vegetación Agropecuaria	Pastizal	52,42	21,59
		Mosaico Agropecuario	159,58	65,71
3	Cuerpos de Agua	Natural	1,95	0,80
4	Zona poblada	Infraestructura	0,45	0,19
Total			243.19	100.00

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Mapa 4.2-2. Cobertura Vegetal y Uso de Suelo.



Fuente: MAG & MAATE 2017

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

El 60,81% del área se encuentra intervenida, principalmente con pastizales y mosaicos agropecuarios, reduciendo la continuidad de los ecosistemas naturales.

4.2.2.3 Tipos de cobertura vegetal

A continuación, se realiza la caracterización de los tipos de cobertura presente dentro de las áreas de influencia de directa del proyecto.

Las áreas de influencia del proyecto, presenta un mosaico de paisaje antropogénico con remanentes de bosques secundarios y primarios, siendo que los bosques primarios se encuentran en zonas con pendientes pronunciadas.

- **Bosque Secundario de laderaU**

Constituye áreas cubiertas de bosques intervenidos con regular estado de conservación, caracterizados por presentar especies en diferentes estados de sucesión y regeneración, con especies de árboles viejos o antiguos con un DAP representativo, que han logrado prevalecer luego de procesos de intervención que ha sufrido el bosque natural debido a la injerencia antrópica.

Los puntos de muestreo dentro de las áreas de bosque; permiten evidenciar que el estado sucesional es característico de Bosques Secundarios, con procesos de intervención moderada por la extracción selectiva de madera, se distinguen tres estratos bien definidos, Árboles, Arbustos y Hierbas.

- **Bosque Secundario intervenido**

En este sitio se observó una intervención a su cobertura vegetal, principalmente por grandes extensiones de pastizales para ganado vacuno. Sus bosques presentan árboles de hasta 20 metros de altura, Se observa bosques secundarios aislados por los pastizales, además de encontrar remanentes bosques primarios en zonas agrestes.

4.2.3 Metodología

El proceso para levantar la línea base del componente biótico, se lo desarrolló en tres fases:

Fase 1. Se llevó a cabo la revisión de información bibliográfica con la finalidad caracterizar las áreas de influencia del proyecto, así como de preparar información para el levantamiento de información In-Situ del área de implementación del proyecto.

Fase 2. Correspondió a una fase de campo donde se realizó el levantamiento de información in-situ para flora y fauna, ajustando diferentes metodologías conforme las características bióticas de las zonas. El levantamiento de información de campo se llevó a cabo del 01 junio al 07 de julio de 2024.

Fase 3. Procesamiento y Análisis de Datos, la información obtenida fue sistematizada y ordenada en matrices primarias, Álbumes de fotográficos, luego se procedió a evaluar y calcular los parámetros ecológicos definidos.

4.2.3.1 Flora

Dadas las características bióticas de las áreas de influencia del proyecto para el levantamiento de la línea base, para flora se consideró evaluar como parámetros ecológicos cuantitativos: La riqueza, Índice de valor de importancia y cualitativos el endemismo, hábito de crecimiento y estado de conservación de conformidad a los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN) y Libro Rojos para Ecuador. La riqueza fue evaluada mediante el uso de los índices de diversidad alfa y beta con la finalidad de a futuro monitorear cambios en la biodiversidad, por sucesión ecológica y los impactos generados por las acciones del proyecto.

La identificación taxonómica para flora se realizó mediante revisión bibliográfica, claves taxonómicas, dendrológicas, guías fotográficas (<https://fieldguides.fieldmuseum.org/>, <https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/nlp/5304>) y literatura especializada) y la revisión en herbarios virtuales (<https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/trc/5305>, <https://plants.jstor.org/>, <https://herbario.uazuay.edu.ec/>). Ciertos registros se clasificaron hasta nivel taxonómico de género debido a que no contaban con características fértiles. Los nombres científicos se verificaron en el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador online y la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (<http://legacy.tropicos.org/ProjectAdvSearch.aspx?projectid=2>). Los hábitos de crecimiento fueron contrastados con el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen y León Yáñez, 1999) y en la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org). Las categorías de amenaza fueron validadas acorde con la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org), el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen y León Yáñez, 1999) y en Adiciones a la Flora del Ecuador, segundo suplemento (Neill y Ulloa, 2011); mientras que, el endemismo se lo revisó en el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011). Para determinar el uso de las especies se revisó la información bibliográfica de la Torre (2008) y la información proporcionada por los guías de la zona.

A fin de determinar el esfuerzo de muestreo se construyó una curva de acumulación de especies, el cual fue complementado con el estimador de riqueza Chao.

4.2.3.2 Fauna

Para la selección de los taxones de fauna y sus parámetros ecológicos, como criterio se usó la sensibilidad de los taxones a las perturbaciones de su hábitat natural que resultasen de las actividades de implementación, ejecución y cierre del proyecto, bajo esta consideración, se evaluaron seis taxones: AVIFAUNA, MASTOFAUNA, HERPETOFAUNA, ENTOMOFAUNA, ICTIOFAUNA, MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS y FITOPLANCTON.

Para todos los taxones se evaluaron los parámetros ecológicos cuantitativos de: La riqueza, Índice de valor de importancia y cualitativos: el endemismo, hábito de crecimiento, nicho trófico, especies migratorias, especies de interés y el estado de conservación de conformidad a los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN) y Libros Rojos para Ecuador. La riqueza fue determinada mediante el uso de los índices de diversidad alfa y beta con la finalidad de a futuro monitorear cambios en la biodiversidad, por sucesión ecológica y los impactos generados por las acciones del proyecto.

La caracterización referente al hábito alimenticio de cada especie corresponde a información revisada en el repositorio virtual de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) Bioweb Ecuador, sección Fauna Web, apartado anfibios (Ron et al., 2024) y apartados reptiles (Torres-Carvajal et al., 2024).

Se utilizó la siguiente clasificación:

- S/I: Sin información
- IG: Insectívoro Generalista
- IE: Insectívoro Especialista
- CARN: Carnívoro
- OMN: Omnívoro

Para determinar la sensibilidad de especies de herpetofauna se consideró el rango de distribución, así como el estatus de conservación de acuerdo con las evaluaciones nacionales en anfibios (Ortega-Andrade et al., 2021) y en reptiles (Carrillo et al., 2005). Se han determinado tres categorías de sensibilidad para las especies reportadas en el presente estudio; así, las especies asociadas con las categorías: En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT), En Peligro Crítico (CR) y especies endémicas serán determinantes para asignar a la especie el grado de sensibilidad Alta, mientras que las categorías No Evaluada (NE) y Datos Insuficientes (DD) determinarán un grado de sensibilidad Media; finalmente, las especies que consten en la categoría de Preocupación Menor (LC) serán consideradas como sensibilidad Baja.

Las técnicas, métodos usados y los sitios de muestreo evaluados, se los describe para cada taxón.

4.2.3.2.1 Avifauna

Las aves son consideradas parte integral de los ecosistemas y, su presencia o ausencia está estrechamente relacionada con el estado de los hábitats; la avifauna ha sido comúnmente utilizado como un indicador que responde a los efectos del disturbio de un hábitat (BirdLife International & Conservation International 2005); por lo que, las convierte en unos excelentes indicadores de biodiversidad, sobre todo a gran escala (BirdLife International & Conservation International 2005).

Para evaluar este taxón, se realizaron capturas con redes de neblina, observaciones directas en transectos lineales, puntos de conteo de radio fijo, registro de vocalizaciones y entrevistas a pobladores, con el objetivo de realizar un muestreo de la avifauna presente en los distintos hábitats localizados dentro del área de estudio. En el caso del uso de redes de neblina, los individuos capturados luego de su identificación fueron liberados, no existió colecta de estos.

- **Redes de Neblina**

Se estableció una estación de redes de neblina, la cual estuvo conformada por tres redes de 12 m x 3 m, que fueron colocadas una seguida de la otra en forma lineal. Cada estación fue monitoreada durante dos días seguidos en cada punto de muestreo, con el fin de capturar el mayor número de individuos.

La apertura de redes se usó dos veces al día en periodos de 4 horas desde las 06h00 hasta las 10h00, y por la tarde, desde las 15h00 hasta las 18h00. Se estableció el muestreo en estos dos horarios, tanto en la mañana como en la tarde, ya que las aves presentan una mayor actividad a esas horas por lo que existe mayor probabilidad de captura.

- **Listas de Mackinnon**

Consiste en registrar lista de aves de un determinado tamaño (5, 10 15 o 20 especies) de forma continua, utilizando el transecto de 1000 metros. Este método toma en cuenta las diferencias en el esfuerzo, apreciaciones del observador y el clima (Reynolds, Scot, & Ussrai, 1980).

- **Transectos**

Se evaluó dos transectos lineales, el cual se tomó longitudinalmente atravesando el área de influencia directa del proyecto en la parte alta NAA y otro transecto en la zona de influencia indirecta en la parte baja del proyecto NBA, con 1000 metros aproximadamente de longitud, localizados dentro del área de estudio y sus alrededores. Se realizaron recorridos libres de observación directa de aves, utilizando binoculares Bushnell 8x35 mm, dentro de cada transecto, con el fin de registrar e incrementar la riqueza de aves identificadas.

- **Registros Auditivos**

Se usó una grabadora para registrar las vocalizaciones y cantos de las especies de aves que no pudieron ser identificadas *in situ*. Las grabaciones de audio permiten al observador identificar sonidos, y proveen registros permanentes de las aves que cantan en los sitios muestreados. La identificación de estos registros auditivos se realizó utilizando la publicación de Birds of Eastern Ecuador, (English & Parker, 1992) y la aplicación Merlin Bird ID (CornellLab of Ornithology, 2024).

- **Entrevistas**

Se entrevistó a los guías que colaboraron en el recorrido, en lo referente a la avifauna conocida en los sitios de muestreo, así como a vecinos de la localidad, un total de ocho personas; para identificar especies que no pudieron hallarse mediante los diferentes métodos y poder contar con información que enriquezca la diversidad de aves en las áreas de estudio. Para la identificación de especies se les preguntó qué aves han visto por el sector, ya que ellos las conocen por sus nombres comunes, empleando las ilustraciones de la Guía de campo de Aves del Ecuador (Miles & Navarrete, 2013).

4.2.3.2.2 Mastofauna

Según Tirira (2007), los muestreos de mamíferos en su estado silvestre no son sencillos, ya que constituyen un grupo de vertebrados heterogéneo, con costumbres, hábitos y preferencias muy variadas entre los diferentes órdenes (Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador, 2017). Bajo esta premisa para evaluar el grupo de mamíferos, se utilizó métodos directos e indirectos. Entre los directos se usaron redes de neblina y trampas vivas y a fin de minimizar el estrés que se pueda generar a los mamíferos entre los indirectos no invasivos se utilizaron cámaras trampa (Cuttler, 1998), avistamientos, registros de huellas y otros rastros.

La limitante de la metodología aplicada con respecto al análisis de datos reside en que las trampas Sherman solo capturan especies de micromamíferos no voladores y las Tomahawk micromamíferos terrestres y mesomamíferos terrestres, pero descartan a los mesomamíferos arbóreos y a los macromamíferos en general, por lo que se aplican los transectos de observación que permiten registrar especies de meso y macromamíferos en los puntos de muestreo.

La combinación de métodos de muestreo cualitativo y cuantitativo permite incrementar el esfuerzo de muestreo y asegurar que la mayor cantidad de especies de mamíferos pueda ser registrada en un tiempo relativamente corto.

Las técnicas de muestreo usadas se han aplicado por varias organizaciones e investigadores que se especializan en el estudio de la mastofauna. Por ejemplo, en estudios realizados con la Escuela Politécnica Nacional, Albuja, L. y otros (2012) consiguió buenos resultados al aplicar metodologías como las sugeridas por Suárez y Mena (1998), que son estandarizadas y se aplican en estudios de mamíferos mediante la captura de los animales con el uso de las trampas Sherman y Tomahawk, para micromamíferos no voladores, y de redes de neblina, para micromamíferos voladores, así como la generación de datos cuantitativos. El empleo de estas técnicas permite recabar información específica de cada individuo de las especies registradas, tales como dimensiones morfométricas, peso, sexo y edad; también, los individuos capturados pueden ser marcados en caso de haber recapturas. Cabe señalar que el registro de mamíferos en su ambiente natural se dificulta, debido a que son animales evasivos, razón por la cual los registros pueden ser menores en comparación con otros grupos (flora o aves). Para su observación y estudio se requiere de técnicas específicas y equipo especializado, ya que la mayoría de las especies son nocturnas (Arévalo, J. E. & de Monteverde, A. C., 2001).

4.2.3.2.3 Herpetofauna

Los anfibios y reptiles se consideran indicadores de calidad ambiental, tomando en cuenta sus complejos ciclos de vida pues dependen de condiciones particulares como la lluvia, humedad, temperatura y varios factores ecológicos que actúan recíprocamente, afectando su comportamiento; esto significa que se vuelven susceptibles a cambios o perturbaciones en su entorno (Yáñez-Muñoz et al., 2007).

Para evaluar el grupo de Herpetofauna se usaron registro, observaciones y grabaciones a través de técnicas de Transectos lineales, Revelamientos por encuentros visuales y Transectos de bandas auditivas sugeridas por Heyer et al. (1994) y Lips et al. (1999) técnicas sugeridas para todo tipo de inventario o monitoreo en los bosques tropicales, (Heyer et al., 1994; Lips et al., 1999; Lynch & Duellman, 1997).

El muestreo cuantitativo de anfibios y reptiles se realizó a través de recorridos diurnos y nocturnos en transectos de 100 x 4 m con un total de ocho transectos evaluados. Las observaciones se realizaron en una franja de cuatro metros, dos metros a cada lado del eje del transecto, y en referencia a la estratificación vertical, hasta tres metros de alto en el subdosel.

Todos los individuos capturados fueron transportados en bolsas plásticas (anfibios) y de tela (reptiles) para su identificación y registro fotográfico; posterior a esta actividad los especímenes fueron liberados cerca del lugar de captura (dentro del mismo transecto donde fueron capturados). Para evitar el recuento de individuos de herpetofauna registrados en los muestreos, tanto cuantitativos como cualitativos, se procedió con su captura temporal y fueron transportados en bolsas plásticas con su respectiva codificación (punto de muestreo, transecto, fecha, hora) y se los mantuvo hasta el último día de muestreo, por punto de muestreo, en el lugar de descanso de los técnicos. Cabe recalcar que las bolsas fueron vigiladas constantemente para mantener las condiciones de humedad y temperatura similares al lugar de su registro, para lo cual se llenaron las bolsas plásticas con suficiente sustrato (hojarasca, hojas, tierra húmeda) y fueron oxigenadas cada cuatro horas. Finalmente, al término del trabajo de campo todos los individuos capturados fueron liberados en lugares específicos cerca de su lugar de registro.

Registros de encuentros visuales (REV)

Esta técnica es usada para medir la composición de especies, la abundancia relativa, distribución espaciotemporal, épocas y lugares de reproducción (Lips et al., 1999). Para aplicar esta técnica se realizaron caminatas diurnas de cuatro horas de duración (de 8:00 a 12:00) y nocturnas, también de cuatro horas (de 19:00 a 23:00). Para los registros de Encuentros Visuales se utilizaron técnicas complementarias, como:

Remoción de Hojarasca en Transectos Lineales

Esta técnica permite el registro de especies que presentan hábitos terrestres y fosoriales en los transectos lineales preestablecidos.

Inspección a Sitios de Apareamiento y Cuerpos de Agua

La búsqueda y observación intensiva de renacuajos y anfibios en cuerpos de agua léntica y/o lótica es una técnica que brinda información adicional acerca de la riqueza y actividad reproductiva y fenología de las especies de anfibios principalmente.

Transectos de Banda Auditiva

Simultáneamente, en las áreas de los transectos de REV se realizaron los transectos de bandas auditivas (Lips et al., 1999), los cuales se basan en la detección de vocalizaciones de anuros machos. La identificación de vocalizaciones de los anfibios se realizó mediante el banco de registros auditivos perteneciente a BioWebEcuador, apartado anfibios (Ron et al., 2024).

4.2.3.2.4 Entomofauna

La entomofauna desempeña roles fundamentales dentro de los servicios ecosistémicos en aspectos tan relevantes como: reciclaje de nutrientes, mejora de las propiedades físico-químicas del suelo, redes de polinización, y redes tróficas, entre otros (Ugalde, 2020). Actualmente, se los considera como grupos megadiversos, y algunos de ellos como indicadores de calidad del ecosistema, por esto, son objeto de análisis cualitativo y cuantitativo en los campos de la ecología, taxonomía, etología, biodiversidad y conservación (Halfer & Favila, 1993).

Los insectos son seres bióticos claves para el funcionamiento del ecosistema, de igual manera, su rol de polinizadores ayuda a mantener nuestros sistemas de producción agrícola, asegurando nuestra soberanía alimentaria (Prado et al., 2018). En este sentido, los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae son un grupo muy diverso e importante en el estudio de ecología y calidad de hábitat, catalogados como excelentes indicadores biológicos (Chamorro et al., 2018; Granados et al., 2010). De la misma manera,

las mariposas diurnas de la familia Nymphalidae han sido utilizadas como una herramienta ecológica importante para evaluar el estado de los hábitats naturales (Olarte-Quiñonez et al., 2016; Guzmán et al., 2016).

Dentro de este grupo se procedió con el levantamiento de información *in situ*, con respecto a las comunidades de coleópteros copronecrófagos y lepidópteros diurnos, en dos sitios de muestreo que se distribuyen en áreas pertenecientes al área de influencia directa las “Peñas 2”, en la parroquia Tutupali del cantón Yacuambi de la provincia de Zamora Chinchipe, siguiendo las metodologías a detallarse a continuación:

Para la evaluación de este grupo se empleó trampas de caída o Pitfall “vivas” cebadas para escarabajos coprófagos y necrófagos. Las trampas Pitfall, se ubicaron en dos sitios de estudio. En cada sitio se instalaron 20 trampas, en conjuntos de 2 trampas de forma paralela a una distancia aproximada de 5m entre sí, y 25m entre conjunto de trampas. Como atrayente se emplearon dos tipos de cebo considerando las preferencias alimenticias del grupo de escarabajos a cuantificar. El primero fueron heces humanas, mismas que han sido largamente probadas como el mejor atrayente para coleópteros coprófagos en vista de sus componentes altamente volátiles (Correa et al, 2016), el segundo fue camarón en descomposición, que actúa en forma eficiente para atraer a coleópteros que presentan hábitos necrófagos. De esta manera, la mitad de las trampas fueron cebadas con heces y la otra con carroña, con el fin de determinar, cuáles son las especies generalistas y cuales las especialistas. Las trampas estuvieron activas durante un periodo de 48 horas, después del cual se cuantificaron, fotografiaron e identificaron preliminarmente los individuos encontrados, para su posterior liberación.

- Lepidópteros diurnos (Rhopalocera)

Los lepidópteros diurnos, previamente conocidos como Rhopaloceros, fueron evaluados mediante la captura y liberación utilizando trampas Van Someren Rydon en los dos sitios de estudio. En cada sitio, se estableció un transecto con diez trampas Van Someren Rydon dispuestas a una distancia aproximada de 25 metros entre cada una. La mitad de estas trampas fueron cebadas con un atrayente compuesto por bananas y guayabas en descomposición, y esencia de vainilla, mientras que la otra mitad fue cebada con camarón en descomposición. Todas las trampas estuvieron activas durante un período de 48 horas.

Para la identificación de todos los especímenes capturados, se empleó material complementario como claves especializadas correspondientes a cada grupo taxonómico, así como libros específicos sobre coleópteros y lepidópteros de Ecuador, actualizados con la información más reciente disponible.

- **Muestreos cualitativos**

El muestreo cualitativo se realizó mediante recorridos de observación y captura, con la ayuda de la red entomológica. En este apartado se encontraron insectos cuya captura no se caracteriza cuantitativamente (Scarabaeidae: escarabajos copronecrófagos y Raphaloceros: mariposas diurnas, explicado anteriormente), es decir, estos registros incluyen a todos los órdenes de insectos. Dentro de la clase Insecta se pueden registrar órdenes como: Hemiptera, Orthoptera, Diptera, entre otros, cuyos muestreos se basan solamente en presencias y ausencias. Los recorridos se realizaron en horarios definidos entre las 9h00 y 19h00. Los recorridos se realizaron por dos horas; buscando entre la hojarasca, troncos y en las hojas de los árboles. Todo esto se realizó con la finalidad de abarcar los diferentes hábitats y microhábitats en transectos de una distancia aproximada de 200 m de longitud (Carvajal et al., 2011).

4.2.3.2.5 Ictiofauna

La integridad biológica de una población de peces contiene información para la evaluación del pasado de la cuenca hidrográfica referida a estudios prospectivos que ayudan a predecir los impactos ambientales producidos por fenómenos de distintos orígenes (Teixeira de Mello, González-Bergonzoni & Loureiro, 2011). Además, es un indicador del estado de conservación de un ambiente acuático.

Para el levantamiento de información se designarán cuerpos de agua que forman parte del monitoreo interno, los que serán caracterizados con base en: el tipo de vegetación circundante, substrato, velocidad de corriente, porcentaje de cobertura vegetal sobre el cauce y transparencia del agua.

La complejidad ambiental y espacial de los sistemas dulceacuícolas del Neotrópico, dificulta el establecimiento de un único método de captura estandarizado que permita determinar un inventario real del área a muestrear (Galvis G. y otros, 2006), (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005). En el Ecuador, tradicionalmente, los inventarios ictiológicos se han realizado utilizando diferentes metodologías basadas principalmente en el uso de redes pasivas y activas, con el fin de coleccionar la riqueza máxima de especies (Barriga, 1983); (Barriga R., 1994).

La aplicación de técnicas de muestreo se basará en la metodología propuesta para las evaluaciones ecológicas rápidas en períodos cortos (Barbour et al., 1999). Esta metodología proporciona información cuantitativa necesaria para determinar la composición y estado de conservación de la ictiofauna local.

Para la colecta de peces se emplearán redes triangulares manuales y atarraya, técnicas que permiten capturar los especímenes observados en cuerpos de aguas lóxicas y lénticas.

Para la identificación de la ictiofauna registrada se utilizaron claves taxonómicas (Barriga R., 1994), listado de especies intermareales (Barriga R., 2012) y Guía de peces para aguas continentales de la vertiente occidental (Jiménez-Prado y otros, 2015). En cuanto al análisis, tabulación, ordenamiento e interpretación de los datos obtenidos en el campo, esto se realizó con el entorno de programación de Bio Diversity Pro Versión 2 y Past. Los especímenes muestreados fueron identificados en base a comparación morfológica. Los peces colectados serán contados, medidos, y fotografiados, para luego ser identificados y devueltos a su lugar de origen.

4.2.3.2.6 Macroinvertebrados Acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos que se pueden ver a simple vista. Se llaman macro porque miden entre 2 milímetros y 30 centímetros, son invertebrados porque no tienen huesos, y acuáticos porque viven en los lugares con agua dulce como: esteros, ríos, lagos y lagunas (Carrera & Fierro, 2001). Estos organismos en la actualidad son utilizados para realizar análisis de calidad de agua, dan respuesta a contaminaciones crónicas y puntuales por medio de ellos se puede medir la degradación del hábitat (Domínguez & Fernández, 2009). Considerando lo expuesto en el presente informe se utiliza a los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad de agua (Roldán, 2003).

Se considera a un organismo como buen bioindicador de la calidad de agua cuando este se encuentra de forma invariable en un ecosistema de características definidas, y/o su población es ligeramente superior o similar, al resto de organismos con los que comparte el mismo hábitat (Roldán, 2003). En concreto, estos organismos responden ágilmente a cambios en las condiciones naturales de los ecosistemas acuáticos (Roldán, 1996); así tanto la estructura (representado por la abundancia por especies) como la composición (la identidad de especies que integran la comunidad) cambia en función de las gradientes ambientales (Roldán, 1996).

Además de presentar las características antes mencionadas se suma su amplia distribución, facilidad para coleccionar con equipo sencillo y a bajo costo, la mayoría de sus representantes son sedentarios por lo tanto reflejan las condiciones de la localidad, son relativamente fáciles de identificar, la taxonomía de muchos grupos está bien estudiada, poseen ciclos de vida largos, se pueden apreciar a simple vista y varían poco genéticamente (Roldán, 2003).

La colecta de macroinvertebrados acuáticos se realizó en cuatro puntos de muestreo, y mediante la siguiente técnica:

Red Surber: conformada por un marco o cuadro abatible de 1/9 de m², que sostiene una red de 300 micrones de luz de entramado, a través de la cual se deja fluir la corriente de agua, quedando depositados en su superficie los organismos a ser estudiados. Dicho marco se deposita en el sustrato del cuerpo de agua a contracorriente, de tal manera que la red reciba los especímenes en su fondo al agitar el sustrato acuático por un minuto dentro de los límites del cuadro el muestreo fue por nueve ocasiones para obtener una muestra de 1m² de sustrato, y procurando abarcar los principales hábitats y micro hábitats en los que se desarrollan los organismos acuáticos. (Roldan, 1998).

Estos procedimientos fueron aplicados en cada sitio de acuerdo con las condiciones topográficas y acceso a los cuerpos de agua.

En el laboratorio se separaron los individuos del sustrato utilizando una bandeja enlozada, pinzas y abundante agua. Posteriormente, en una segunda fase, se procedió a la identificación de los diferentes grupos de macroinvertebrados hasta el nivel taxonómico más específico, utilizando un estereomicroscopio, con la ayuda de las claves de Roldán (1996), Merritt y Cummins (1988) y Domínguez y Fernández (2009).

Índices Ecológicos

Índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera)

Se calcula dividiendo el total de individuos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera para el total de individuos colectados en un sitio determinado, y este resultado se multiplica por 100 para obtener un porcentaje que indicará la calidad biológica del agua (Carrera, 2001).

Tabla 4.2-3. Rango y calidad de agua según el Índice EPT

Rango	Calidad
75-100 %	Muy buena
50-74 %	Buena
25-49 %	Regular
0-24 %	Severamente impactada

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Índice BMWP/Col

Este índice fue adaptado por Roldán Pérez (2003) para los ríos colombianos, y consiste en asignar un valor simple entre 1 y 10 a una familia de macroinvertebrados, el cual es determinado de acuerdo con la tolerancia del organismo a la contaminación orgánica. Para calcular el valor de este índice, se realiza una sumatoria de los puntajes asignados a todas las familias de macroinvertebrados hallados en una muestra, y se obtiene el valor total del índice que señala la calidad biológica del agua (Roldán, 2003).

Tabla 4.2-4. Puntaje asignado a cada familia modificado de Zamora (2007)

Familias	Puntaje
Perlidae – Oligoneuriidae – Euthyplociidae – Polymitarciidae – Odontoceridae – Glossosomatidae – Rhyacophilidae – Calamoceratidae – Hydroptilidae – Anomalopsychidae – Atriplectididae – Psephenidae – Ptilodactylidae – Lampyridae – Polythoridae – Blepharoceridae – Unionidae – Athericidae – Lymnessiidae – Hidridae	10
Leptophlebiidae – Efemeridae – Hydrobiosidae – Philopotamidae – Xiphocentronidae – Gyrinidae – Scirtidae – Gomphidae – Megapodagrionidae – Coenagrionidae – Simuliidae – Gordiidae – Chordodidae – Pyralidae – Ampullariidae – Hirudinae	9
Baetidae – Caenidae – Hydropsychidae – Leptoceridae – Helicopsychidae – Dytiscidae – Dryopidae – Lestidae – Calopterygidae – Pleidae – Saldidae – Gerridae – Veliidae – Hebridae – Dixidae – Palaemonidae – Pseudothelphusidae – Chilinnidae – Blaberidae – Trichodactylidae – Ocyropidae – Ancylidae – Neritidae – Viviparidae – Parastacidae	8
Tricorythidae – Leptohiphidae – Polycentropodidae – Elmidae – Staphylinidae – Aeshnidae – Naucoridae – Notonectidae – Mesolveiidae – Corixidae – Psychodidae – Ancylidae – Planorbidae – Melaniidae – Hydrobiidae	7
Limnichidae – Lutrochidae – Libellulidae – Belostomatidae – Hydrometridae – Gelastocoridae – Nepidae – Dolichopodidae – Corydalidae – Sialidae – Atyidae – Hyalellidae – Planariidae	6
Chrysomelidae – Haliplidae – Curculionidae – Tabanidae – Stratiomyidae – Empididae – Thiaridae	5
Hidrophilidae – Noteridae – Hydraenidae – Noteridae – Tipulidae – Ceratopogonidae – Limnaeidae – Sphaeridae	4
Culicidae – Muscidae – Sciomizidae – Physidae – Glossiphoniidae – Cyclobdellidae – Cyclobdellidae – Lymnaeidae	3
Chironomidae – Ephydriidae – Syrphidae – Todas las familias de Haplotaxida (Excepto Tubifex)	2
Tubificidae (Tubifex)	1

Fuente: Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Tabla 4.2-5. Clases de Calidad de Agua, Valores BMWP/Col y su interpretación

Clase	Calidad	BMWP/COL	Significado
I	Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Sensibilidad y Especies Sensibles

Especies de macroinvertebrados de grupos específicos que presentan Alta sensibilidad a las alteraciones que se pueden dar en los cuerpos de agua. Para determinar la sensibilidad y familias Indicadoras, los valores van de 1 a 10, de acuerdo con el Índice BMWP/Col. La siguiente tabla ilustra cada uno de los rangos:

Tabla 4.2-6. Valores Sensibilidad de las especies

Rango	Interpretación
1 a 3	Baja sensibilidad
4 a 7	Mediana sensibilidad
8 a 10	Alta sensibilidad

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Áreas Sensibles

La sensibilidad es el grado de vulnerabilidad de una determinada área frente a una acción, que conlleva impactos, efectos o riesgos. La mayor o menor sensibilidad dependerá de las condiciones o estado ambiental del área. Al cuerpo de agua se le asignará una categoría de sensibilidad de acuerdo con el rango BMWP/Col (Roldán, 2003), modificado para los criterios de sensibilidad.

Tabla 4.2-7. Sensibilidad de los Cuerpos de Agua según el Índice BMWP/Col

Puntaje total del índice BMWP/COL	Significado	Sensibilidad
Más de 151	Aguas de Buena Calidad	Alta
Valores entre 16 a 150	Aguas de Mediana Calidad	Media
Menos de 15	Aguas de Mala Calidad	Baja

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.3.2.7 Fitoplancton

El plancton está constituido por fitoplancton y zooplancton; el primero está constituido por organismos semejantes a las plantas en virtud del proceso de la fotosíntesis (AE, 1982), mientras que el zooplancton comprende organismos suspendidos en el agua y cuya limitada capacidad de locomoción no les permite nadar en contra de las corrientes (Margalef, 1983), son los consumidores primarios dentro de la red trófica acuática.

El fitoplancton abarca el conjunto de microorganismos acuáticos autótrofos del plancton, que se encuentran especialmente en mares, ríos y lagos; son microalgas que obtienen su energía y nutrientes a través de la energía solar por el proceso conocido como fotosíntesis y por ello, casi siempre se encuentran cerca de la superficie del agua. El fitoplancton constituye el primer eslabón de la cadena alimenticia de los sistemas acuáticos. Se caracterizan también por ser organismos extremadamente pequeños, y aunque existen diferentes variedades anatómicamente son muy sencillos: una talla que les permite moverse, unas unidades desiguales y vacuolas de gas. Los principales grupos de algas que forman el fitoplancton son las diatomeas, las clorofitas, las cianobacterias, los dinoflagelados, los

cianófitos o algas verdeazuladas, algas pardas y cocolitofóridos, entre otros (Reynolds, 1984; Kilham y Hecky, 1988)

Los organismos planctónicos pueden ser usados como indicadores biológicos cuando su presencia y abundancia señala algún proceso o estado del sistema en el cual habitan, en especial si tales fenómenos constituyen un problema de manejo del recurso hídrico. (Pinilla, 2000). Los organismos planctónicos se traducen en indicadores biológicos cuando su presencia y abundancia señala algún proceso o estado del sistema en el cual habitan, en especial si tales fenómenos constituyen un problema de manejo del recurso hídrico. (Pinilla, 2000).

En cada punto de muestreo se obtuvieron muestras superficiales de fitoplancton, utilizando una red de arrastre con un ojo de 50 μm , se realizaron arrastres horizontales. Las muestras recolectadas fueron directo a envases plásticos, debidamente etiquetados y se colocaron 0,6ml de Lugol al 1% para ser preservados las botellas fueron conservadas en frío y llevadas a laboratorio para posteriormente identificación. Este método de recolección y conservación de muestras se alinea con la importancia de las técnicas de conservación eficientes para el análisis de fitoplancton, el uso del Lugol es eficaz para mantener la integridad de las muestras de fitoplancton durante periodos prolongados.

La identificación de fitoplancton se realizó hasta nivel de género, para eso se utilizó la base de datos digital de AlgaeBase www.algaebase.org, se utilizó los libros con ilustraciones y descripción de algas (“Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce”, de Heinz Streble y Dieter Krauter) las claves y guías de Bicudo y Menezes (2006, Streble y Krauter (1987) y Gallo y Apolo (2012). Se utilizó un microscopio óptico, las muestras fueron fijadas en una placa con un cubre objetos. En cada placa se depositó una gota de muestra, para la identificación y conteo de especímenes bajo el microscopio.

El conteo de organismos se realizó con la ayuda de un portaobjetos especial llamado cámara de Neubauer por el método directo descrito por Villafañe y Reid (1995), en el cual se toma con una pipeta Pasteur una alícuota y se coloca entre el cubre y portaobjetos, para observar en el microscopio. Luego se realizaron barridos para observar la totalidad de la alícuota, se construyó una curva de acumulación de especies que señala cuantas alícuotas o placas fueron necesarias para obtener una muestra representativa de la muestra. Para la cuantificación de los diferentes individuos se utilizó diferentes unidades de recuento dependiendo de la forma de las especies encontradas (Paesky, 2013):

Organismos unicelulares o cenobiales: cada célula o cenobiales: cada célula o cenobio se consideró como un individuo.

Colonias palmeloides: contar como un individuo cada ocurrencia de una colonia en el campo visual.

Colonias Filamentosas: contar como un individuo cada ocurrencia de una porción de filamento en el campo visual.

Índice de Polución Orgánica de Palmer

Este índice se basa en una tabla desarrollada por Mervin Palmer en 1969, fue producto del estudio y recopilación de información de las especies más tolerantes a la contaminación orgánica. En esta tabla se muestran los 20 géneros de fitoplancton más tolerantes a la contaminación, asignándoles un valor de 1 a 5 como índice para valorar su tolerancia siendo 5 como el más tolerante. Se basa en una tabla de índices de polución para géneros, y consiste en contar el número de géneros presentes en la muestra, se considera su presencia siempre y cuando el número de individuos de cada género sobrepase las 50 unidades por

mililitro. Para terminar, se suman los índices de polución de cada género y se generan los valores de polución para el cuerpo de agua (Tabla 3) (Junshum, 2008).

> 20 = Polución orgánica

15 – 19 = Polución intermedia

< 15 = Sin polución orgánica

Tabla 4.2-8. Índices de Polución Orgánica de Palmer

Género	Índice de polución	Género	Índice de polución
<i>Anacystis</i>	1	<i>Micractinium</i>	1
<i>Ankistrodesmus</i>	2	<i>Navícula</i>	3
<i>Chlamydomonas</i>	4	<i>Nitzschia</i>	3
<i>Chlorella</i>	3	<i>Oscillatoria</i>	5
<i>Closterium</i>	1	<i>Pandorina</i>	1
<i>Cyclotella</i>	1	<i>Phacus</i>	2
<i>Euglena</i>	5	<i>Phormidium</i>	1
<i>Gomphonema</i>	1	<i>Scenedesmus</i>	4
<i>Lepocinclis</i>	1	<i>Stigeoclonium</i>	2
<i>Melosira</i>	1	<i>Synedra</i>	2

Fuente: Junshum, Choonluchanon, & Traichaiyaporn, 2008

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4 Selección de los sitios de muestreo

Considerando el impacto de los efectos de las obras del proyecto a los taxones de flora como de fauna, dentro del área de influencia directa del proyecto, sistemáticamente, se definieron dos puntos de muestreo ubicados a 100 m antes a la zona de captación del proyecto y a 100 metros después, en zonas con remanentes boscosos.

Para los muestreos de Ictifauna, Macroinvertebrado Acuáticos y Fitoplanton, los muestreos se efectuaron en Tutupali Alto que pertenece la parroquia rural de Tutupali del cantón Yacuambi, provincia de Zamora Chinchipe, en los ríos Yacuchingari y Santa Cleotilde, en la zona se caracteriza por presentar pequeños remanentes de vegetación nativa.

4.2.4.1 Sitio de muestreo para Flora

a) Se levantaron cuatro parcelas de 50 x 50 m., dentro de cada parcela se registraron todos los individuos con un DAP superior a 10 cm para abarcar especies arbustivas y arbóreas, a las cuales se les estimó la altura total.

b) Transectos de observación, se realizaron recorridos de observación de 100 m lineales en los diferentes puntos de estudio para la obtención de datos cualitativos, para ello se realizaron fotografías y anotaron las especies más relevantes de cada sitio.

Tabla 4.2-9. Sitios de muestreo dentro del área de influencia del proyecto

Código	Coordenadas WGS84 ZONA 17		Altitud (m s.n.m)	Tipo de vegetación	Método	Unidad muestral	Tipo de muestreo
P2-FL- C-01	726161 9609150	726163 9609201	1693- 1711	Remanente de bosque primario con intervención	Parcela	50 x 50 m	Cuantitativo
	726213 9609201	726412 9609150					
P2-FL- C-02	727267 9596842	727217 9596841	1579- 1610	Remanente de bosque primario con intervención	Parcela	50 x 50 m	Cuantitativo
P2-FL- O-02	727217 9596791	727268 9596791	1433- 1358	Bosque secundario	Transecto	100 m	Cualitativo
P2-FL- O-01	726954 9608921	727133 9608819	1358- 1433	Bosque secundario y Pastizal	Transecto	100 m	Cualitativo
P2-FL- O-02	727433 9608377	727304 9608218	1570- 1580	Bosque secundario y Pastizal	Transecto	100 m	Cualitativo
P2-FL- O-03	721582 9596944	722327 9597201	1679- 1687	Bosque secundario y Pastizal	Transecto	100 m	Cualitativo
P2-FL- O-04	722207 9597364	721401 9596852	1645- 1657	Bosque secundario y Pastizal	Transecto	100 m	Cualitativo
P2-FL- C-01	726161 9609150	726163 9609201	1693- 1711	Remanente de bosque primario con intervención	Parcela	50 x 50 m	Cuantitativo
P2-FL- C-05	726213 9609201	726412 9609150	3002	Herbazal de Paramo	Cuadrante	10 x 10 m	Cuantitativo
P2-FL- C-02	727267 9596842	727217 9596841	1579- 1610	Remanente de bosque primario con intervención	Parcela	50 x 50 m	Cuantitativo
P2-FL- C-07	727217 9596791	727268 9596791	3004	Herbazal de Paramo	Cuadrante	10 x 10 m	Cuantitativo
P2-FL- O-01	726954 9608921	727133 9608819	1358- 1433	Bosque secundario y Pastizal	Transecto	100 m	Cualitativo
P2-FL- O-02	727433 9608377	727304 9608218	1570- 1580	Bosque secundario y Pastizal	Transecto	100 m	Cualitativo

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Tabla 4.2-10. Escala de Braun-Blanquet.

Índices	Significado	Cobertura
r	Un solo individuo, cobertura despreciable	0,1%
+	Más individuos, cobertura muy baja	1,5%
1	Cobertura menor del 5%	3,5%
2	Cobertura del 5 al 25%	15,5%
3	Cobertura del 25 al 50%	32,5%
4	Cobertura del 50 al 75%	60,5%
5	Cobertura igual o superior al 75%	80,0%

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Mientras que para los muestreos cualitativos se realizaron transectos de observación de 100 m lineales, en donde se anotaron las especies más relevantes de cada sitio.

4.2.4.2 Sitios de Muestreo Fauna

4.2.4.2.1 Aves

En la siguiente tabla se detallan los datos de ubicación de los puntos de muestreo, tanto cualitativos como cuantitativos.

Tabla 4.2-11. Puntos de Muestreo de Avifauna

Sitio de Muestreo	Código de Cartografía/informe	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (m s.n.m)	Tipo de vegetación	Metodología
		Este (m) Inicio	Norte (m) Fin	Este (m) Inicio	Norte (m) Fin			
Tutupali Alto	P2-AVI-CUAN-01	723640	9610435	723598	9610342	1915	Relictos de bosque y pastizales	Cuantitativo: redes y listas de Mackinnon
Tutupali Bajo	P2-AVI-CUAN-02	727512	9608260	727350	9608333	1287	Relictos de bosque y pastizales	Cuantitativo: redes y listas de Mackinnon
Tutupali Alto	P2-AVI-CUAL-01	723358	9610710	724023	9610083	1825	Relictos de bosque y pastizales	Transecto de observación, escucha y entrevistas
Tutupali Bajo	P2-AVI-CUAL-02	724663	9609831	723806	9609704	1801	Relictos de bosque y pastizales	Transecto de observación, escucha y entrevistas
	P2-AVI-CUAL-03	725995	9608763	726736	9609282	1650	Relictos de bosque y pastizales	Transecto de observación, escucha y entrevistas

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.2.2 Mastofauna

En la siguiente tabla se detallan los datos de ubicación de los puntos de muestreo, tanto cualitativos como cuantitativos.

Tabla 4.2-12. Puntos de Muestreo de Mastofauna

Sitio de muestreo	Código de cartografía/informe	Coordenadas UTM WGS 84 zona 17 S				Altitud (m s.n.m)	Tipo de vegetación	Metodología
		Este (m) Inicio	Norte (m) Fin	Este (m) Inicio	Norte (m) Fin			
Tutupali Alto	P2-MAS-CUAN-01	723640	9610435	723598	9610342	1915	Vegetación de páramo	Trampas Sherman, Red de Niebla y Tomahawk
Tutupali Bajo	P2-MAS-CUAN-02	727512	9608260	727350	9608333	1287	Vegetación nativa	Trampas Sherman, Red de Niebla y Tomahawk
Tutupali Alto	P2-MAS-CUAL-01	723358	9610710	724023	9610083	1825	Vegetación de páramo	Transecto de observación directa y Trampas Cámara
Tutupali Bajo	P2-MAS-CUAL-02	724663	9609831	723806	9609704	1801	Vegetación nativa	Transecto de observación directa y Trampas Cámara
Tutupali Bajo	P2-MAS-CUAL-03	725995	9608763	726736	9609282	1650	Vegetación nativa	Transecto de observación directa y Trampas Cámara

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.2.3 Herpetofauna

Los puntos de monitoreo cuantitativos y cualitativos fueron establecidos a lo largo del área circundante a la implantación del proyecto, en el sector Tutupali de la parroquia Tutupali del cantón Yacuambi.

Tabla 4.2-13. Sitios de Muestreo del Área de Estudio del Componente Herpetofauna

Área de Estudio	Código	Coordenadas geográficas UTM WGS 84 Zona 17 S			Altura (m s.n.m)	Tipo de vegetación	Unidad muestral	Tipo de muestreo
		Ubi	Este	Norte				
Tutupali bajo	PMH-01_T1	I:	726025	9609053	1691	Bosque secundario y	100 x 4 m	Cuantitativo
		F:	725946	9609191	1652			

Área de Estudio	Código	Coordenadas geográficas UTM WGS 84 Zona 17 S			Altura (m s.n.m)	Tipo de vegetación	Unidad muestral	Tipo de muestreo
		Ubi	Este	Norte				
						cuerpo de agua		
Tutupali bajo	PMH-01_T2	I:	725946	9609191	1652	Bosque secundario y cuerpo de agua	100 x 4 m	Cuantitativo
		F:	725969	9609289	1619			
Tutupali bajo	PMH-01_T3	I:	725969	9609289	1619	Bosque secundario y cuerpo de agua	100 x 4 m	Cuantitativo
		F:	725930	9609387	1586			
Tutupali bajo	PMH-01_T4	I:	725930	9609387	1586	Bosque secundario y cuerpo de agua	100 x 4 m	Cuantitativo
		F:	725925	9609463	1571			
Tutupali alto	PMH-02_T1	I:	724380	9609747	1694	Bosque secundario	100 x 4 m	Cuantitativo
		F:	724385	9609708	1707			
Tutupali alto	PMH-02_T2	I:	724385	9609708	1707	Bosque secundario	100 x 4 m	Cuantitativo
		F:	724416	9609664	1717			
Tutupali alto	PMH-02_T3	I:	724416	9609664	1717	Bosque secundario	100 x 4 m	Cuantitativo
		F:	724448	9609630	1732			
Tutupali alto	PMH-02_T4	I:	724448	9609630	1732	Bosque secundario	100 x 4 m	Cuantitativo
		F:	724461	9609612	1738			
Tutupali bajo	POH-01	I:	727379	9608477	1302	Pastizal	500 x 4 m	Cualitativo
		F:	727162	9608677	1433			
Tutupali bajo	POH-02	I:	726804	9608792	1493	Pastizal	500 x 4 m	Cualitativo
		F:	726392	9609093	1703			
Tutupali alto	POH-03	I:	725484	9609300	1626	Pastizal	500 x 4 m	Cualitativo
		F:	724983	9609292	1747			
Tutupali alto	POH-04	I:	724864	9609416	1750	Pastizal	500 x 4 m	Cualitativo
		F:	724530	9609565	1761			

PM=Punto de Monitoreo, PO=Punto de Observación, H=Herpetofauna, T=Transecto

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.2.4 Entofauna

Tabla 4.2-14. Sitios de Muestreo del Área de Estudio del Componente Entomofauna

Área de estudio	Fecha	Código	Coordenadas geográficas UTM WGS 84 zona 17 S		Altura (m s.n.m.)	Tipo de vegetación	Unidad muestral	Tipo de muestreo	Intersección área protegida
			Este	Norte					
Tutupali alto	01 al 03/07/20	Ps2_TP1	723633	9610591	1795	Bosque montano	250m	Trampas Pitfall	No

	24					oriental			
Tutupal i alto	01 al 03/07/20 24	Ps2_VS R1	72363 3	961059 1	1795	Bosque montano oriental	250m	Trampas Van Someren Rydon	No
Tutupal i alto	1/7/2024	Ps2_RM 1	72363 3	961059 1	1795	Bosque montano oriental	200m	Red ento.	No
Tutupal i alto	2/7/2024	Ps2_RM 2	72359 9	961076 4	1869	Bosque montano oriental	200m	Red ento.	No
Tutupal i bajo	03 al 05/07/20 24	Ps2_TP2	72734 3	960842 6	1319	Bosque montano oriental	250m	Trampas Pitfall	No
Tutupal i bajo	03 al 05/07/20 24	Ps2_VS R2	72734 3	960842 6	1319	Bosque montano oriental	250m	Trampas Van Someren Rydon	No
Tutupal i bajo	4/7/2024	Ps2_RM 3	72734 3	960842 6	1319	Bosque montano oriental	200m	Red ento.	No
Tutupal i bajo	5/7/2024	Ps2_RM 4	72748 7	960831 7	1338	Bosque montano oriental	200m	Red ento.	No

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.2.5 Sitios de Muestreo Ictiofauna

La siguiente tabla presenta las coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo.

Tabla 4.2-15. Puntos de Muestreo Ictiofauna

Sitio de muestreo	Código de cartografía/ informe	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17sur		Altitud (m s.n.m)	Tipo de vegetación	Metodología	Unidad muestral (m ²)
		Este (m)	Norte (m)				
		Inicio	Fin				
Rio Yacuchingari	LP2-ICT01	723637	9610837	1827	Vegetación nativa en Recuperación	Electro fishing	10
Rio Yacuchingari	LP2-ICT02	723706	9610524	1803	Remanente de vegetación nativa	Electro fishing	10

Rio Santa Cleotilde	LP2-ICT03	727414	9608352	1272	Vegetación nativa en Recuperación	Electro fishing	10
Rio Santa Cleotilde	LP2-ICT04	727530	9608300	1267	Remanente de vegetación nativa	Electro fishing	10

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.2.6 Macroinvertebrados Acuáticos

El área de estudio se encuentra en Tutupali Bajo que pertenece la parroquia rural de Tutupali del cantón Yacuambi, provincia de Zamora Chinchipe, la zona se caracteriza por presentar pequeños remanentes de vegetación nativa. De acuerdo con las condiciones topográficas y acceso a los cuerpos de agua, la colecta de macroinvertebrados acuáticos se realizó en cuatro puntos de muestreo.

La siguiente tabla presenta las coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo.

Tabla 4.2-16. Puntos de Muestreo Macroinvertebrados Acuáticos con unidades muestrales de 2m²

Sitio de muestreo	Código de cartografía/informe	Coordenadas UTM WGS 84 zona 17sur		Altitud (m s.n.m)	Tipo de vegetación	Metodología	Tipo muestreo
		Este (m)	Norte (m)				
		Inicio	Fin				
Rio Yacuchingari	LP2-MB01	723637	9610837	1827	Vegetación nativa en Recuperación	Red Surber	Cuantitativo
Rio Yacuchingari	LP2-MB02	723706	9610524	1803	Remanente de vegetación nativa	Red Surber	Cuantitativo
Rio Santa Cleotilde	LP2-MB03	727414	9608352	1272	Vegetación nativa en Recuperación	Red Surber	Cuantitativo
Rio Santa Cleotilde	LP2-MB04	727530	9608300	1267	Remanente de vegetación nativa	Red Surber	Cuantitativo

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.2.7 Fitoplancton

La siguiente tabla presenta las coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo.

Tabla 4.2-17. Puntos de Muestreo Fitoplancton

Sitio de muestreo	Fecha	Código de cartografía/informe	Coordenadas UTM WGS 84 zona 17 S		Altitud (m s.n.m)	Tipo de vegetación	Metodología
			Este (m)	Norte (m)			
			Inicio	Fin			

Rio Yacuchingari	4/7/2024	FP2-MB01	723637	9610837	1827	Páramo	Red de Arrastre
Rio Yacuchingari	4/7/2024	FP2-MB02	723706	9610524	1803	Páramo	Red de Arrastre
Rio Santa Cleotilde	5/7/2024	FP2-MB03	727414	9608352	1272	Vegetación nativa en Recuperación	Red de Arrastre
Rio Santa Cleotilde	5/7/2024	FP2-MB04	727530	9608300	1267	Remanente de vegetación nativa	Red de Arrastre

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.3 Esfuerzo de muestreo flora

El esfuerzo de muestreo realizado en los diferentes sitios varió en función de la metodología y del sitio de trabajo, las cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 4.2-18. Esfuerzo de muestreo del componente Flora

Código	Unidad muestral	Superficie muestreada	Número de días	Horas por día	Total (horas)
P2-FL-C-01	Parcela 50 x 50 m	2500 m ²	1	8	8
P2-FL-O-01	Transecto 100 m	100 m	1	2	2
P2-FL-O-02	Transecto 100 m	100 m	1	2	2
P2-FL-O-03	Transecto 100 m	100 m	1	2	2
P2-FL-O-04	Transecto 100 m	100 m	1	2	2
P2-FL-C-02	Cuadrante 10 x 10 m	100 m ²	1	3	3
P2-FL-C-03	Cuadrante 10 x 10 m	100 m ²	1	3	3
P2-FL-C-04	Cuadrante 10 x 10 m	100 m ²	1	3	3
P2-FL-C-05	Cuadrante 10 x 10 m	100 m ²	1	3	3
P2-FL-C-06	Cuadrante 10 x 10 m	100 m ²	1	3	3
P2-FL-C-07	Cuadrante 10 x 10 m	100 m ²	1	3	3
P2-FL-O-05	Transecto 100 m	100 m	1	2	2
P2-FL-O-06	Transecto 100 m	100 m	1	2	2

Elaborado por: Equipo consultor, 2024.

4.2.4.4 Esfuerzo de muestreo Fauna

4.2.4.4.1 Avifauna

En la siguiente tabla se describe el esfuerzo de muestreo realizado durante el muestreo biótico para la zona de estudio.

Tabla 4.2-19. Esfuerzo de Muestreo aplicado para el Componente Avifauna

Código de cartografía/ informe	Metodología	Red/área	Horas/día	N° personas	Horas/ total
P2-AVI- CUAN-01	Redes de niebla y listas de Mackinnon	3 redes	7 horas/2 días	2	14 horas
		Transecto (1000 m)	3 horas/2 días		6 horas
P2-AVI- CUAN-02	Redes de niebla y listas de Mackinnon	3 redes	7 horas/2 días	2	14 horas
		Transecto (1000 m)	3 horas/2 días		6 horas
P2-AVI- CUAL-01	Recorrido de observación, grabaciones y entrevistas	Transecto (1000 m)	3 horas/1 día	1	3 horas
P2-AVI- CUAL-02	Recorrido de observación, grabaciones y entrevistas	Transecto (1000 m)	3 horas/1 día	1	3 horas
P2-AVI- CUAL-03	Recorrido de observación, grabaciones y entrevistas	Transecto (1000 m)	3 horas/1 día	1	3 horas

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.4.2 Mastofauna

En la siguiente tabla se describe el esfuerzo de muestreo realizado durante el muestreo biótico para la zona de estudio.

Tabla 4.2-20. Esfuerzo de Muestreo aplicado para Mastofauna

Código de cartografía/ informe	Metodología	Red/área	Horas/día	N° personas	Horas//total
P2-MAS-CUAL- 01	Sherman y Tomahawk, red de neblina	12 Sherman	24 horas/2 días	1 técnico	576 horas
		5 Tomahawk			240 horas
		6 redes de Niebla	4 horas/2 días		48 horas
P2-MAS-CUAL- 02	Sherman y Tomahawk, red de neblina	12 Sherman	24 horas/2 días	1 técnico	576 horas
		5 Tomahawk			240 horas

Código de cartografía/ informe	Metodología	Red/área	Horas/día	N° personas	Horas//total
		3 redes de Niebla	4 horas/2 días		24 horas
P2-MAS-CUAL-01	Transectos de observación directa y Trampas Cámara	Transecto (1000 m)	3 horas/2 días	1 técnico	6 horas
		2 trampas Cámara	24 horas/2 días		96 horas
P2-MAS-CUAL-02	Transectos de observación directa y Trampas Cámara	Transecto (1000 m)	3 horas/2 días	1 técnico	6 horas
		2 trampas Cámara	24 horas/2 días		96 horas
P2-MAS-CUAL-03	Transectos de observación directa y Trampas Cámara	Transecto (1000 m)	3 horas/2 días	1 técnico	6 horas
		2 trampas Cámara	24 horas/2 días		96 horas

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.4.3 Herpetofauna

El muestreo diurno se realizó desde las 08:00 hasta las 12:00 y el muestreo nocturno desde las 19:00 hasta las 23:00. Los recorridos de observación se monitorearon por 2 horas cada uno. Para este estudio se determinaron dos días de trabajo de campo, con lo que se obtuvo un esfuerzo total de muestreo de 40 horas /persona.

Tabla 4.2-21. Esfuerzo de muestreo del componente Herpetofauna

Código	Metodología	Superficie muestreada	Número de días	Horas por día	Total, de horas
PMH-01	Relevamientos por encuentros visuales	100 x 4 m	2	8	16
PMH-02	Relevamientos por encuentros visuales	100 x 4 m	2	8	16
POH-01	Recorrido de observación	500 x 4 m	1	2	2
POH-02	Recorrido de observación	500 x 4 m	1	2	2
POH-03	Recorrido de observación	500 x 4 m	1	2	2
POH-04	Recorrido de observación	500 x 4 m	1	2	2

PM=Punto de Monitoreo, PO=Punto de Observación, H=Herpetofauna

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.4.4 Entofauna

Tabla 4.2-22. Esfuerzo de muestreo de los Sitios de Muestreo de Entofauna

Código	Metodología	Superficie muestreada	Numero de trampas/ transectos	Número de días	Horas por día/trampa	Total (horas)
Ps2_TP1	Trampas Pitfall	250m	20	2	24	960
Ps2_VSR1	Trampas Van Someren Rydon	250m	10	2	24	480
Ps2_RM1	Observación directa/Red de mano	200m	1	1	2	2
Ps2_RM2	Observación directa/Red de mano	200m	1	1	2	2
Ps2_TP2	Trampas Pitfall	250m	20	2	24	960
Ps2_VSR2	Trampas Van Someren Rydon	250m	10	2	24	480
Ps2_RM3	Observación directa/Red de mano	200m	1	1	2	2
Ps2_RM4	Observación directa/Red de mano	200m	1	1	2	2

Ps2= Peñas 2, TP= Trampa Pitfall, VSR= Trampa Van Someren Rydon, RM= Red de mano

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.4.5 Ictiofauna

Se incluye esfuerzo de muestreo aplicado para el levantamiento de datos y caracterización.

Tabla 4.2-23. Esfuerzo de Muestreo aplicado para el Componente de Ictiofauna

Código de cartografía/ informe	Metodología	Red/Área	Horas/Día
LP2-IC01	Electro fishing	1 red	2 horas/1 día
LP2-IC02	Electro fishing	1 red	2 horas/1 día
LP2-IC03	Electro fishing	1 red	2 horas/1 día
LP2-IC04	Electro fishing	1 red	2 horas/1 día

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.4.6 Macroinvertebrados Acuáticos

Se incluye esfuerzo de muestreo aplicado para el levantamiento de datos y caracterización.

Tabla 4.2-24. Esfuerzo de Muestreo aplicado para el Componente de Macroinvertebrados

Código de cartografía/ informe	Metodología	Red/área	Horas/día
LP2-MB01	Red Surber	1 red	2 horas/1 día
LP2-MB02	Red Surber	1 red	2 horas/1 día
LP2-MB03	Red Surber	1 red	2 horas/1 día
LP2-MB04	Red Surber	1 red	2 horas/1 día

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.2.4.4.7 Fitoplancton

Se incluye esfuerzo de muestreo aplicado para el levantamiento de datos y caracterización.

Tabla 4.2-25. Esfuerzo de Muestreo aplicado para el Componente de Fitoplancton

Código de cartografía/ informe	Metodología	Red/área	Horas/día
FP2-MB01	Red de Arrastre	1 red	2 horas/1 día
FP2-MB02	Red de Arrastre	1 red	2 horas/1 día
FP2-MB03	Red de Arrastre	1 red	2 horas/1 día
FP2-MB04	Red de Arrastre	1 red	2 horas/1 día

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

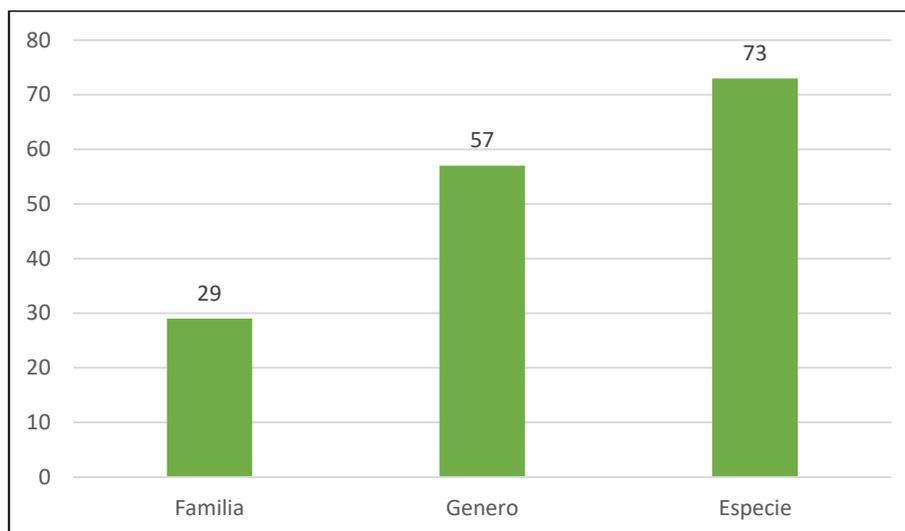
4.3 Resultados

4.3.1 Flora

4.3.1.1 Riqueza y diversidad de especies

Dentro del área de influencia directa del proyecto, se registró un total de 335 individuos que representaron a 73 especies arbóreas, pertenecientes a 57 géneros de 29 familias. La especie que tuvo el mayor número de individuos (41) fue *Matayba inelegans Spruce*.

Figura 4.3-1. Número de familias, géneros y especies registradas para el proyecto las Peñas 2



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

En la Tabla 4.3 26., se presentan en orden descendente las especies con la mayor importancia ecológica dentro de la estructura de los ecosistemas identificados en la zona del proyecto de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia calculado, las especies de: *Hieronyma asperifolia* Pax & K. Hoffm., *Matayba inelegans* Spruce ex Radlk., *Elaeagia* sp., *Endlicheria sericea* Nees, *Aniba muca* (Ruiz & Pav.) Mez. Presentan el mayor índice de valor de importancia: 7.97 %; 7.21%; 7.10%; 6.54% y 6.01% respectivamente, bajo esta consideración pueden ser consideradas dentro del plan de restauración en el Plan de Manejo Ambiental, puesto que son especies que controlan las entradas y salidas de energía en los ecosistemas de estudio.

Tabla 4.3-26. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies registradas en las Áreas de Influencia del proyecto.

Familia	Especies	Fr.	DR. (%)	Dm. R (%)	IVI (%)
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	1	1.3	6.67	7.97
Sapindaceae	<i>Matayba inelegans</i> Spruce ex Radlk.	1	1.3	5.91	7.21
Rubiaceae	<i>Elaeagia</i> sp.	1	1.3	5.8	7.1
Lauraceae	<i>Endlicheria sericea</i> Nees	1	1.3	5.24	6.54
Lauraceae	<i>Aniba muca</i> (Ruiz & Pav.) Mez	1	1.3	4.71	6.01
Rubiaceae	<i>Stilpnophyllum grandifolium</i> L.Andersson	1	1.3	4.41	5.71
Myristicaceae	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A.H. Gentry	1	1.3	4.09	5.39
Lauraceae	<i>Nectandra lineatifolia</i> (Ruiz & Pav.) Mez	2	2.6	2.6	5.2
Euphorbiaceae	<i>Mabea speciosa</i> Müll. Arg.	1	1.3	3.63	4.93
Arecaceae	<i>Wettinia maynensis</i> Spruce	2	2.6	1.69	4.29

Familia	Especies	Fr.	DR. (%)	Dm. R (%)	IVI (%)
Melastomatacea	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.) Triana	1	1.3	2.94	4.24
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1	1.3	2.92	4.22
Rubiaceae	<i>Cinchona lucumifolia</i> Pav. ex Lindl.	2	2.6	1.58	4.18
Euphorbiaceae	<i>Alchornea grandiflora</i> Müll. Arg.	1	1.3	2.7	4
Rubiaceae	<i>Isertia laevis</i> (Triana) B.M. Boom	1	1.3	2.69	3.99
Melastomatacea	<i>Axinaea cf. sclerophylla</i> Triana	1	1.3	2.61	3.91
Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	1	1.3	2.56	3.86
Melastomatacea	<i>Meriania nobilis</i> Triana	2	2.6	1.06	3.66
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	1	1.3	2.24	3.54
Euphorbiaceae	<i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill.	1	1.3	1.92	3.22
Moraceae	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	1	1.3	1.88	3.18
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	1	1.3	1.75	3.05
Meliaceae	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	1	1.3	1.71	3.01
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	1	1.3	1.51	2.81
Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	1	1.3	1.5	2.8
Salicaceae	<i>Tetrathylacium macrophyllum</i> Poepp.	1	1.3	1.46	2.76
Lauraceae	<i>Beilschmiedia sulcata</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	1	1.3	1.33	2.63
Fabaceae	<i>Inga acreana</i> Harms	1	1.3	1.28	2.58
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma duquei</i> Cuatrec.	1	1.3	1.27	2.57
Myristicaceae	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	1	1.3	1.12	2.42
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	1	1.3	1.06	2.36
Moraceae	<i>Brosimum</i> sp.	1	1.3	1.01	2.31
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	1	1.3	0.97	2.27
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	1	1.3	0.92	2.22
Lauraceae	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	1	1.3	0.86	2.16
Nyctaginaceae	<i>Neea divaricata</i> Poepp. & Endl.	1	1.3	0.8	2.1
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.	1	1.3	0.78	2.08
Rubiaceae	<i>Elaeagia cf. karstenii</i> Standl.	1	1.3	0.76	2.06
Salicaceae	<i>Ryania</i> sp.	1	1.3	0.71	2.01
Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.	1	1.3	0.65	1.95
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	1	1.3	0.64	1.94
Myrtaceae	<i>Sapium</i> sp.	1	1.3	0.61	1.91
Rosaceae	<i>Prunus</i> sp.	1	1.3	0.5	1.8
Alzateaceae	<i>Alzatea verticillata</i> Ruiz & Pav.	1	1.3	0.45	1.75
Lauraceae	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	1	1.3	0.45	1.75
Myristicaceae	<i>Compsonura</i> sp.	1	1.3	0.43	1.73
Arecaceae	<i>Chamaedorea linearis</i> (Ruiz & Pav.) Mart.	1	1.3	0.42	1.72
Clusiaceae	<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana	1	1.3	0.37	1.67
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	1	1.3	0.37	1.67
Lauraceae	<i>Pleurothyrium</i> sp.	1	1.3	0.34	1.64
Chrysobalana- ceae	<i>Hirtella</i> sp.	1	1.3	0.33	1.63
Clusiaceae	<i>Chrysochlamys</i> sp.	1	1.3	0.32	1.62

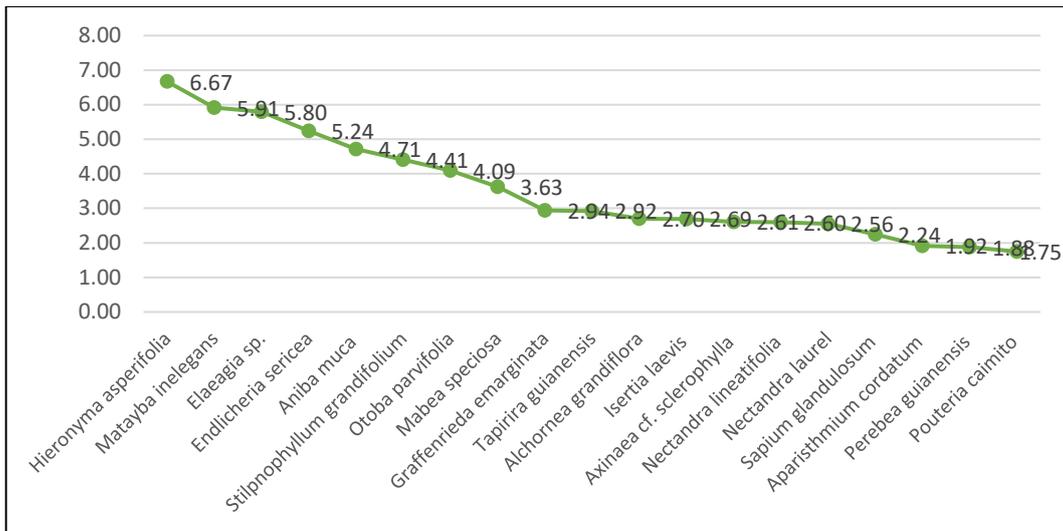
Familia	Especies	Fr.	DR. (%)	Dm. R (%)	IVI (%)
Lauraceae	<i>Aniba coto</i> (Rusby) Kosterm.	1	1.3	0.31	1.61
Melastomatacea	<i>Miconia imitans</i> Wurdack	1	1.3	0.31	1.61
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	1	1.3	0.26	1.56
Lauraceae	<i>Pleurothyrium insigne</i> van der Werff	1	1.3	0.25	1.55
Actinidiaceae	<i>Saurauia peruviana</i> Buscal.	1	1.3	0.24	1.54
Euphorbiaceae	<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich.) Griseb.	1	1.3	0.2	1.5
Salicaceae	<i>Casearia</i> sp.	1	1.3	0.2	1.5
Moraceae	<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	1	1.3	0.18	1.48
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	1	1.3	0.17	1.47
Lauraceae	<i>Ocotea benthamiana</i> Mez	1	1.3	0.17	1.47
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	1	1.3	0.16	1.46
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	1	1.3	0.15	1.45
Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill.	1	1.3	0.15	1.45
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	1	1.3	0.15	1.45
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	1	1.3	0.09	1.39
Lauraceae	<i>Endlicheria formosa</i> A. C. Sm.	1	1.3	0.09	1.39
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	1	1.3	0.09	1.39
Moraceae	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	1	1.3	0.09	1.39
Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	1	1.3	0.09	1.39
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum anisodorum</i> Todzia	1	1.3	0.08	1.38
Myristicaceae	<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb.	1	1.3	0.08	1.38
Total		77	100	100	200

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.1.1.1 Curva de dominancia de especies

Para la curva de dominancia se usaron las especies de las parcelas muestreadas con sus valores relativos y para su representación se seleccionó las especies que tuvieron una dominancia mayor a 1% ya que existieron muchas especies con dominancias menores y no se apreciaba en el gráfico. Por ello, se registró a *Hieronyma asperifolia* 6,67% como la especie con mayor dominancia, seguido de *Matayba inelegans* y *Elaeagia* sp. con un 5,91% y 5,80% de dominancia respectivamente.

Figura 4.3-2. Curva de dominancia de especies del muestreo cuantitativo



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.1.1.2 Análisis de diversidad

4.3.1.1.2.1 Diversidad alfa (α)

Para las áreas de influencia del proyecto, el índice de diversidad de Simpson nos muestra que poseen una diversidad alta ya que nos dice que existe una dominancia baja. Mientras que el índice de Shannon nos muestra la diversidad alta las dos zonas de muestreo. El índice de dominancia refleja que la riqueza de especies dentro del área de muestreo del bosque representa una Diversidad Media, lo que demuestra que la comunidad vegetal mantiene una estabilidad dentro del ecosistema; por tanto, se evidencia que un importante número de especies se distribuyen de manera bastante uniforme en poblaciones de buen tamaño.

Por otro lado, el estimador Chao-1 nos muestra el número de especies que se espera encontrar en las parcelas de muestreo, lo cual nos dice que en ambos muestreos podrían aumentar el número de especies con un mayor esfuerzo de muestreo y más repeticiones de los muestreos.

Tabla 4.3-27. Índices de Diversidad Alfa para los sitios de muestreo.

Índices de diversidad	Bosque	Páramo
Especies	42	40
Dominance_D	0,0724	0,0592
Simpson_1-D	0,9276	0,9408
Shannon_H	3,105	3,23
Chao-1	62	61,1

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.1.1.2.2 Diversidad beta (β)

La diversidad beta nos muestra que las zonas de muestreo tienen una similitud de especies registradas. El índice de Jaccard nos muestra que posee una similitud del 12%, mientras que el índice de Sorensen nos muestra una similitud del 22%.

Tabla 4.3-28. Índices de Diversidad beta para los muestreos cuantitativos

JACCARD SORENSEN	Bosque laderas	Bosque intervenido
Bosque laderas	1	0,12
Bosque intervenido	0,22	1

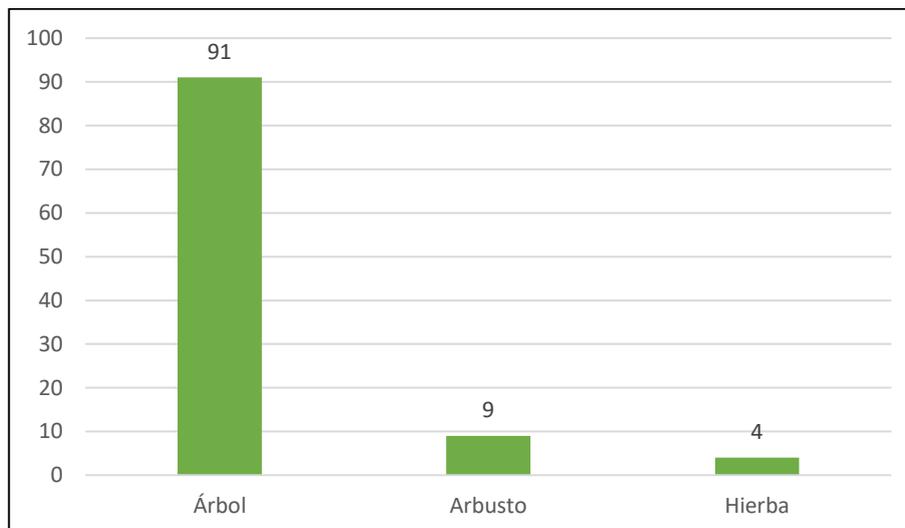
Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.1.1.3 Aspectos ecológicos

4.3.1.1.3.1 Hábitos florísticos o formas de vida

Dentro de este muestreo biótico, se registran tres hábitos florísticos, siendo la vegetación arbórea la más representativa, por ello, se registran 91 especies de árboles y la menos representativa es; hábito de crecimiento de hierbas con 4 especies, mientras que para arbusto se registraron 9 especies.

Figura 4.3-3. Hábitos florísticos registrados

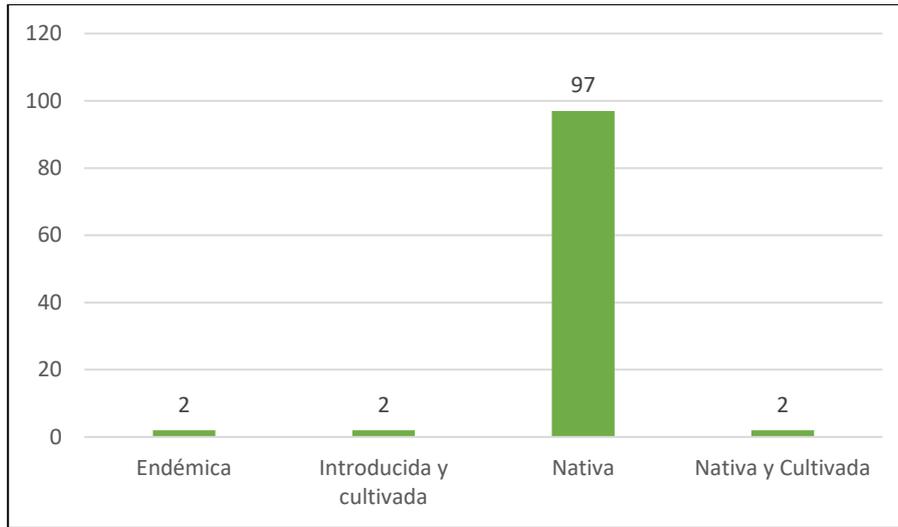


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.1.1.3.2 Origen Florístico

De manera general se registran 97 especies nativas, 2 especies nativas y cultivadas, 2 especies introducidas y cultivadas, y se reportan 2 especies endémicas para el Ecuador continental.

Figura 4.3-4. Hábitos florísticos de las especies registradas



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Tabla 4.3-29. Especies endémicas registradas dentro el área de estudio

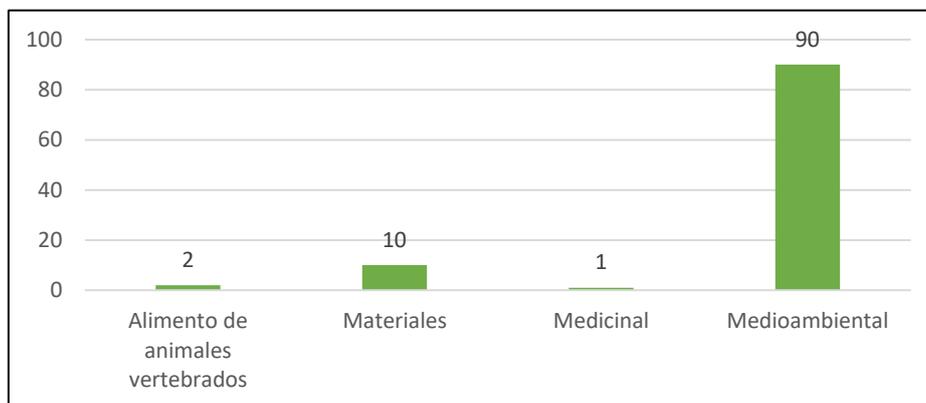
Familia	Nombre científico	Habito
Rubiaceae	<i>Cinchona lucumifolia</i> Pav. ex Lindl.	Arbusto
Melastomataceae	<i>Miconia imitans</i> Wurdack	Árbol

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.1.1.3.3 Categorías de uso de recurso

Se reportan 4 usos, la mayoría de las especies no poseen usos directos para el ser humano, pero son calificados como uso medioambiental ya que su principal función es la absorción y almacenamiento dióxido de carbono, generación de oxígeno, además de proveer de alimento y refugio para especies de fauna; por ello, se registraron 90 especies con la categoría medioambiental.

Figura 4.3-5. Categorías de uso de recurso florístico



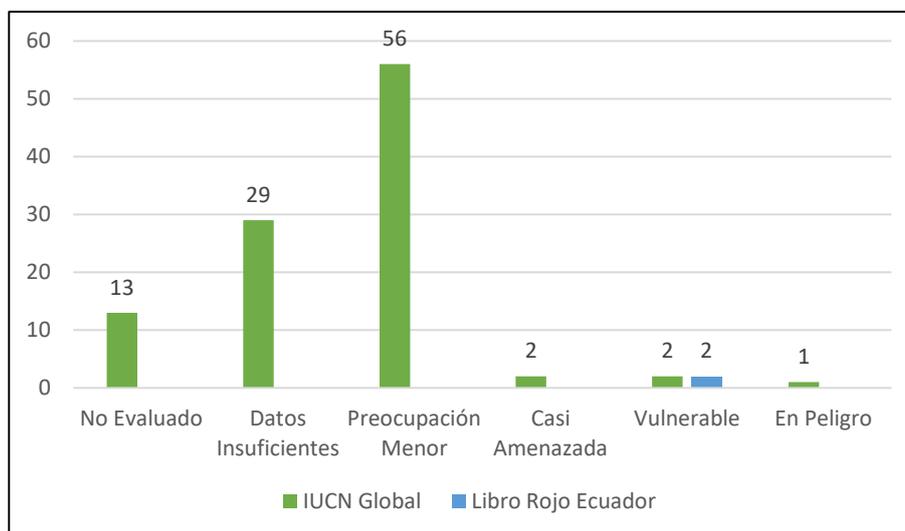
Elaborado por: Equipo consultor, 2024

En sus bosques y remanentes de bosques del área de estudio existen plantas con potencial maderable perteneciendo a la categoría de materiales, entre estos se registró 10 especies, principalmente de la familia Lauraceae: *Ochroma pyramidale*, *Aniba coto*, *Aniba muca*, *Aniba sp.*, *Nectandra lineatifolia*, *Ocotea aciphylla*, *Ocotea benthamiana*, *Nectandra laurel*, *Ocotea longifolia*, *Clarisia biflora*. Se reportan dos especies en la categoría de alimento de animales vertebrados, el mismo que se registran al pasto miel (*Setaria sphacelata*) y a la *Bacharia* (*Bacharia sp.*) como especies forrajeras usadas en los pastizales para la crianza de ganado vacuno. De igual manera se reporta una especie de uso Medicinal registrando a la Sangre de Drago (*Croton lechleri*).

4.3.1.1.3.4 Especies amenazadas

Se reporta en este estudio que a nivel global 13 especies no han sido evaluadas, 29 especies no poseen los datos suficientes (especies identificadas hasta género) para evaluar su categoría de amenaza, 56 especies se presentan como Preocupación Menor y 2 especies están como Casi Amenazada. Mientras que se registró 3 especies en categoría de amenaza: *Cinchona lucumifolia* y *Miconia imitans* como especies Vulnerables y *Stilpnophyllum grandifolium* como especies En Peligro.

Figura 4.3-6. Categorías de amenaza de las especies registradas de flora



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Tabla 4.3-30. Categorías de conservación de las especies registradas de conformidad con la UICN y libro rojo de Ecuador

Familia	Nombre científico	Libro rojo Ecuador	IUCN
Rubiaceae	<i>Cinchona lucumifolia</i> Pav. ex Lindl.	Vulnerable	Vulnerable
Rubiaceae	<i>Stilpnophyllum grandifolium</i> L.Andersson	-	En Peligro
Melastomataceae	<i>Miconia imitans</i> Wurdack	Vulnerable	Vulnerable

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.1.2 Área basal y volumen promedio por hectárea

El volumen tiene relación directa con el valor del área basal y la altura de los árboles, así los bosques que se encuentran en mejor condición van a presentar mayor volumen total.

En la siguiente tabla se presenta el volumen promedio total por hectárea del área de bosque, donde se realizará actividades desbroce para la implementación del proyecto.

Tabla 4.3-31. Resultados del volumen promedio.

Ecosistemas	Área (m ²)	No. Árboles/ha ≥ 10 cm dap	Área basal (m ²)	Volumen total (m ³)
Muestreo	2500 m ²	335	10.15	111.67
Extrapolado/ha	1 ha	1340	40.60	446.68

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2 Fauna

4.3.2.1 Aves

4.3.2.1.1 Riqueza y diversidad de especies

En el área de estudio, mediante métodos cuantitativos se registró un total de 115 especímenes, pertenecientes a 40 especies, distribuidas en 37 géneros, 19 familias y 8 órdenes. Este número de especies representa el 3% del total de aves registradas para el Ecuador (Freile et al., 2024).

El orden más diverso fue el de los Passeriformes con 27 especies, seguido por los Apodiformes con cuatro especies, mientras que los demás órdenes presentaron dos o una especie. A nivel de familias las más abundantes fueron Thraupidae con 8 especies, Tyrannidae con 7 especies y Trochilidae con 4 especies, mientras que las demás familias estuvieron representadas por dos o una especie.

Tabla 4.3-32. Riqueza aves, áreas de influencia del proyecto Peñas 2

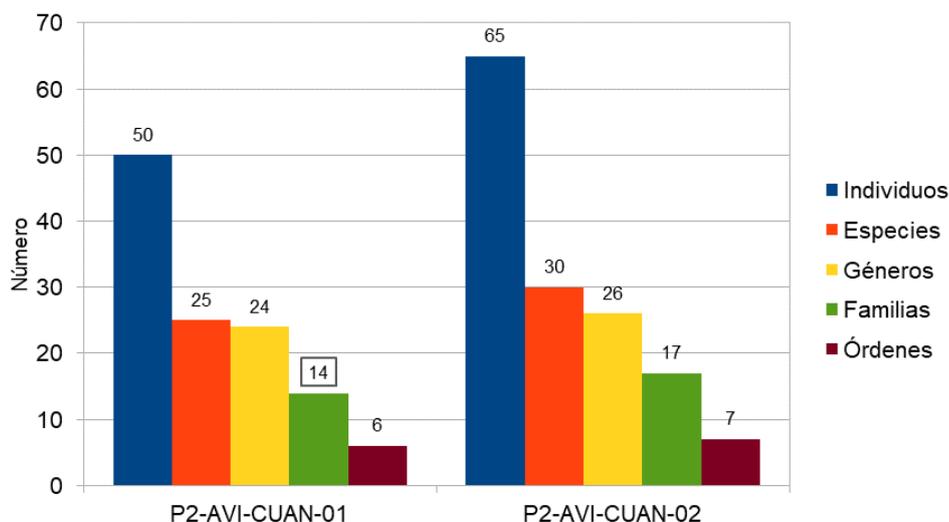
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca jaspeada
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo Cabecirrojo
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio Tijereta
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán Campestre
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Torcaza
Columbiformes	Columbidae	<i>Zentrygon frenata</i>	Paloma Perdiz Goliblanca
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pyrrhura melanura</i>	Perico Colimarrón
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus sordidus</i>	Loro Piquirrojo
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Piquiliso
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne rutila</i>	Vencejo Cuellicastaño
Apodiformes	Trochilidae	<i>Adelomyia melanogenys</i>	Colibrí Jaspeado
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena coeligena</i>	Inca Bronceado
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Orejvioleta Ventriazul
Apodiformes	Trochilidae	<i>Thalurania furcata</i>	Ninfa Tijereta
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Urraca Inca
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis azarae</i>	Colaespina de Azara
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos Piquicuña
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus triangularis</i>	Trepatroncos Dorsioliva
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquerito Ventriocráceo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes olivaceus</i>	Mosquerito Olivirrayado

Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes striaticollis</i>	Mosquerito Cuellilistado
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiophobus cryptoxanthus</i>	Mosquerito Pechioliváceo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero Social
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	Mosquerito Canelo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Febe Guardarríos
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical
Passeriformes	Cotingidae	<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallo de la Peña Andino
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azuliblanca
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina Alirasposa Sureña
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Soterrey Montés Pechigrís
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey Criollo
Passeriformes	Cinclidae	<i>Cinclus leucocephalus</i>	Cinclo Gorriblanco
Passeriformes	Turdidae	<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario Andino
Passeriformes	Thraupidae	<i>Anisognathus lacrymosus</i>	Tangara Montana Lagrimosa
Passeriformes	Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara Urraca
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa albilatera</i>	Pinchaflo Flor Flanquiblanco
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus carbo</i>	Tangara Concho de Vino
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara Palmera
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara arthus</i>	Tangara Dorada
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara chilensis</i>	Tangara Paraíso
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara cyanicollis</i>	Tangara Capuchiazul
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara gyrola</i>	Tangara Cabecibaya
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara labradorides</i>	Tangara Verdimetálica
Passeriformes	Emberizidae	<i>Chlorospingus flavigularis</i>	Clorospingo Goliamarillo
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus tristriatus</i>	Reinita Cabecilistada
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola Dorsirrojiza
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus uropygialis</i>	Cacique Lomiescarlata
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia Ventrinaranja

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

De acuerdo con los resultados de la riqueza y abundancia por puntos de muestreo, en el punto P2-AVI-CUAN-01 (cercano a la captación de agua) se registró 25 especies con 50 individuos, y en el punto P2-AVI-CUAN-02 (sector de casa de máquinas) se registró 30 especies con 65 individuos.

Figura 4.3-7. Riqueza de Aves por sitio de muestreo



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.1.1.1 Abundancia Total y Abundancia Relativa

Se registró un total de 115 individuos pertenecientes a las 40 especies, siendo las más abundantes: *Psarocolius angustifrons* (Oropéndola dorsirrojiza) con 12 individuos, *Pygochelidon cyanoleuca* (Golondrina Azuliblanca) con 10 individuos, *Cyanocorax yncas* (Urraca inca) con ocho individuos; *Thraupis episcopus* (Tangara azuleja) con siete individuos. Tres especies: *Myiozetetes similis* (Mosquerito social), *Pyrrhomyias cinnamomeus* (Mosquerito canelo) y *Basileuterus tristriatus* (Reinita cabecilistada) presentaron cinco individuos cada una; mientras que las restantes especies estuvieron representadas por cuatro o menos individuos.

Tabla 4.3-33. Abundancia Total y Relativa de Aves

Nombre científico	P2-AVI-CUAN-01	P2-AVI-CUAN-02	Total	AR
<i>Ortalis guttata</i>	0	1	1	0,87
<i>Cathartes aura</i>	0	2	2	1,74
<i>Coragyps atratus</i>	1	3	4	3,48
<i>Rupornis magnirostris</i>	1	0	1	0,87
<i>Patagioenas fasciata</i>	2	1	3	2,61
<i>Zentrygon frenata</i>	2	0	2	1,74
<i>Pionus sordidus</i>	0	1	1	0,87
<i>Crotophaga ani</i>	0	2	2	1,74
<i>Piaya cayana</i>	1	0	1	0,87
<i>Adelomyia melanogenys</i>	2	0	2	1,74
<i>Coeligena coeligena</i>	1	0	1	0,87
<i>Colibri coruscans</i>	2	0	2	1,74
<i>Thalurania furcata</i>	0	1	1	0,87
<i>Cyanocorax yncas</i>	5	3	8	6,96
<i>Synallaxis azarae</i>	2	0	2	1,74
<i>Mionectes oleagineus</i>	0	1	1	0,87
<i>Mionectes olivaceus</i>	0	2	2	1,74

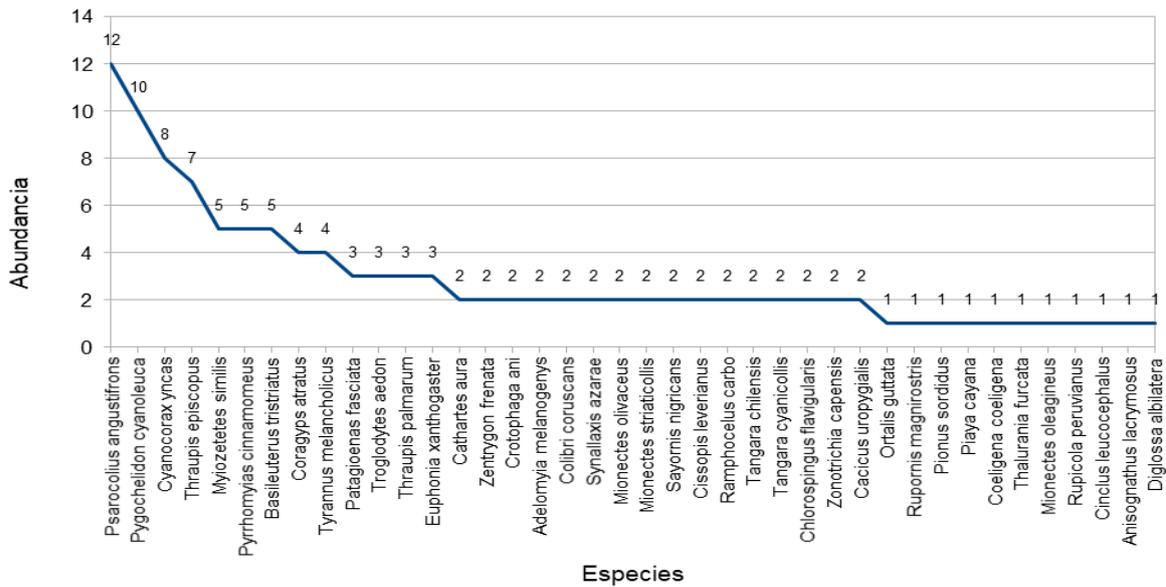
<i>Mionectes striaticollis</i>	1	1	2	1,74
<i>Myiozetetes similis</i>	2	3	5	4,35
<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	3	2	5	4,35
<i>Sayornis nigricans</i>	0	2	2	1,74
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	3	4	3,48
<i>Rupicola peruvianus</i>	0	1	1	0,87
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	0	10	10	8,7
<i>Troglodytes aedon</i>	2	1	3	2,61
<i>Cinclus leucocephalus</i>	0	1	1	0,87
<i>Anisognathus lacrymosus</i>	1	0	1	0,87
<i>Cissopis leverianus</i>	0	2	2	1,74
<i>Diglossa albilatera</i>	1	0	1	0,87
<i>Ramphocelus carbo</i>	0	2	2	1,74
<i>Thraupis episcopus</i>	4	3	7	6,09
<i>Thraupis palmarum</i>	1	2	3	2,61
<i>Tangara chilensis</i>	0	2	2	1,74
<i>Tangara cyanicollis</i>	1	1	2	1,74
<i>Chlorospingus flavigularis</i>	0	2	2	1,74
<i>Zonotrichia capensis</i>	2	0	2	1,74
<i>Basileuterus tristriatus</i>	3	2	5	4,35
<i>Psarocolius angustifrons</i>	7	5	12	10,43
<i>Cacicus uropygialis</i>	1	1	2	1,74
<i>Euphonia xanthogaster</i>	1	2	3	2,61

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.1.1.2 Curva de Diversidad – Abundancia

Psarocolius angustifrons es la especie más abundante representando el 10,4% de los individuos registrados, le siguen *Pygochelidon cyanoleuca* con el 8,7% de individuos, *Cyanocorax yncas* con cerca del 7% de individuos y *Thraupis episcopus* con el 6,1% de individuos. *Myiozetetes similis*, *Pyrrhomyias cinnamomeus* y *Basileuterus tristriatus* las tres con cerca de un 4,4%, respectivamente. Las demás especies presentan abundancias por debajo de lo indicado. La curva de diversidad – abundancia denota que la mayoría de las especies de la muestra son poco comunes o raras; 16 especies con el 1,74% de representatividad cada una, presentan 2 individuos y 11 especies con un 0,87% de representatividad cada una, cuentan con solamente 1 individuo.

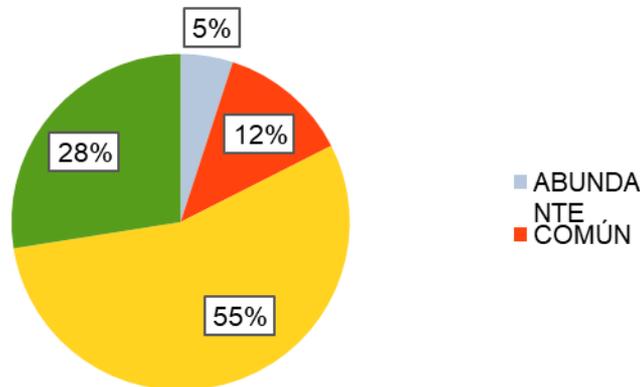
Figura 4.3-8. Abundancia Absoluta de Aves



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

De las 40 especies, dos son abundantes (registran diez o más individuos) representando el 5% de la muestra; cinco especies que se consideran comunes (con cinco a nueve individuos) representan el 13%; veintidós especies poco comunes (con dos a cuatro individuos) representan el 55%; y 11 especies raras (con un individuo) representan el 28%; de acuerdo cómo se indica en la siguiente figura:

Figura 4.3-9. Abundancia Absoluta de Aves



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.1.1.3 Diversidad Alfa (α)

Diversidad de Shannon-Wiener

Analizando el índice de diversidad de Shannon, se tiene que el sitio P2-AVI-CUAN-02 tiene una mayor diversidad con un H' de 3,41 comparándolo con el sitio P2-AVI-CUAN-01, el cual obtuvo una H' de 3,254 siendo valores muy similares entre ambos sitios; cuando analizamos el total de la muestra P2-

AVI-CUAN-01 + P2-AVI-CUAN-02 tenemos un H' calculado de 3,578 denotando una mayor diversidad para el área de estudio en su totalidad.

Tabla 4.3-34. Índice de Diversidad Shannon-Wiener

	P2-AVI-CUAN-01	P2-AVI-CUAN-02	TOTAL
Shannon H'	3,254	3,41	3,578

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Índice de Dominancia de Simpson

Como resultado, el índice de dominancia de Simpson (D) para el total del área de estudio, denota un valor de 0,03509 que corresponde a un valor bajo de dominancia, en concordancia con lo encontrado al analizar la curva de dominancia donde *Psarocolius angustifrons*, la especie más comúnmente registrada ($n=12$) apenas representa un 10,4% de la abundancia total en el área en estudio.

Tabla 4.3-35. Índice de Dominancia-Diversidad de Simpson

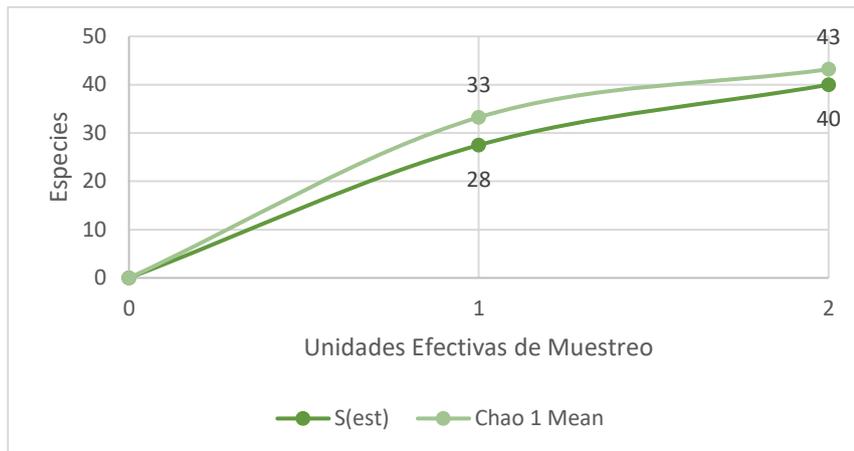
	P2-AVI-CUAN-01	P2-AVI-CUAN-02	TOTAL
Simpson D	0,04163	0,03942	0,03509

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Curva de Acumulación de Especies e Índice de Chao 1

Para el cálculo de la curva de acumulación se utilizaron únicamente los registros cuantitativos ($S = 40$). La riqueza observada representa el 92,6% de la riqueza estimada por el indicador Chao1 ($N = 43$), pero se observa que aún no se alcanza la asíntota en la curva; esto determina que incrementando el esfuerzo de muestreo se puede registrar un mayor número de especies.

Figura 4.3-10. Curva de acumulación de especies



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.1.1.4 Diversidad Beta (β)

Índice de Jaccard

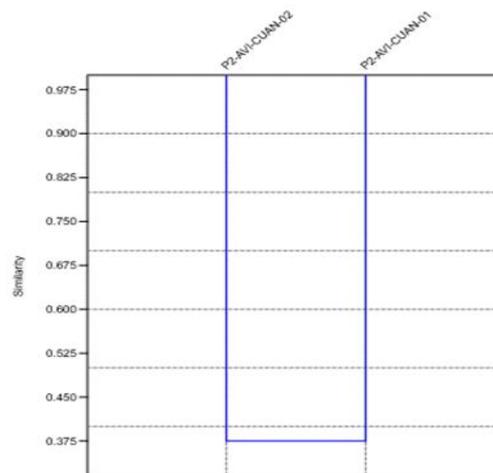
El resultado del índice de Jaccard relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas de cada punto. El índice arrojó como resultado la similitud entre los puntos de muestreo según la biota encontrada, solamente tomando en cuenta la riqueza de los sitios. Es decir, según la frecuencia de repetición de especies registradas en los dos puntos de estudio. Se observa en la tabla y en el clúster que los dos sitios analizados tienen una similitud del 37,5 %.

Tabla 4.3-36. Índice de similitud de Jaccard

	P2-MAS-CUAN-01	P2-MAS-CUAN-02
P2-MAS-CUAN-01	1	0,375
P2-MAS-CUAN-02	0,375	1

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-11. Clúster del índice de similitud de Jaccard



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

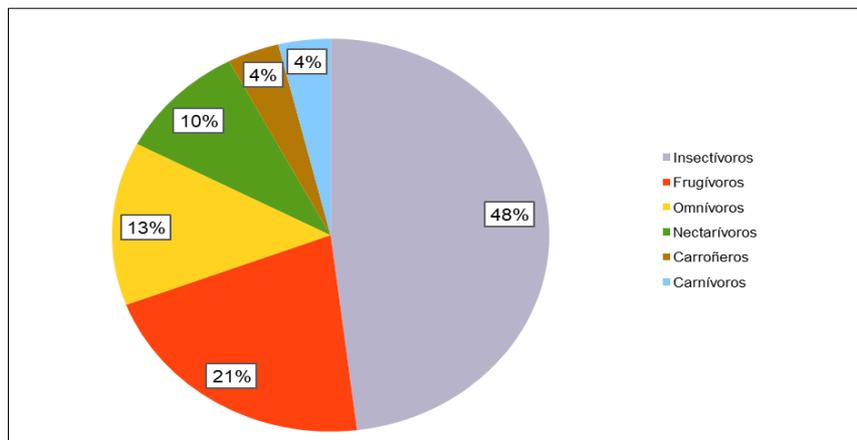
4.3.2.1.2 Aspectos Ecológicos

Para analizar los aspectos ecológicos, se consideraron todas las especies registradas mediante métodos cuantitativos y cualitativos.

4.3.2.1.2.1 Nicho Trófico

Se identificó que las especies de aves presentes en el sitio de estudio pertenecen a seis gremios tróficos, la mayoría de ellas son insectívoras con el 48%, seguidas de las frugívoras con el 21%, las onnivóras con el 13%, las nectarívoras con el 10% y finalmente por las carnívoras (rapaces) y carroñeras, con el 4% cada una.

Figura 4.3-12. Gremio Trófico de las Aves

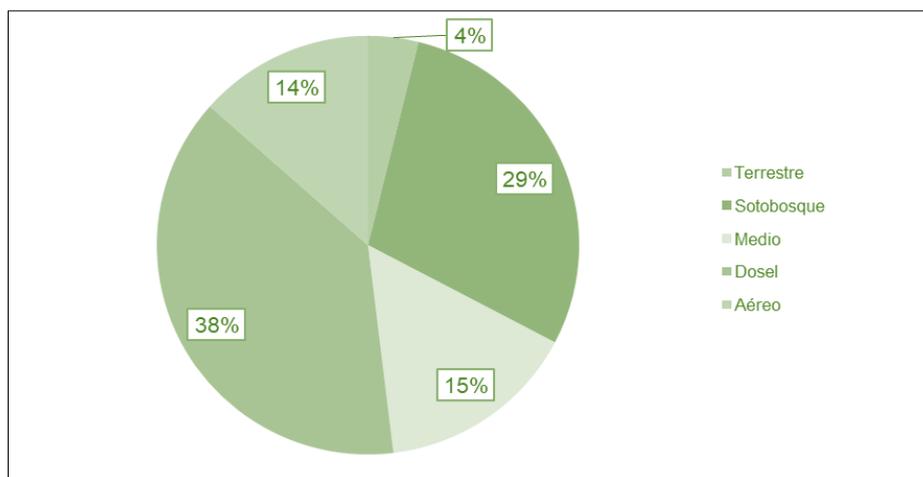


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.1.2.2 Distribución Vertical (Estrato)

Las aves tienen un amplio patrón de distribución en el ecosistema, de acuerdo con la actividad que realizan. Se identificaron cinco estratos; 17 especies (43%) se encuentran en el estrato subdosel; para el estrato sotobosque se registraron 13 especies (32%), en el estrato dosel se reportó siete especies (17%), el estrato aéreo presenta dos especies (5%) y, finalmente, una especie (3%) para el estrato terrestre.

Figura 4.3-13. Estrato Ocupado por las aves



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.1.2.3 Estado de Conservación

De acuerdo con las categorías de amenaza establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) las 52 especies encontradas en el estudio están clasificadas como de Preocupación Menor (LC), tanto a nivel nacional como a nivel internacional, es decir que ninguna se encuentra bajo una categoría de amenaza.

De acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), ocho especies (15%) están incluidas en el Apéndice II: *especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia*; éstas son: *Elanoides forficatus*, *Pyrrhura melanura*, *Pionus sordidus*, *Adelomyia melanogenys*, *Coeligena coeligena*, *Colibri coruscans*, *Thalurania furcata* y *Rupicola peruvianus*. Las restantes 44 especies no se encuentran categorizadas en ninguno de los apéndices del CITES.

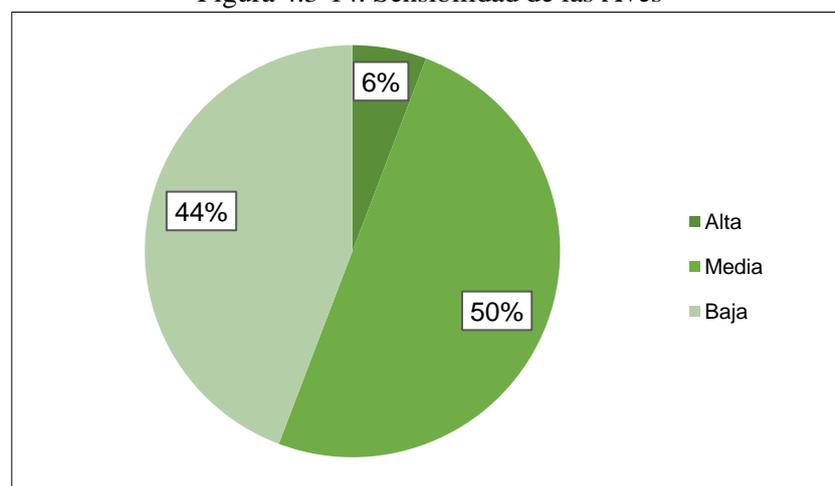
4.3.2.1.2.4 Especies migratorias

Cincuenta y uno especies de las descritas es este estudio son residentes, siendo la única excepción *Pygochelidon cyanoleuca* (Golondrina Azuliblanca) que presenta dos subespecies *P. cyanoleuca cyanoleuca*, una variedad residente en el país tanto al oriente como al occidente de la cordillera de Los Andes; y *P. cyanoleuca patagónica* una variedad proveniente del sur de nuestro continente (migratoria austral) que suele asentarse al oriente de Los Andes Ecuatorianos entre los meses de marzo y septiembre. Durante el estudio se observó individuos pertenecientes a ambas subespecies.

4.3.2.1.2.5 Sensibilidad de especies

Dentro de los análisis de sensibilidad de especies, los mamíferos registrados en el presente monitoreo, tomando en cuenta las listas de Amenaza a nivel Nacional y el origen de las especies. El 8.33 % de las especies registradas posee una sensibilidad alta a las alteraciones de su hábitat; el 25.00 % representa una sensibilidad media y el 66.67 % posee una sensibilidad baja a los cambios resultantes de las actividades antropogénicas.

Figura 4.3-14. Sensibilidad de las Aves



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.1.2.6 Especies Indicadores

Las aves de sensibilidad alta se convierten en muy buenas indicadoras de la calidad del ambiente (Stotz, Fitzpatrick, Parker, & Moskovits, 1996). En el presente estudio se registró tres especies con este atributo:

Coeligena coeligena, *Xiphorhynchus triangularis* y *Tangara arthus*. Las tres reportadas en la zona alta del proyecto, cerca de la captación y en el camino de descenso hacia casa de máquinas.

4.3.2.1.2.7 Uso del Recurso

Se reportaron una especie que eventualmente es cazada por su carne, *Ortalis guttata* (Chachalaca jaspeada), y otra que eventualmente podría ser utilizada como mascota, *Pionus sordidus* (Loro Piquirrojo).

4.3.2.2 Mastofauna

4.3.2.2.1 Riqueza y diversidad de especies

En el área de influencia del proyecto, se registró un total de quince especies de mamíferos, distribuidas en diez familias y siete órdenes. El orden más abundante fue Chiroptera, con cinco especies, que representan el 33,33%; seguido por el orden Rodentia, con cuatro especies y el 26,67% y Carnívora representan el 13,33%, mientras que el resto de los órdenes con una especie cada uno poseen el 6,67% respectivamente.

Tabla 4.3-37. Especies de mamíferos del proyecto Peñas 2

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya andina de orejas blancas
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	Ratón campestre de pelaje delicado
Rodentia	Cricetidae	<i>Thomasomys baeops</i>	Ratón andino de rostro corto
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Guatusa negra
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta de tierras bajas
Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>	Conejo andino
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chroeniscus sp.</i>	Murciélago longirostro
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago común de cola corta
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Enchisthenes hartii</i>	Murciélago frutero aterciopelado
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro común
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago peludo de hombros amarillos
Carnívora	Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso andino
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama rufina</i>	Corzuela roja pequeña
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.2 Abundancia Total y Abundancia Relativa

En el presente monitoreo se registró un total de 18 individuos pertenecientes a siete especies, donde el orden Chiroptera, cuenta con cinco especies que representan el 71,43%; y el orden Rodentia con dos especies también representa el 28,57%.

Tabla 4.3-38. Abundancia Total y Relativa de Mamíferos

Nombre científico	P2-mas-cuan-01	P2-mas-cuan-02	Cantidad	Abundancia U
<i>Akodon mollis</i>	1	0	1	5,56

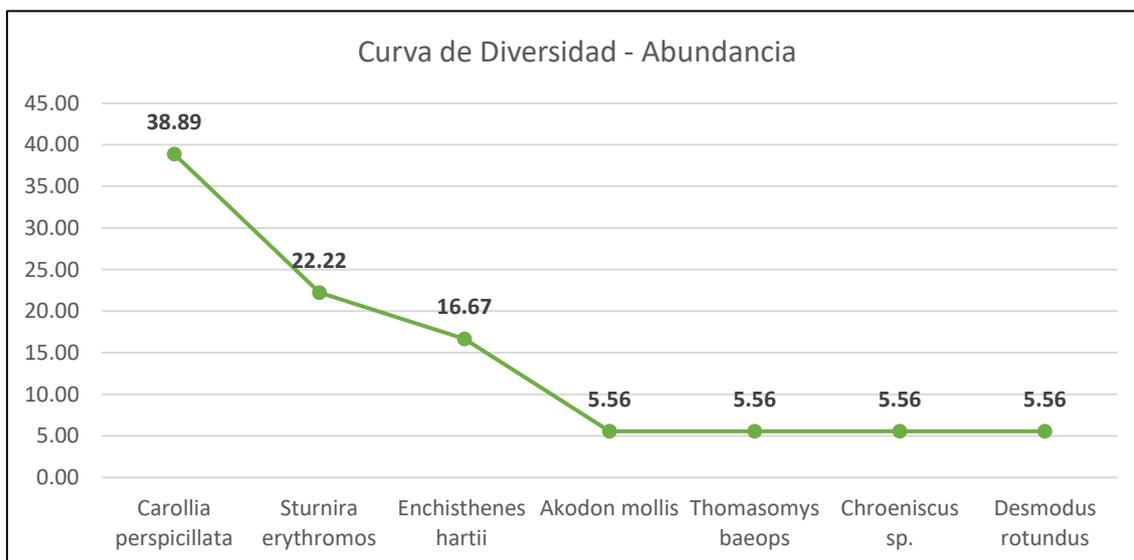
<i>Thomasomys baeops</i>	1	0	1	5,56
<i>Chroeniscus sp.</i>	1	0	1	5,56
<i>Carollia perspicillata</i>	4	3	7	38,89
<i>Enchisthenes hartii</i>	1	2	3	16,67
<i>Desmodus rotundus</i>	0	1	1	5,56
<i>Sturnira erythromos</i>	2	2	4	22,22
Total		18		100

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.3 Curva de Diversidad – Abundancia

Analizando la curva de dominancia/diversidad, se observa que la mayoría de las especies son raras o poco comunes. Sin embargo, *Carollia perspicillata* es la especie más abundante representando el 38,89% de individuos, le siguen *Sturnira erythromos* con el 22,22% cada una, *Enchisthenes hartii*, representa el 16,67%, mientras las demás especies aportan 5,56% cada una.

Figura 4.3-15. Curva Diversidad – Abundancia



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.4 Diversidad Alfa (α)

Diversidad de Shannon-Wiener

Analizando el índice de diversidad de Shannon, se tiene que el sitio P2-MAS-CUAN-01 tiene una mayor diversidad con un H' de 1,86 comparándolo con el sitio P2-MAS-CUAN-02, el cual obtuvo una H' de 1,508 siendo valores diferentes entre los sitios.

Tabla 4.3-39. Índice de Diversidad Shannon-Wiener

	P2-MAS-CUAN-01	P2-MAS-CUAN-02	TOTAL
Shannon H'	1,86	1,508	1,809

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Índice de Dominancia de Simpson

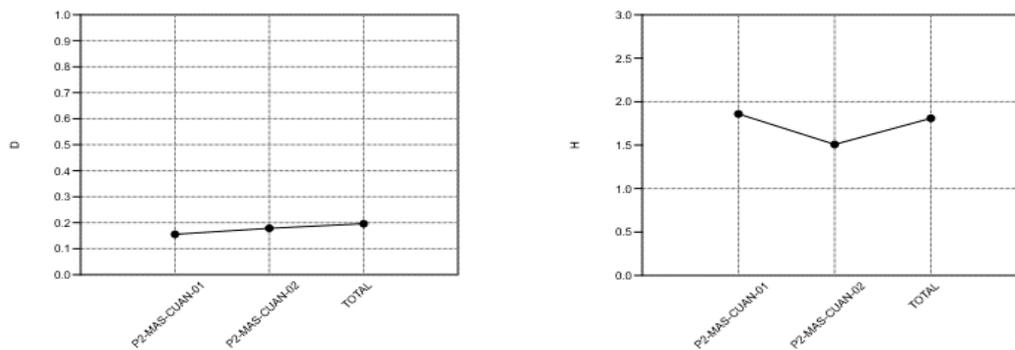
Como resultado, el índice de dominancia de Simpson (D) correspondiente al total del área de estudio, denota un valor de 0,1961 y corresponde a un valor bajo de dominancia, sin embargo, encontramos al analizar la curva de dominancia encontramos que *Carollia perspicillata*, $n=7$ corresponde al 38.89% de la abundancia total del área monitoreada, indicando una pequeña dominancia de esta especie sobre las demás especies encontradas en el área de estudio.

Tabla 4.3-40. Índice de Dominancia-Diversidad de Simpson

	P2-MAS-CUAN-01	P2-MAS-CUAN-02	TOTAL
Simpson D	0,1556	0,1786	0,1961

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-16. Índice de Dominancia -Diversidad de Simpson

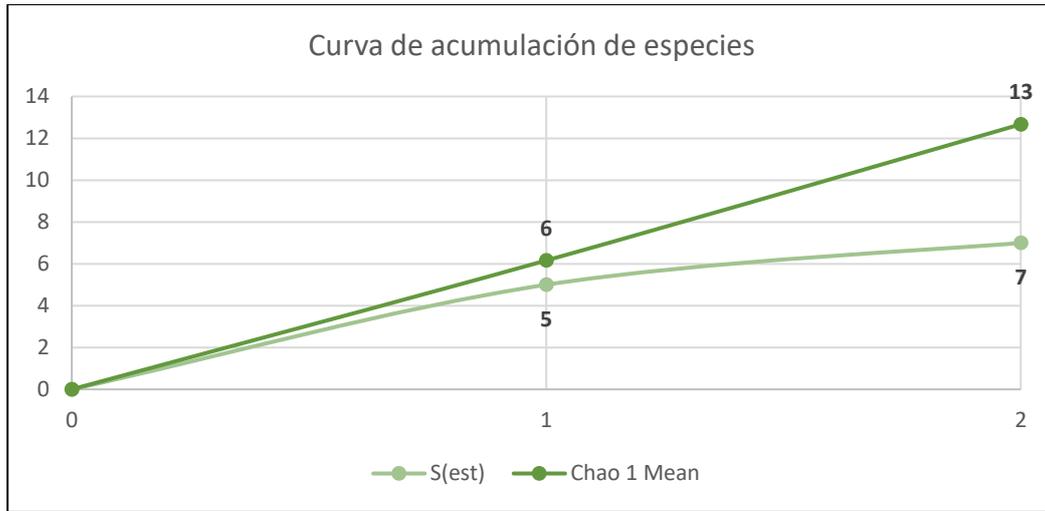


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.5 Curva de Acumulación de Especies e Índice de Chao 1

Para el cálculo de la curva de acumulación se utilizaron únicamente los registros cuantitativos ($S = 7$). La riqueza observada representa el 53,85% de la riqueza estimada por el indicador Chao1 ($N = 13$), pero se observa que aún no se alcanza la asíntota en la curva; esto determina que incrementando el esfuerzo de muestreo se puede registrar un mayor número de especies.

Figura 4.3-17. Curva de Acumulación de Especies



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.6 Diversidad Beta (β)

- Índice de Jaccard

El resultado del índice de Jaccard relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas de cada punto. El índice arrojó como resultado la similitud entre los puntos de muestreo según la biota encontrada, solamente tomando en cuenta la riqueza de los sitios. Es decir, según la frecuencia de repetición de especies colectadas en los dos puntos de muestreo.

Se observa en la tabla y en el clúster que se los dos sitios analizados tienen una similitud del 67 %.

Tabla 4.3-41. Índice de similitud de Jaccard

	P2-MAS-CUAN-01	P2-MAS-CUAN-02
P2-MAS-CUAN-01	1	0,67
P2-MAS-CUAN-02	0,67	1

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

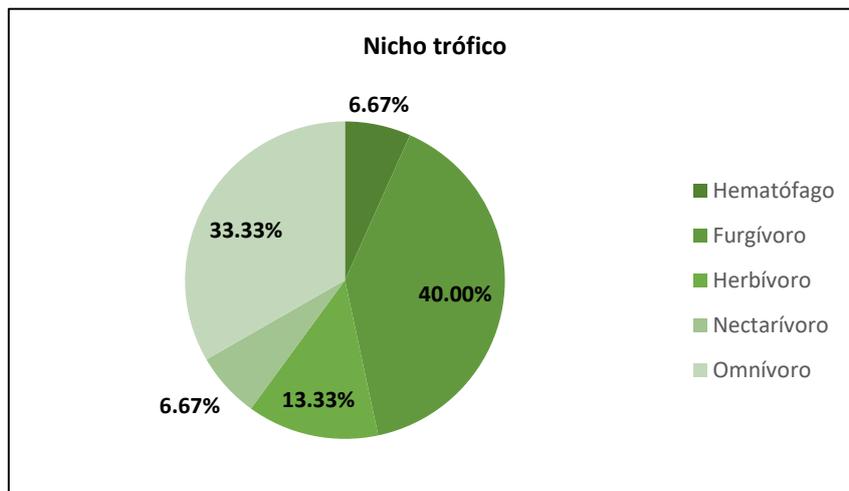
4.3.2.2.7 Aspectos Ecológicos

Para analizar los aspectos ecológicos, se consideraron todas las especies registradas mediante métodos cuantitativos y cualitativos.

4.3.2.2.7.1 Gremio Trófico

En el área de estudio se identificaron cinco gremios tróficos, la mayoría de las especies registradas son frugívoras, la cual representa el 40,00 %; le siguen los omnívoros el 33,33%; los herbívoros con el 13,33 % y por último los hematófagos y nectarívoros con el 6,67 %.

Figura 4.3-18. Gremio Trófico de los Mamíferos

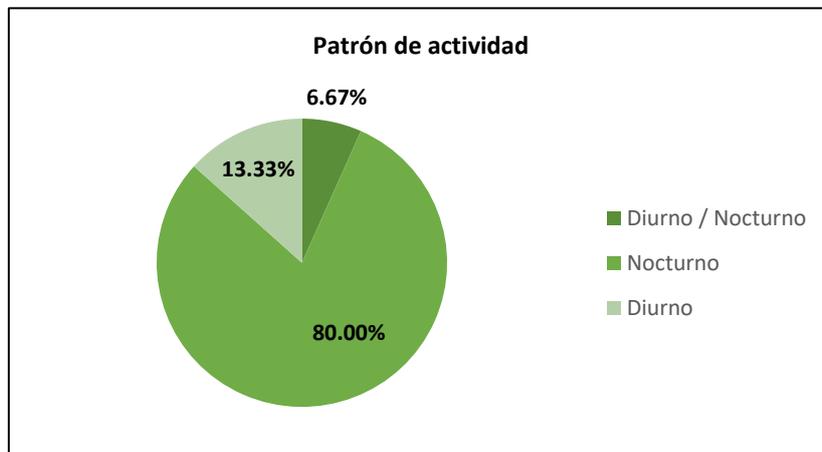


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.7.2 Patrón de actividad

De las 15 especies reportadas en el área de estudio, doce especies poseen patrón actividad nocturno representando el 80,00 %. Mientras que dos especies son diurnas (13,33 %) y una especie se la puede considerar tanto diurna como nocturna y representan el 6,67 %.

Figura 4.3-19. Hábito de los Mamíferos

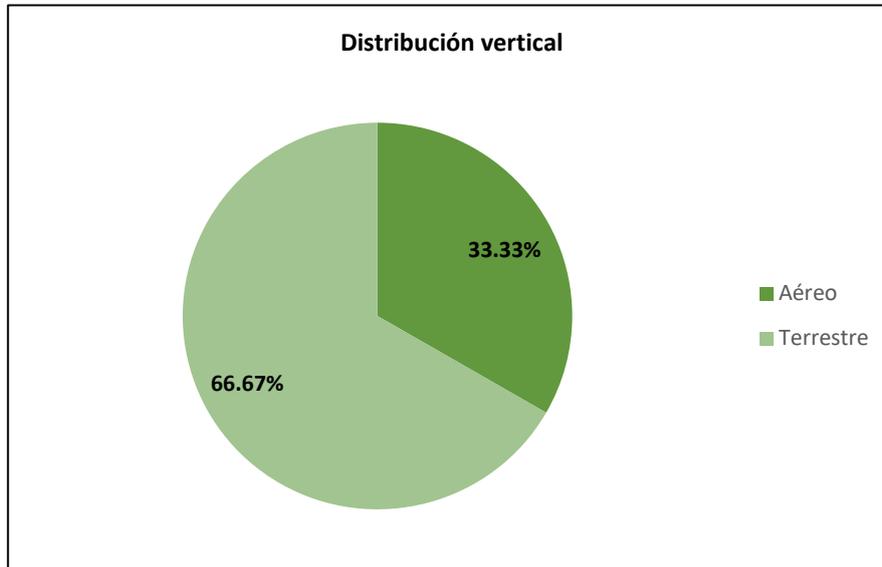


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.7.3 Distribución Vertical (Estrato)

Los mamíferos registrados en el área están distribuidos en dos estratos del bosque. El mayor número de especies ocupan el estrato terrestre, representando el 66,67 % y el estrato aéreo representa el 33,33 %.

Figura 4.3-20. Estrato Ocupado por los Mamíferos

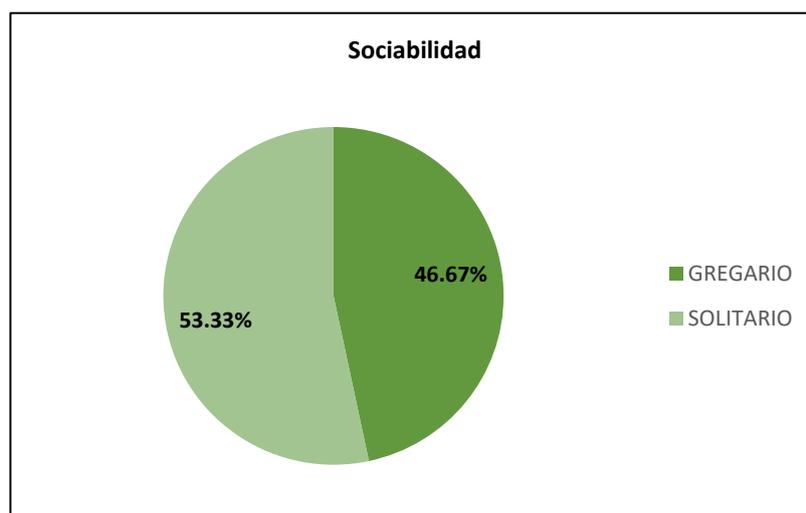


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.7.4 Sociabilidad

En el área de estudio, el mayor porcentaje de especies son solitarias y representan el 53,33 %, les siguen los gregarios, con el 46,67 %.

Figura 4.3-21. Sociabilidad de Mamíferos

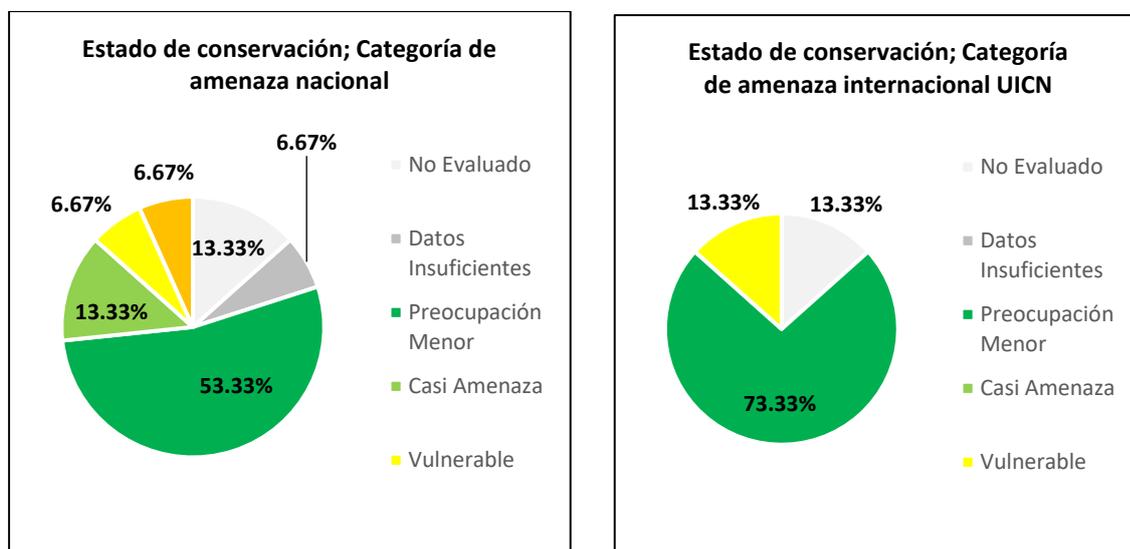


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.7.5 Estado de Conservación

Según la categoría de amenaza nacional el 13,33 % de las especies no se encuentran evaluadas (NE), el 6,67 % posee datos insuficientes (DD), el 53,33 % es categorizada como preocupación menor (LC), 13,33 % se encuentra en la categoría de casi amenazado (NT), 6,67 % es vulnerable (VU) y el 6,67 % está en peligro (EN) (*Tremarctos ornatus*); A nivel global el 13,33 % consta en la categoría de no evaluado (NE), el 13,33 % está Vulnerable (VU), mientras que el resto de las especies constan en la categoría de preocupación menor (LC) y representan el 73,33 %. En los apéndices de la CITES consta una especie en la categoría III, una en la categoría II y una en la categoría I (*Tremarctos ornatus*), y el 80,00 % de los registros no se encuentran en ninguna categoría.

Figura 4.3-22. Estado de conservación de los mamíferos; Izq: Categorización Nacional; Der: Categorización Internacional

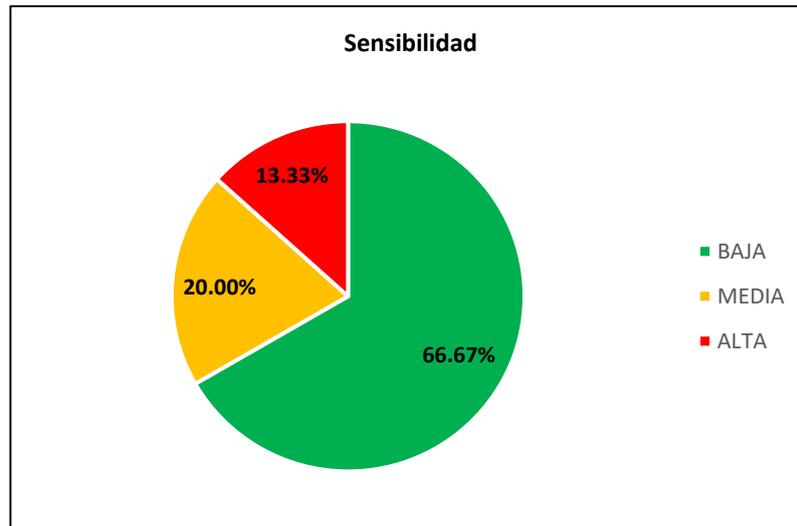


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.7.6 Especies Sensibles

Dentro de los análisis de sensibilidad de especies, los mamíferos registrados en el presente monitoreo, tomando en cuenta las listas de Amenaza a nivel Nacional y el origen de las especies. El 13,33 % de las especies registradas posee una sensibilidad alta a las alteraciones de su hábitat; el 20,00 % representa una sensibilidad media y el 66,67 % posee una sensibilidad baja a los cambios resultantes de las actividades antropogénicas.

Figura 4.3-23. Sensibilidad de Mamíferos

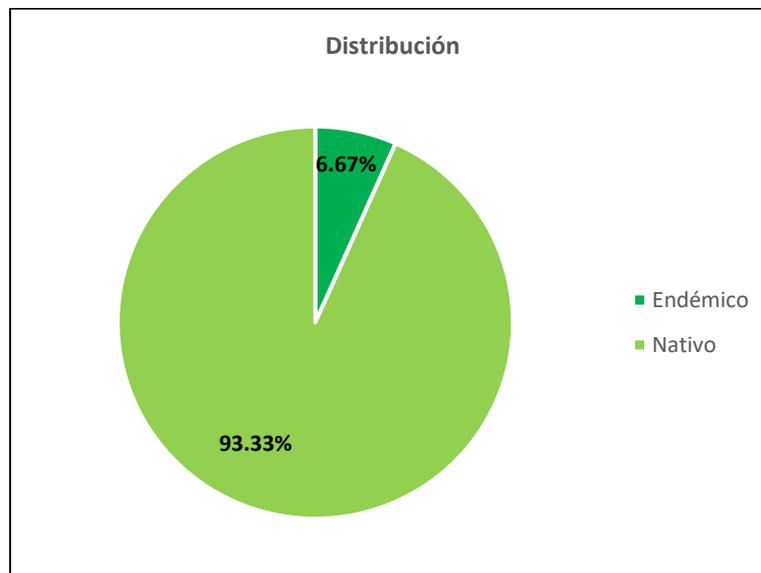


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.7.7 Distribución de las especies

El 93,33 % de las especies encontradas en el área de estudio son nativas y una especie (*Sylvilagus andinus*) es endémica para el Ecuador.

Figura 4.3-24. Distribución de los Mamíferos

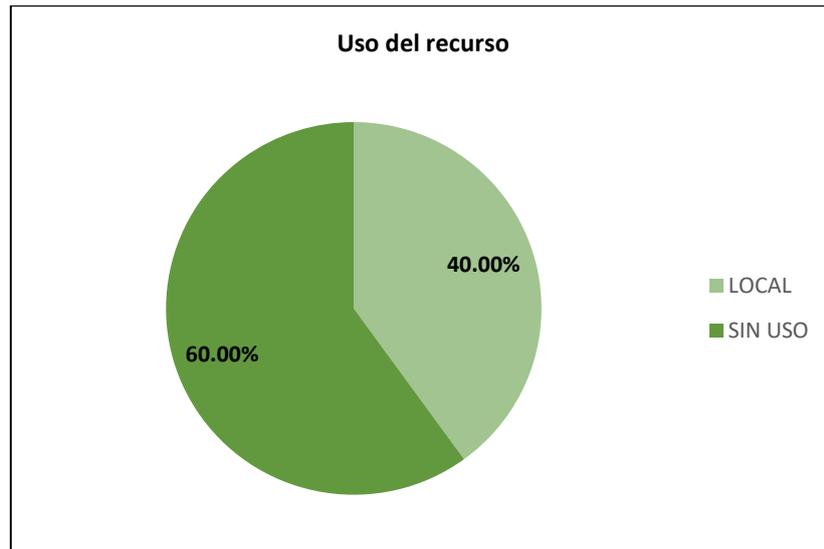


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.2.7.8 Uso del Recurso

El 60,00 % de las especies encontradas en el área de estudio no son usadas por los moradores del sector y el 40,00 % tiene un uso local.

Figura 4.3-25. Uso del recurso de Mastofauna



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.3 Hepertofauna

4.3.2.3.1 Riqueza y diversidad de especies

Para el componente herpetofauna, se registró una riqueza de ocho especies entre anfibios y reptiles.

Amphibia: Se registraron siete especies que pertenecen al orden Anura y a tres familias: Bufonidae, Hylidae y Strabomantidae.

Reptilia: Se registró una especie que pertenece al orden Squamata: Serpentes y a la familia Colubridae: Dipsadinae.

Dos especies (*Rhinella marina* y *Scinax ruber*) fueron registradas únicamente mediante métodos cualitativos.

A continuación, se detalla los registros para hepertofauna.

Tabla 4.3-42. Porcentajes de la Herpetofauna Registrada en la Zona de Estudio

Orden	Familia	Especie	Representación (%)
Anura	3	6	75%
Squamata: Sauria	1	1	12,50%
Squamata: Serpentes	1	1	12,50%

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.3.2 Abundancia Absoluta y Abundancia Relativa

Mediante metodologías cuantitativas, se registró un total de 32 individuos pertenecientes a seis especies de Herpetofauna.

De este grupo, la especie *Pristimantis trachyblepharis* presentó más de 10 individuos y se considera abundante. Las especies restantes presentaron abundancias entre uno y nueve individuos.

A continuación, se presenta la abundancia relativa (pi) de cada especie reportada durante el actual monitoreo.

Tabla 4.3-43. Abundancia y Abundancias Relativa registrada en la Zona de Estudio

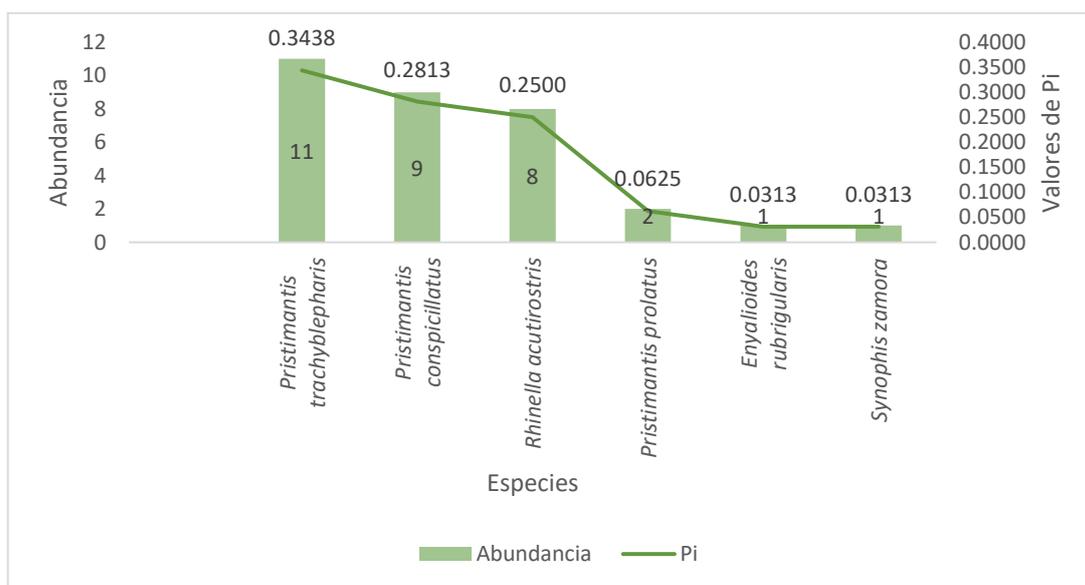
Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	AR
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella acutirostris</i>	8	0,25
		Strabomantidae	<i>Pristimantis conspicillatus</i>	9	0,2813
			<i>Pristimantis prolatus</i>	2	0,0625
			<i>Pristimantis trachyblepharis</i>	11	0,3438
	Squamata:Sauria	Iguanidae: Hoplocercinae	<i>Enyalioides rubrigularis</i>	1	0,0313
Reptilia	Squamata:Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Synophis zamora</i>	1	0,0313

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.3.3 Curva de Dominancia de Especies

Pristimantis trachyblepharis (11 detecciones, $pi=0,3438$) fue la especie más representativa dentro del monitoreo representando el 34,38 % de la abundancia total. Las especies restantes presentaron valores de $pi \leq 0,2813$.

Figura 4.3-26. Curva de Dominancia – Diversidad de las especies Registradas en la zona de estudio



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Índices de diversidad

La diversidad fue evaluada con base a estimaciones no paramétricas de Shannon-Wiener (H') y la estimación de Simpson (1-D).

- Índice de Shannon – Wiener

El Índice de Shannon muestra un valor $H' = 1,46$ que sugiere una diversidad baja para el área de muestreo de puntos cuantitativos.

Tabla 4.3-44. Índice de Shannon

Sitio de muestreo	No. Especies	No. Individuos	Índice de Shannon
Peñas 2	6	32	1.46

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Índice de Simpson

El Índice de Simpson (1-D) muestra un valor 0,7344, que sugiere una dominancia media, representada por una especie representativa (11 detecciones) dentro de la comunidad y las especies restantes con equitatividad en sus abundancias \leq a nueve detecciones.

Tabla 4.3-45. Índice de Simpson

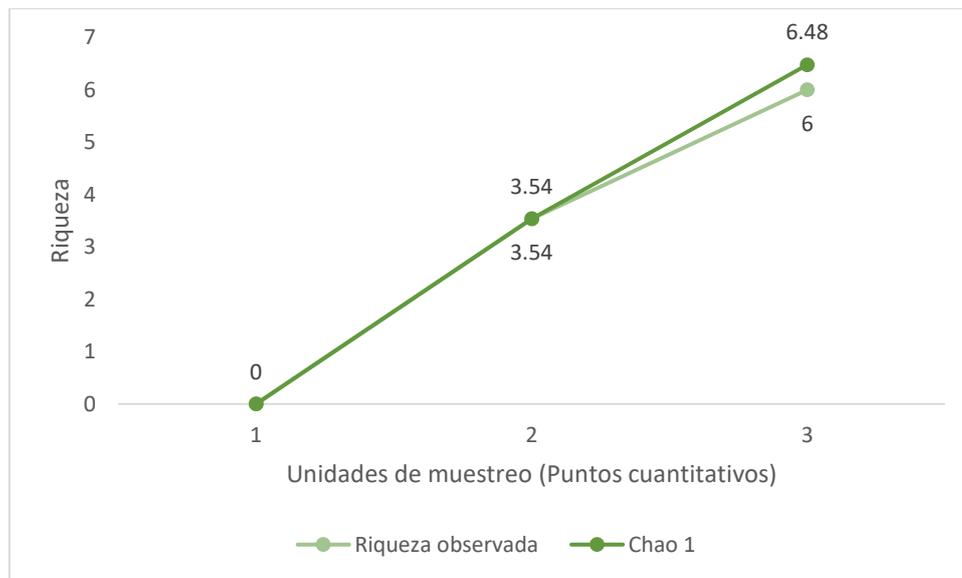
Sitio de muestreo	No. Especies	No. Individuos	Especies dominantes	Índice de Simpson 1-d
Peñas 2	6	32	1	0,7344

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.3.4 Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación está próxima a alcanzar la asíntota, por lo que es posible registrar más especies en las futuras campañas de monitoreo para los puntos cuantitativos.

Figura 4.3-27. Curva de Acumulación de Especies



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Índice Chao 1

El valor calculado de Chao 1 sugiere una riqueza total de 7 especies, es decir, durante el monitoreo actual se logró registrar el 85,71 % de la riqueza esperada, lo que significa que el esfuerzo de muestreo fue representativo

Tabla 4.3-46. Valores del Índice de Chao 1

N° de especies	Índice de Chao 1
6	6,50

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Índice de Similitud de Jaccard

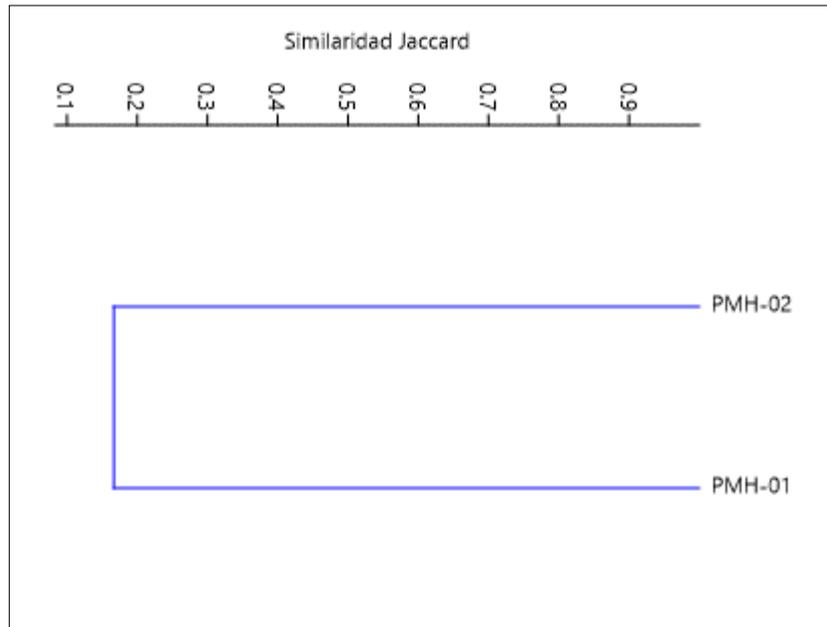
El clúster de similitud de Jaccard muestra una semejanza baja (0,16), de las seis especies registradas solo se comparte una especie en común (*Pristimantis trachyblepharis*) entre PMH-01 y PMH-02.

Tabla 4.3-47. Valores del Índice de Similitud de Jaccard entre los puntos de muestreo

Sitio de Muestreo	PMH-01	PMH-02
PMH-01	1	0,16
PMH-02	0,16	1

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-28. Similitud de los Puntos de Monitoreo de Herpetofauna



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Análisis Cuantitativo

PMH-01

- Riqueza

Para PMH-01 se registró una riqueza de tres especies entre anfibios y reptiles.

Amphibia: Se registraron dos especies (*Pristimantis conspicillatus*, *Pristimantis trachyblepharis*) que pertenecen al orden Anura y a la familia Strabomantidae.

Reptilia: Se registró una especie (*Enyalioides rubrigularis*) del orden Squamata:Sauria y familia Iguanidae:Hoplocercinae.

- Abundancia Total y Abundancia Relativa

Se registró un total de 13 individuos pertenecientes a tres especies de herpetofauna.

De este grupo, la especie *Pristimantis conspicillatus* presentó nueve individuos y es la más representativa. Las especies restantes presentaron abundancias entre uno y tres individuos.

A continuación, se presenta la abundancia relativa (π) de cada especie reportada durante el actual monitoreo.

Tabla 4.3-48. Abundancia Total y abundancia Relativa

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	Abundancia relativa
Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis</i>	9	0,6923

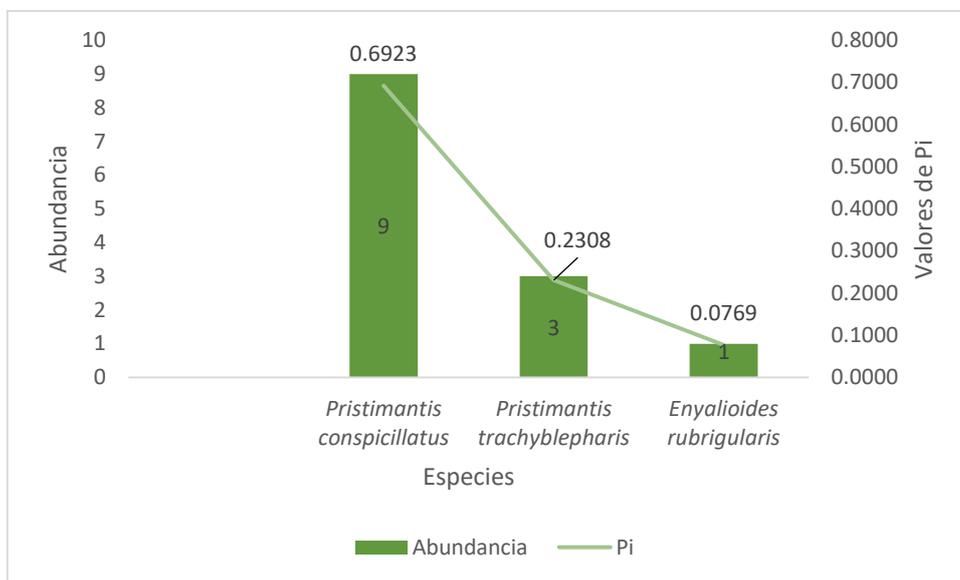
			<i>conspicillatus</i>		
			<i>Pristimantis trachyblepharis</i>	3	0,2308
Reptilia	Squamata:Sauria	Iguanidae: Hoplocercinae	<i>Enyalioides rubrigularis</i>	1	0,0769

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Curva de Dominancia – Diversidad

Pristimantis conspicillatus (nueve detecciones, $\pi=0,6923$) fue la especie más representativa dentro del monitoreo representando el 69,23 % de la abundancia total. Las especies restantes presentaron valores de $\pi \leq 0,2308$.

Figura 4.3-29. Curva de Dominancia de Especies

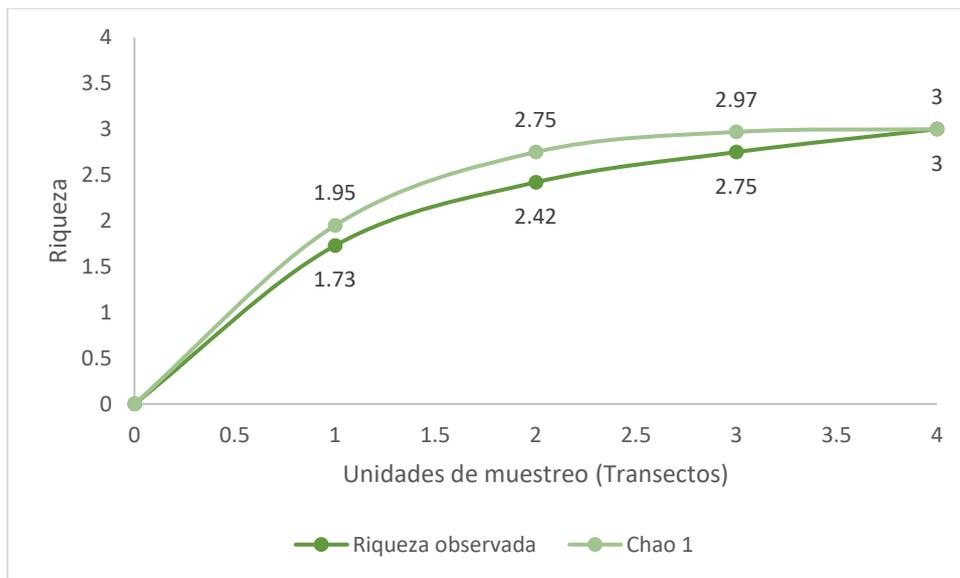


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación ha alcanzado la asíntota, es decir, se ha registrado todas las especies probables para PMH-01.

Figura 4.3-30. Curva de Acumulación de Especies por el Método Cuantitativo en PMH-01



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Índice de Chao 1

El valor calculado de Chao 1 sugiere una riqueza total de 3 especies, es decir, durante el monitoreo actual se logró registrar el 100 % de la riqueza esperada, lo que significa que el esfuerzo de muestreo fue representativo.

Tabla 4.3-49. Valores del Índice de Chao 1 en PMH-01

N° de Especies	Índice de Chao 1
3	3

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

PMH-02

- Riqueza

Para PMH-02 se registró una riqueza de cuatro especies entre anfibios y reptiles.

Amphibia: Se registraron tres especies (*Rhinella acutirostris*, *Pristimantis prolatus*, *Pristimantis trachyblepharis*) que pertenecen al orden Anura y a dos familias: Bufonidae y Strabomantidae.

Reptilia: Se registró una especie (*Synophis zamora*) del orden Squamata: Serpentes y familia Colubridae: Dipsadinae.

- Abundancia Total y Abundancia Relativa

Se registró un total de 19 individuos pertenecientes a cuatro especies de herpetofauna.

De este grupo, las especies *Rhinella acutirostris* y *Pristimantis trachyblepharis* presentaron ocho individuos respectivamente y son las especies más representativas. Las especies restantes presentaron abundancias entre uno y dos individuos.

A continuación, se presenta la abundancia relativa (pi) de cada especie reportada durante el actual monitoreo.

Tabla 4.3-50. Abundancia Total y abundancia Relativa

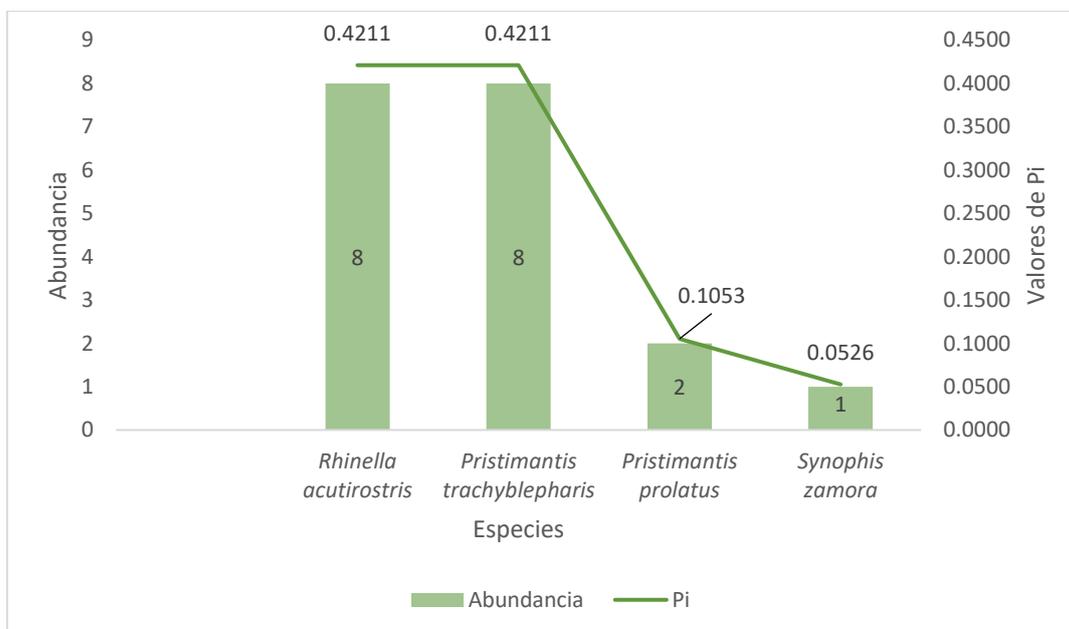
Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia	AR
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella acutirostris</i>	8	0,4211
		Strabomantidae	<i>Pristimantis prolatus</i>	2	0,1053
			<i>Pristimantis trachyblepharis</i>	8	0,4211
Reptilia	Squamata:Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Synophis zamora</i>	1	0,0526

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Curva de Dominancia – Diversidad

Rhinella acutirostris y *Pristimantis trachyblepharis* (ocho detecciones respectivamente, $\pi=0,4211$) fueron las especies más representativas dentro del monitoreo representando el 84,22 % de la abundancia total. Las especies restantes presentaron valores de $\pi \leq 0,1053$.

Figura 4.3-31. Curva de Dominancia de Especies

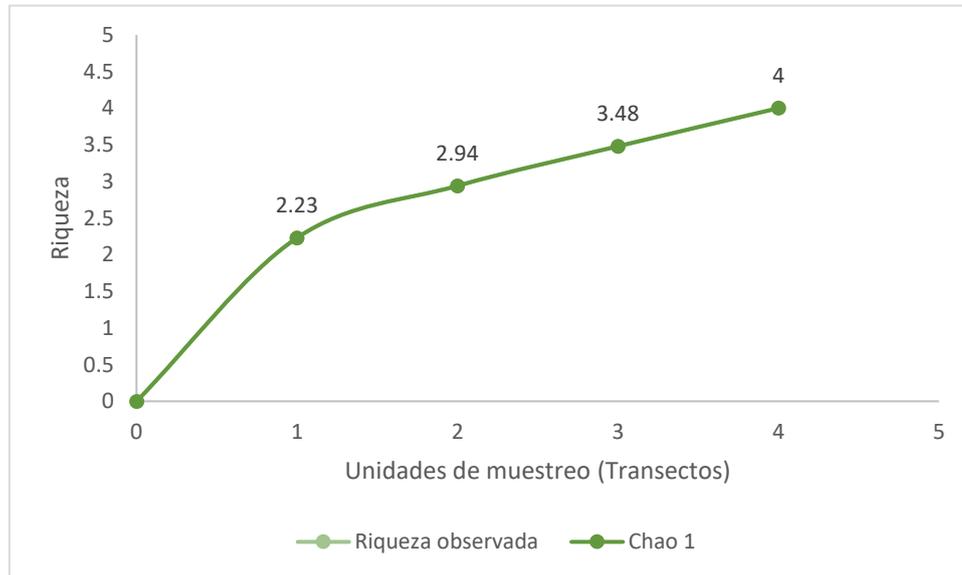


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación ha alcanzado la asíntota, es decir, se ha registrado todas las especies probables para PMH-02.

Figura 4.3-32. Curva de Acumulación de Especies por el Método Cuantitativo en PMH-02



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Índice de Chao 1

El valor calculado de Chao 1 sugiere una riqueza total de 4 especies, es decir, durante el monitoreo actual se logró registrar el 100 % de la riqueza esperada, lo que significa que el esfuerzo de muestreo fue representativo.

Tabla 4.3-51. Valores del Índice de Chao 1 en PMH-02

N° de especies	Índice de Chao 1
4	4

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.3.5 Aspectos ecológicos

4.3.2.3.5.1 Gremio o Nicho Trófico

De las ocho especies registradas, se evidenciaron dos gremios tróficos: insectívoro generalista y carnívoro.

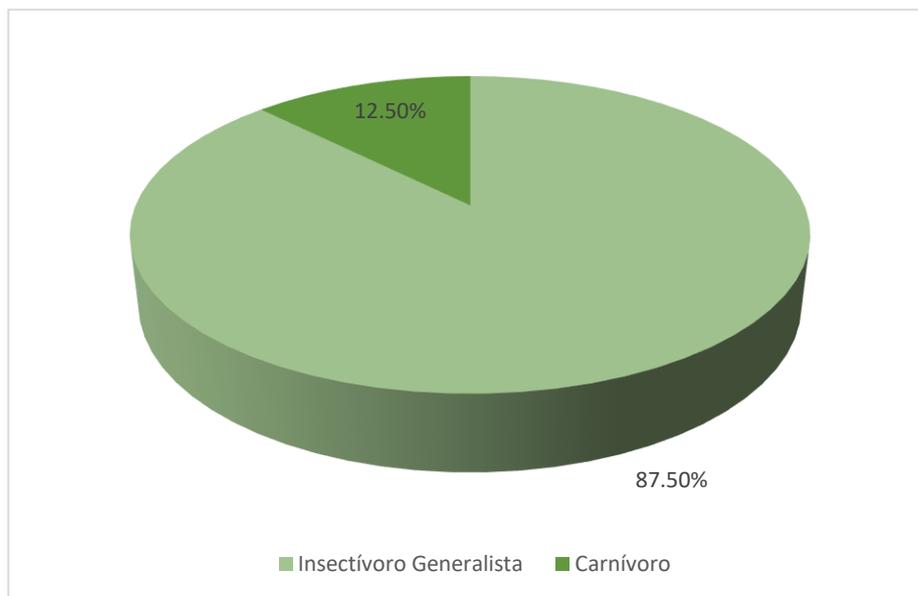
En el gremio Insectívoro Generalista se encuentran siete especies (87,50 %) y en el gremio carnívoro se encuentra una especie (12,50 %) *Synophis zamora*.

Tabla 4.3-52. Gremio o Nichos Tróficos de las especies

Clase	Orden	Familia	Especie	Nicho trófico
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella acutirostris</i>	Insectívoro Generalista
			<i>Rhinella marina</i>	Insectívoro Generalista
		Hylidae	<i>Scinax ruber</i>	Insectívoro Generalista
		Strabomantidae	<i>Pristimantis conspicillatus</i>	Insectívoro Generalista
			<i>Pristimantis prolatus</i>	Insectívoro Generalista
			<i>Pristimantis trachyblepharis</i>	Insectívoro Generalista
Reptilia	Squamata:Sauria	Iguanidae: Hoplocercinae	<i>Enyalioides rubrigularis</i>	Insectívoro Generalista
	Squamata:Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Synophis zamora</i>	Carnívoro

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-33. Nichos Tróficos de las especies



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.3.5.2 Hábito

De las ocho especies registradas, cinco especies (62,50 %) presentaron actividad nocturna sobresaliendo la familia Strabomantidae, dos especies (25 %) presentaron actividad tanto diurna como nocturna y una especie (12,50 %) *Enyalioides rubrigularis* presentó actividad diurna.

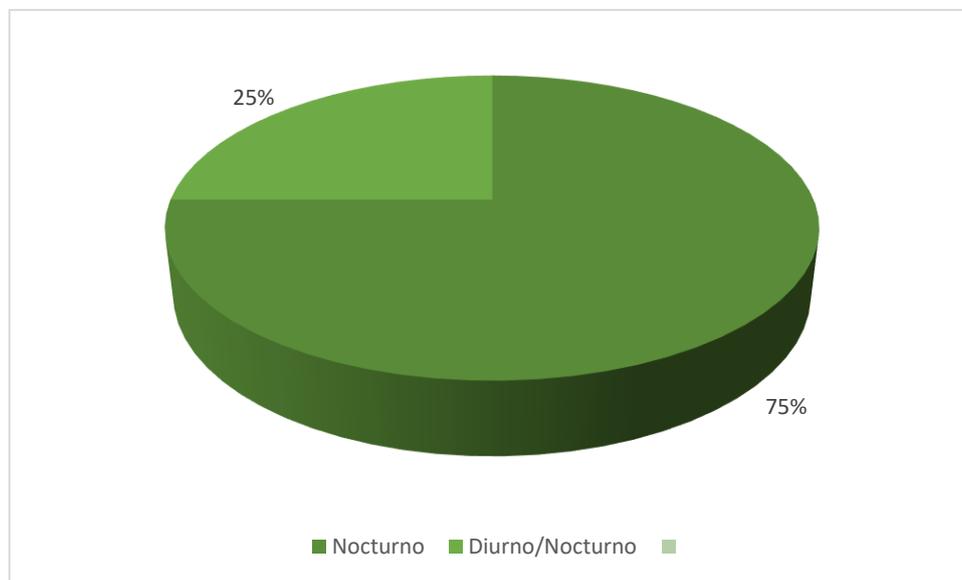
Tabla 4.3-53. Hábitos de las especies

Clase	Orden	Familia	Especie	Hábito
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella acutirostris</i>	Diurno/Nocturno
			<i>Rhinella marina</i>	Diurno/Nocturno
		Hylidae	<i>Scinax ruber</i>	Nocturno

Clase	Orden	Familia	Especie	Hábito
		Strabomantidae	<i>Pristimantis conspicillatus</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis prolatus</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis trachyblepharis</i>	Nocturno
Reptilia	Squamata:Sauria	Iguanidae: Hoplocercinae	<i>Enyalioides rubrigularis</i>	Diurno
	Squamata:Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Synophis zamora</i>	Nocturno

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-34. Hábitos de las especies



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.3.5.3 Distribución Vertical (Estrato)

De las ocho especies registradas, cinco especies (62,50 %) presentaron estrato a nivel de subdosel, dos especies (25 %) estrato a nivel terrestre. Finalmente, una especie (12,50 %) estrato tanto a nivel terrestre como de subdosel.

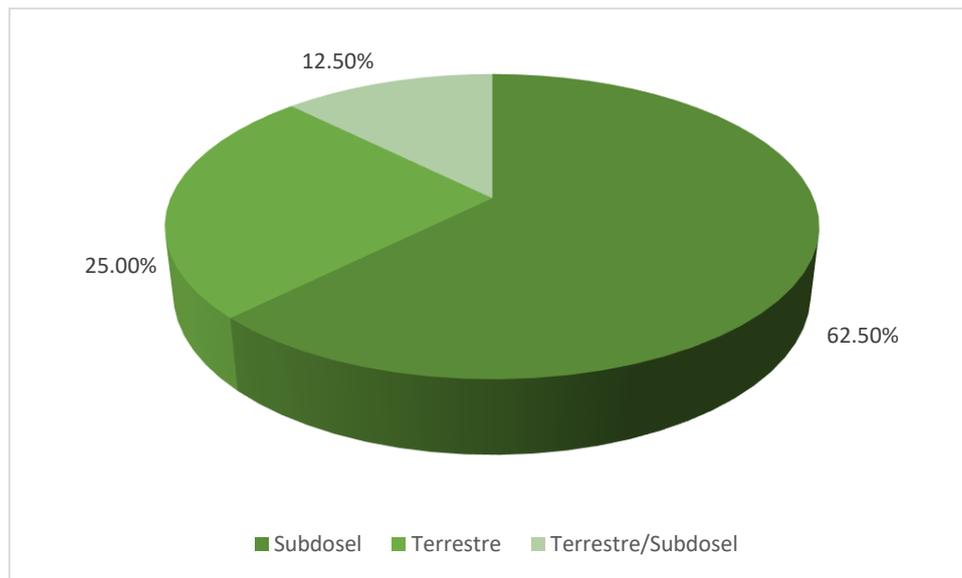
Tabla 4.3-54. Distribución vertical de las especies

Clase	Orden	Familia	Especie	Estrato
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella acutirostris</i>	Terrestre/Subdosel
			<i>Rhinella marina</i>	Terrestre
		Hylidae	<i>Scinax ruber</i>	Subdosel
		Strabomantidae	<i>Pristimantis conspicillatus</i>	Subdosel
			<i>Pristimantis prolatus</i>	Subdosel
			<i>Pristimantis trachyblepharis</i>	Subdosel

Clase	Orden	Familia	Especie	Estrato
Reptilia	Iguanidae: Hoplocercinae	<i>Enyalioides rubrigularis</i>	Iguanidae: Hoplocercinae	Subdosel
	Squamata:Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Synopsis zamora</i>	Terrestre

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-35. Estratos de las especies



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.3.5.4 Modos reproductivos

Para la clasificación de modos reproductivos se utilizaron los fundamentos realizados por Ortega-Andrade (2010) donde se identifican modos reproductivos tanto para anfibios como para reptiles y corresponde a una actualización de la clasificación realizada por Duellman & Trueb, (1994). En el estudio se presentan los siguientes:

Modo 1.- Huevos acuáticos que son depositados en agua; huevos y renacuajos en aguas lénticas.

Modo 2.- Huevos acuáticos que son depositados en agua; huevos y renacuajos en aguas lólicas.

Modo 17.- Huevos terrestres o arbóreos que son depositados en el suelo o en madrigueras; de los huevos nacen pequeños subadultos.

Modo 30.- Huevos terrestres o arbóreos que son depositados en ovíparos; ovíparos.

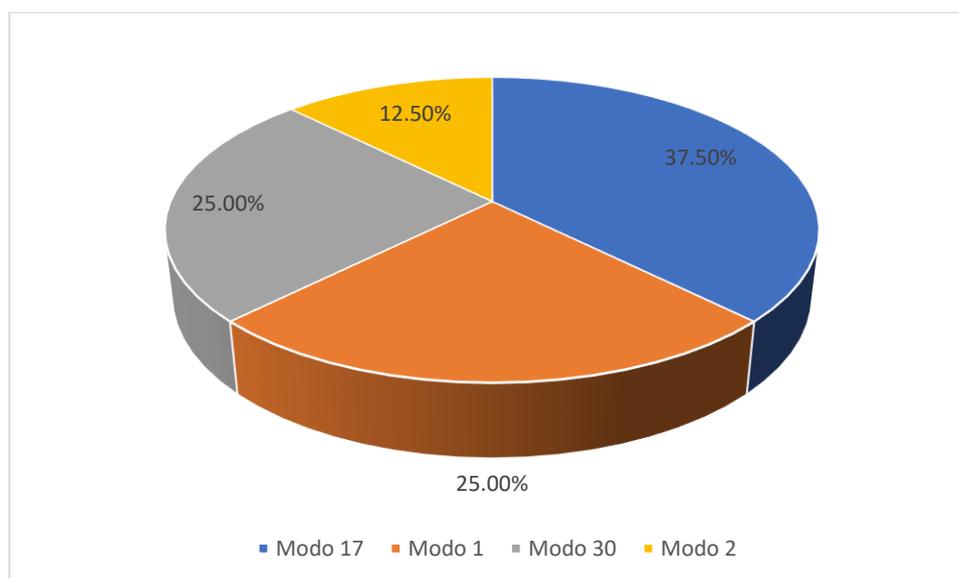
Tabla 4.3-55. Modos reproductivos de las especies

Clase	Orden	Familia	Especie	Modos reproductivos
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella acutirostris</i>	Modo 1
			<i>Rhinella marina</i>	Modo 2
		Hylidae	<i>Scinax ruber</i>	Modo 1

		Strabomantidae	<i>Pristimantis conspicillatus</i>	Modo 17
			<i>Pristimantis prolatus</i>	Modo 17
			<i>Pristimantis trachyblepharis</i>	Modo 17
Reptilia	Iguanidae: Hoplocercinae	<i>Enyalioides rubrigularis</i>	Iguanidae: Hoplocercinae	Modo 30
	Squamata:Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Synophis zamora</i>	Modo 30

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-36. Modos reproductivos de las especies



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.3.5.5 Estado de conservación

De acuerdo con Ortega-Andrade et al., (2021) y Carrillo et al., (2005) de las ocho especies registradas, seis especies (75 %) se encuentran en la categoría Preocupación Menor (LC) y las dos especies restantes (25 %) en la categoría No Evaluada (NE) donde se incluyen *Enyalioides rubrigularis* y *Synophis zamora*.

En contraste, en la lista roja de la IUCN (2024) seis especies (75 %) se encuentran en la categoría Preocupación Menor (LC), una especie (12,50 %) en la categoría No Evaluada (NE) y una especie (12,50 %) en la categoría Vulnerable (VU).

Tabla 4.3-56. Estado de Conservación de las especies

Clase	Orden	Familia	Especie	Lista roja Ecuador	UICN
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella acutirostris</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
			<i>Rhinella marina</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
		Hylidae	<i>Scinax ruber</i>	Preocupación	Preocupación

				menor	menor
		Strabomantidae	<i>Pristimantis conspicillatus</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
			<i>Pristimantis prolatus</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
			<i>Pristimantis trachyblepharis</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
Reptilia	Squamata:Sauria	Iguanidae: Hoplocercinae	<i>Enyalioides rubrigularis</i>	No evaluada	Vulnerable
	Squamata:Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Synophis zamora</i>	No evaluada	No evaluada

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.3.5.6 Especies indicadoras

Rhinella acutirostris, *Rhinella marina* y *Scinax ruber* son especies indicadoras de hábitats modificados, abiertos y con un cierto grado de tolerancia al disturbio.

4.3.2.3.5.7 Especies Sensibles y Endémicas

Se registraron cuatro especies de sensibilidad baja (50 %) y cuatro especies de sensibilidad alta (50 %). Además, cuatro especies endémicas para el Ecuador (*Pristimantis prolatus*, *Pristimantis trachyblepharis*, *Enyalioides rubrigularis* y *Synophis zamora*).

Tabla 4.3-57. Especies sensibles y endémicas

Clase	Orden	Familia	Especie	Especies sensibles	Especies endémicas
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella acutirostris</i>	Baja	Nativa
			<i>Rhinella marina</i>	Baja	Nativa
		Hylidae	<i>Scinax ruber</i>	Baja	Nativa
		Strabomantidae	<i>Pristimantis conspicillatus</i>	Baja	Nativa
			<i>Pristimantis prolatus</i>	Alta	Endémica
			<i>Pristimantis trachyblepharis</i>	Alta	Endémica
Reptilia	Squamata:Sauria	Iguanidae: Hoplocercinae	<i>Enyalioides rubrigularis</i>	Alta	Endémica
	Squamata:Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Synophis zamora</i>	Alta	Endémica

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.3.5.8 Uso del recurso

Según la información recopilada en la fase de campo, no se registró ninguna especie que sea usada como recurso alimenticio o de comercio por parte de la comunidad local.

4.3.2.3.5.9 Áreas sensibles

No existen áreas sensibles, en consideración de las especies registradas en los puntos de monitoreo.

Toda el área de estudio generó una riqueza de ocho especies, seis especies de la clase Amphibia y dos especies de la clase Reptilia incluidos puntos de monitoreo cuantitativos y cualitativos. De manera cuantitativa se registraron 32 individuos pertenecientes a seis especies de herpetofauna. Adicionalmente, con los recorridos de observación cualitativos se sumaron dos especies.

Los sitios evaluados son aledaños y comparten características en común con la Cordillera del Cóndor, cadena montañosa con una topografía irregular que la convierte en una región geográfica aislada, que, sumado a las características particulares del suelo y su proximidad al bosque amazónico, la convierten en un área biodiversa y con altos patrones de endemismo (Neill, 2005; Guayasamin y Bonaccorso, 2011). La biodiversidad de esta región está en reciente exploración, en los últimos años ha habido varios descubrimientos de anfibios restringidos a esta zona (Almendáriz et al., 2014; Brito et al., 2014; Brito-Zapata & Reyes-Puig, 2021; Valencia et al., 2017). En ese contexto, la zona de estudio presentó heterogeneidad de hábitat; remanentes de bosque, áreas abiertas asociadas a pastizales y cultivos.

En el estudio, las familias más representativas fueron Strabomantidae con tres especies y Bufonidae con dos especies, sumando en conjunto el 62,50 % del total de los registros. La familia Strabomantidae y más específicamente el género *Pristimantis* presenta una particular fisiología de desarrollo directo que no requiere cuerpos de agua para su desarrollo (Lynch & Duellman, 1997); permitiéndole colonizar diversos estratos verticales al interior de los bosques (Ron et al., 2024). Asimismo, los bufónidos registrados en el estudio son especies colonizadoras de hábitats alterados (Ron et al., 2024).

De conformidad con el índice de Shannon ($H' = 1,46$) evidenció una diversidad baja y el índice de Simpson (0,7344) una dominancia de especies media siendo *Pristimantis trachyblepharis* la especie representativa sobre el resto de la comunidad.

Según la categorización del estado de conservación de las especies, a nivel global (IUCN, 2024) seis especies (75 %) se encuentran en la categoría Preocupación Menor (LC), una especie (12,50 %) en la categoría No Evaluada (NE) y una especie (12,50 %) en la categoría Vulnerable (VU). A escala del Ecuador (Carrillo et al., 2005; Ortega-Andrade et al., 2021) seis especies (75 %) se encuentran en la categoría Preocupación Menor (LC) y las dos especies restantes (25 %) en la categoría No Evaluada (NE) donde se incluyen *Enyalioides rubrigularis* y *Synophis zamora*.

4.3.2.4 Entomofauna

4.3.2.4.1 Riqueza y diversidad de especies

Tabla 4.3-58. Riqueza, abundancia y abundancia relativa de las familias de entomofauna proyecto Peñas 2

Orden	Familia	Género	Especie	Sitio de muestreo			
				PS2_RM 1	PS2_RM 2	PS2_RM 3	PS2_RM 4
Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Abracis</i>	<i>Abracris</i> sp	X	X		
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Autochon</i>	<i>Autochon</i> sp		X		
Lepidoptera	Geometridae	<i>Erateina</i>	<i>Erateina staudingeri</i>			X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Hermeuptychi</i> <i>a</i>	<i>Hermeuptychi</i> <i>a</i> sp			X	

Orden	Familia	Género	Especie	Sitio de muestreo			
				PS2_RM 1	PS2_RM 2	PS2_RM 3	PS2_RM 4
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Hermeuptychi a</i>	<i>Hermeuptychi a hermes</i>	X	X	X	
Lepidoptera	Geometridae	<i>Leuciris</i>	<i>Leuciris fimbriaria</i>			X	
Mantodea	Mantidae	Indeterminado	Morfoespecie 1	X	X		
Lepidoptera	Uraniidae	Indeterminado	<i>Epiplema</i> sp		X		
Hymenoptera	Apidae	Indeterminado	Morfoespecie 11		X		
Blattodea	Blattoidea	Indeterminado	Morfoespecie 12		X		
Coleoptera	Erotylidae	Indeterminado	Morfoespecie 13			X	
Orthoptera	Acrididae	Indeterminado	Morfoespecie 14			X	X
Hemiptera	Pentatomidae	Indeterminado	Morfoespecie 15			X	X
Lepidoptera	Cambridae	Indeterminado	Morfoespecie 16			X	
Hymenoptera	Ichneumonida e	Indeterminado	Morfoespecie 17			X	
Hemiptera	Cercopidae	Indeterminado	Morfoespecie 18			X	
Orthoptera	Acrididae	Indeterminado	Morfoespecie 19			X	
Hymenoptera	Pompilidae	Indeterminado	Morfoespecie 2	X	X		
Lepidoptera	Hesperidiidae	Indeterminado	<i>Morfoespecie 20</i>			X	
Orthoptera	Acrididae	Indeterminado	Morfoespecie 21			X	
Lepidoptera	Sphingidae	Indeterminado	Morfoespecie 22				X
Hemiptera	Coreidae	Indeterminado	Morfoespecie 23				X
Hymenoptera	Vespidae	Indeterminado	Morfoespecie 24				X
Lepidoptera	Riodinidae	Indeterminado	Morfoespecie 25				X
Hemiptera	Alydidae	Indeterminado	Morfoespecie 3	X	X		
Orthoptera	Tettigoniidae	Indeterminado	Morfoespecie 4			X	
Orthoptera	Tettigoniidae	Indeterminado	Morfoespecie 5		X		
Coleoptera	Curculionidae	Indeterminado	Morfoespecie 6		X		
Orthoptera	Acrididae	Indeterminado	Morfoespecie		X		

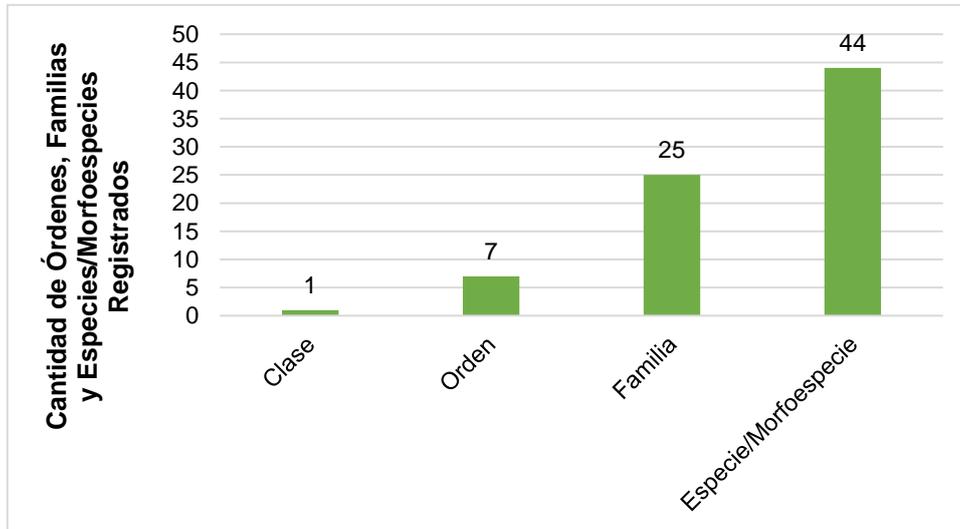
Orden	Familia	Género	Especie	Sitio de muestreo			
				PS2_RM 1	PS2_RM 2	PS2_RM 3	PS2_RM 4
			7				
Coleoptera	Curculionidae	Indeterminado	Morfoespecie 8		X		
Hemiptera	Cicadellidae	Indeterminado	Morfoespecie 9		X		
Orthoptera	Trigonidiidae	<i>Nemobius</i>	<i>Nemobius</i> sp				X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Oressinoma</i>	<i>Oressinoma typhla</i>		X	X	X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Oxeoschistus</i>	<i>Oxeoschistus protogenia</i>				X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Parataygetis</i>	<i>Parataygetis unifasciata</i>				X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pareuptychia</i>	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>	X	X		X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pedaliodes</i>	<i>Pedaliodes phrasiclea</i>				X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pedaliodes</i>	<i>Pedaliodes</i> sp			X	
Hymenoptera	Peleciniidae	<i>Pelecinus</i>	<i>Pelecinus</i> sp			X	X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pronophila</i>	<i>Pronophila unifasciata</i>				X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pseudodebis</i>	<i>Pseudodebis celia</i>		X	X	
Orthoptera	Ripterygidae	<i>Ripteryx</i>	<i>Ripteryx</i> sp			X	
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Spicauda</i>	<i>Spicauda</i> sp		X		
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Taygetis</i>	<i>Taygetis chrysogone</i>				X

Ps2= Peñas 2, RM= Red de mano.

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

En cuanto a la metodología cualitativa (recorridos de observación, colecta manual y registro fotográfico), se registró un total de 52 especies/morfoespecies dentro 27 familias distribuidas en 8 órdenes de la clase Insecta.

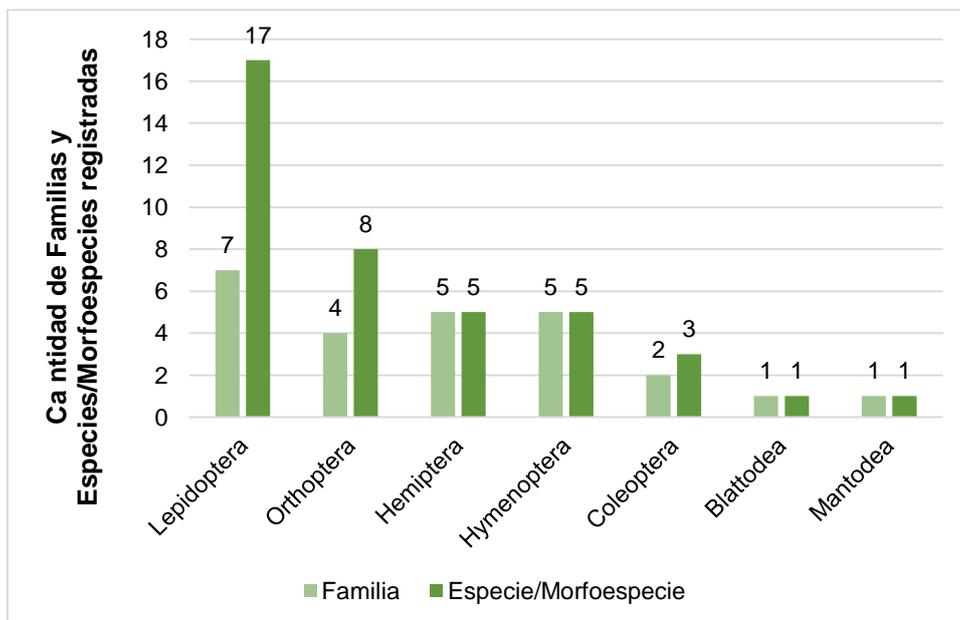
Figura 4.3-37. Riqueza General Registrada en los puntos de Muestreo Cualitativo en las áreas de estudio



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Entre los órdenes más representativos esta Lepidoptera, con 17 especies/morfoespecies dentro de 7 familias; seguido del orden Orthoptera, con 8 especies/morfoespecies de 4 familias, y los órdenes Hemiptera y Hymenoptera con 5 especies/morfoespecies de 5 familias cada una. Los órdenes Mantodea, y Blattodea presentan 1 especie/morfoespecie de una sola familia cada uno.

Figura 4.3-38. Abundancia General Registrada en los puntos de Muestreo Cualitativo en las áreas de estudio



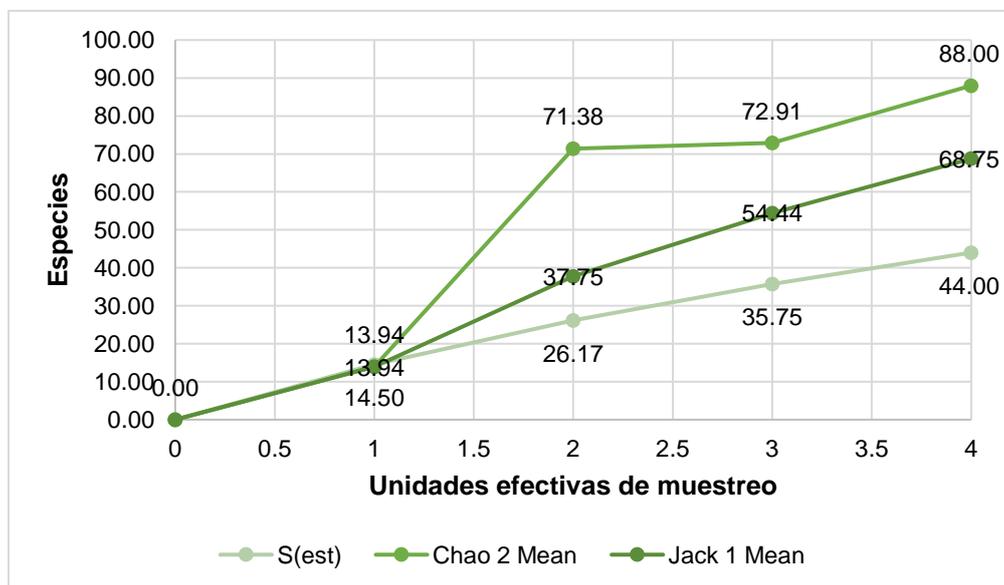
Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.4.2 Curva de acumulación de especies

Mediante los valores obtenidos durante el muestreo cualitativo se ha realizado la curva de acumulación de especies. Se han usado estimadores no paramétricos: Chao 2 (variante de Chao 1), que utiliza datos de incidencia, toma en cuenta la distribución de las especies entre las muestras y es recomendable para muestras pequeñas (Moreno, 2001). Y el estimador de Jackknife de primer orden (Jackknife 1), debido a que se ajusta mejor a los datos (presencias/ausencia) permite la estimación del sesgo y la varianza de estimadores. El valor máximo de Chao 2 es de $88,00 \approx 88$ especies/área frente el valor registrado de 44 especies/área. Estos resultados indica que la curva de acumulación de especies tiende hacia la asíntota, por lo que las especies registradas representan el 50,00 % de la riqueza local.

Por otro lado, el estimador de Jackknife 1 presenta un valor de $68,75 \approx 69$ especies/área, por lo que las especies registradas según el estimador Jackknife 1 abarcan el 64,00 % de la riqueza local.

Figura 4.3-39. Curva de acumulación de especies de las familias de entomofauna



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Análisis cuantitativo general del área de estudio

Tabla 4.3-59. Riqueza, abundancia y abundancia relativa de las comunidades de la familia Scarabaeidae relacionadas a las áreas de estudio

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Abundancia	Porcentaje (%)	Sitio de muestreo	
							PS2_T P1	PS2_T P2
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius</i>	<i>Dichotomius protectus</i>	6	5,61		X
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius</i>	<i>Dichotomius quinquelobatus</i>	10	9,35	X	
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius</i>	<i>Dichotomius podalirius</i>	15	14,02	X	X

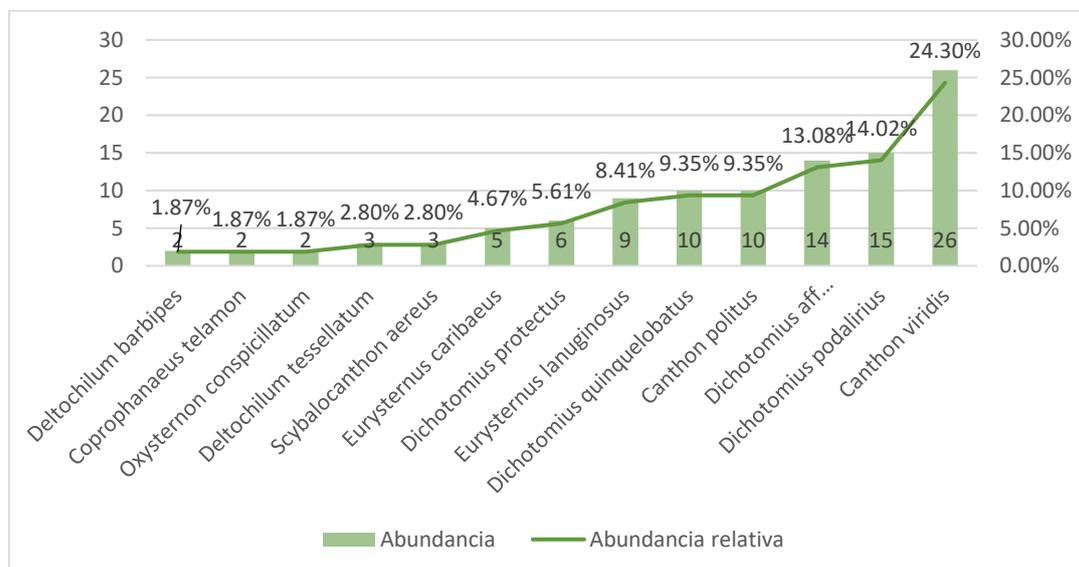
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius</i>	<i>Dichotomius aff problematicus</i>	14	13,08	X	X
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum</i>	<i>Deltochilum tessellatum</i>	3	2,8		X
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthon</i>	<i>Canthon politus</i>	10	9,35		X
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthon</i>	<i>Canthon viridis</i>	26	24,3	X	
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Deltochilum</i>	<i>Deltochilum barbipes</i>	2	1,87		X
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Coprophanaeus</i>	<i>Coprophanaeus telamón</i>	2	1,87	X	
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eurysternus</i>	<i>Eurysternus caribaeus</i>	5	8,41	X	
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eurysternus</i>	<i>Eurysternus lanuginosus</i>	9	4,67	X	
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Oxysternon</i>	<i>Oxysternon conspicillatum</i>	2	1,87	X	
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Scybalocanthon</i>	<i>Scybalocanthon aereus</i>	3	2,8	X	
Total					107			

Ps2= Peñas 2, TP= Trampa Pitfall.

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

De acuerdo con los datos obtenidos de los muestreos aplicados se observa una riqueza de 13 especies, 7 géneros de la familia Scarabaeidae. La abundancia total es de 107 individuos, la mayor parte de las especies se encuentran la categoría de raro, y poco común, *Dichotomius aff problematicus*, y *Dichotomius podalirius* se encuentran en el rango de especies comunes.

Figura 4.3-40. Curva de dominancia de las especies de entomofauna de la familia Scarabaeidae registradas en el área de estudio



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

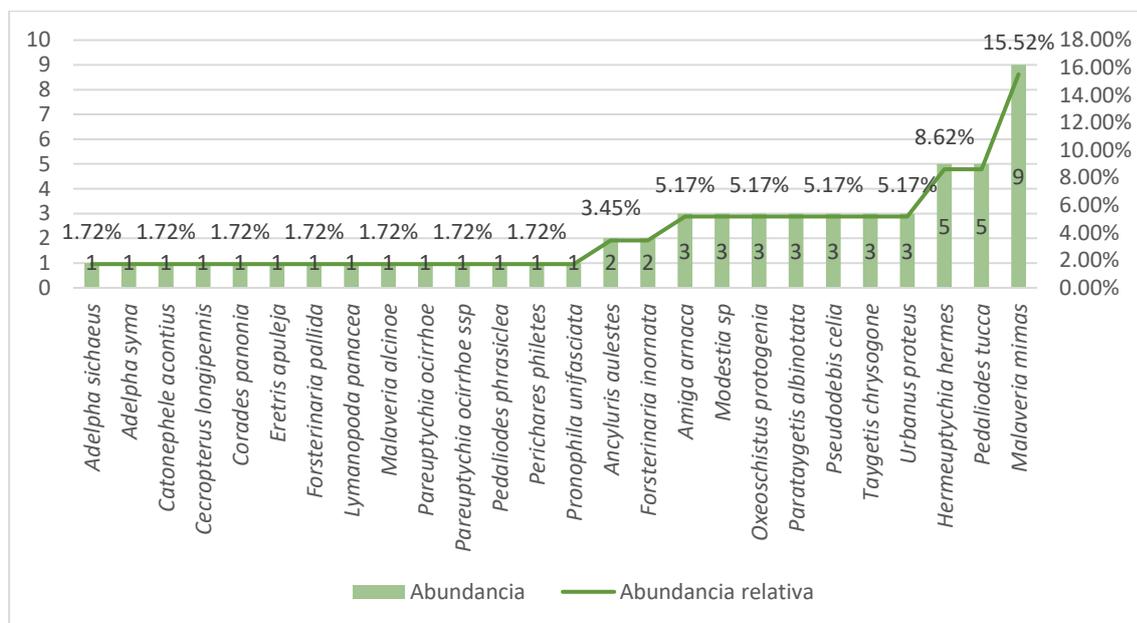
Tabla 4.3-60. Riqueza, abundancia y abundancia relativa de las comunidades de mariposas diurnos relacionadas a las áreas de estudio

Orden	Familia	Género	Especie	Abundancia	Representación (%)	Sitio de muestreo	
						Ps2_vsr 1	Ps2_vsr 2
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Adelpha</i>	<i>Adelpha sichaeus</i>	1	1,72	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Adelpha</i>	<i>Adelpha syma</i>	1	1,72	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Amiga</i>	<i>Amiga arnaca</i>	3	5,17	X	
Lepidoptera	Riodinidae	<i>Ancyluris</i>	<i>Ancyluris aulestes</i>	2	3,45	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Catonephele</i>	<i>Catonephele acontius</i>	1	1,72	X	
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Cecropterus</i>	<i>Cecropterus longipennis</i>	1	1,72	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Corades</i>	<i>Corades pannonia</i>	1	1,72	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Eretris</i>	<i>Eretris apuleja</i>	1	1,72	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Forsterinaria</i>	<i>Forsterinaria inornata</i>	2	3,45	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Forsterinaria</i>	<i>Forsterinaria pallida</i>	1	1,72		X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Hermeuptychia</i>	<i>Hermeuptychia hermes</i>	5	8,62	X	X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Lymanopoda</i>	<i>Lymanopoda panacea</i>	1	1,72		X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Malaveria</i>	<i>Malaveria alcinoe</i>	1	1,72	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Malaveria</i>	<i>Malaveria mimas</i>	9	15,52	X	X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Modestia</i>	<i>Modestia sp</i>	3	5,17		X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Oxeoschistus</i>	<i>Oxeoschistus protogenia</i>	3	5,17	X	X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Parataygetis</i>	<i>Parataygetis albinonata</i>	3	5,17	X	X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pareuptychia</i>	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>	1	1,72	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pareuptychia</i>	<i>Pareuptychia ocirrhoe ssp</i>	1	1,72	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pedaliodes</i>	<i>Pedaliodes phrasiclea</i>	1	1,72		X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pedaliodes</i>	<i>Pedaliodes tucca</i>	5	8,62	X	X
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Perichares</i>	<i>Perichares</i>	1	1,72	X	

a			<i>philetus</i>				
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pronophila</i>	<i>Pronophila unifasciata</i>	1	1,72		X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pseudodebis</i>	<i>Pseudodebis celia</i>	3	5,17	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Taygetis</i>	<i>Taygetis chrysogone</i>	3	5,17		X
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Urbanus</i>	<i>Urbanus proteus</i>	3	5,17	X	X
Total				58	100		

Ps2= Peñas 2, VSR= Trampa Van Someren Rydon. En el caso de las mariposas diurnas los datos obtenidos de los muestreos aplicados se observa una riqueza de 26 especies, dentro de 21 géneros, de 3 familias: Nymphalidae (22), Hesperiidae (3) y Riodinidae (1). La abundancia total es de 58 individuos, la mayor parte de las especies se encuentran entre poco comunes, y raras, *Malaveria mimas* se encuentra en el rango de especies comunes.

Figura 4.3-41. Curva de dominancia de las especies de Mariposas diurnas registradas en el área de estudio



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.4.3 Diversidad

Con los datos obtenidos de los muestreos se calcularon los índices de diversidad de Shannon H' y Simpson $1-D$, mismos que se presentan a continuación.

Tabla 4.3-61. Valores de los índices de Shannon y Simpson calculados para estimar la diversidad de los sitios de muestreo

Sitio de muestreo	No. Especies	No. Individuos	Shannon h'	Especies dominantes	Simpson $1-d$
Ps2_TP1	9	80	1,96	1	0,83

Ps2_TP2	6	27	1,67	2	0,79
Ps2_VSR1	17	26	3,05	-	0,97
Ps2_VSR2	32	14	2,56	1	0,91

Ps2= Peñas 2, TP= Trampa Pitfall, VSR= Trampa Van Someren Rydon

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Los valores obtenidos por los índices de diversidad indican que el muestreo cuantitativo de los escarabajos (Scarabaeidae) indican que el sitio de muestreo Ps2_TP1 posee el mayor valor de diversidad, tanto en Shannon como en Simpson, aunque no poseen valores muy diferentes, ya que cada sitio de muestreo obtuvo 9 y 6 especies respectivamente, por lo que, la verdadera diferencia se encuentra en la abundancia, en donde, el punto Ps2_TP1 es 2,96 veces más abundante que el punto Ps2_TP2. En relación a la dominancia, al poseer valores cercanos a 1 en el índice de diversidad de Simpson, eso indica que la presencia de dominancia no es importante, ya que poseen pocas especies dominantes. Sin embargo, según Margalef (1972), el índice de Shannon muestra una diversidad inferior a 2 por lo que se considera una diversidad baja.
- En el caso del muestreo para mariposas diurnas se puede ver una diferencia más pronunciada entre los puntos de muestreo. Aquí, el punto Ps2_VSR1 posee el valor más alto de diversidad con 3,05; mientras que el punto Ps2_VSR2 es de 2,56. Según Margalef (1972), esto es considerado diversidad media. Lo cual es interesante considerando que el punto Ps2_VSR1 está compuesto por una menor riqueza de especies (17) pero estas son más abundantes (26), sin ninguna especie que se pueda considerar dominante. Mientras que el punto Ps2_VSR2 hay una mayor riqueza de especies (32) pero estas son menos abundantes (14), con una sola especie dominante y 8 especies consideradas raras.
- **Análisis de similitud**

Para el análisis de la diversidad beta, se aplicó el índice de Jaccard a la totalidad de datos obtenidos en ambos sitios de muestreo considerados como Peñas 2 punto de muestreo 1 (Ps2_P1), y Peñas 2 punto de muestreo 2 (Ps2_P2), es decir, se han incluido todos los datos cuantitativos de ambos grupos taxonómicos con el fin de evaluar las diferencias o similitudes entre las zonas de estudio, teniendo los siguientes resultados.

Tabla 4.3-62. Datos resultantes de la aplicación del índice de Jaccard

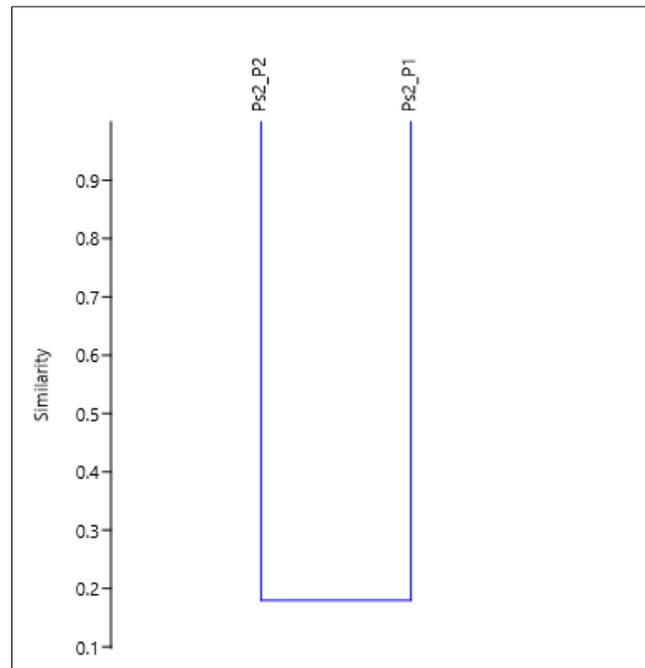
	Ps2_P1	Ps2_P2
Ps2_P1	1	0,18
Ps2_P2	0,18	1

Ps2= Peñas 2, P1= Primer punto de muestreo, P2= Segundo punto de muestreo.

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

De acuerdo con los valores obtenidos de la aplicación del índice de similitud de Jaccard, se tiene que los sitios difieren en su composición y estructura en un 6,00 %, siendo considerados dos sectores sumamente parecidos.

Figura 4.3-42. Clúster resultado de la aplicación del índice de similitud de Jaccard a los datos cuantitativos obtenidos de los sitios de muestreo



Ps2= Peñas 2, P1= Primer punto de muestreo, P2= Segundo punto de muestreo

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- **Análisis por sitio de muestreo**

-Peñas 2 punto de muestreo 1: Trampas Pitfall para escarabajo peloteros y Trampas Van Someren Rydon para mariposas diurnas (Ps2_TP1 y Ps2_VSR1).

- Riqueza, abundancia y abundancia relativa de Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP1

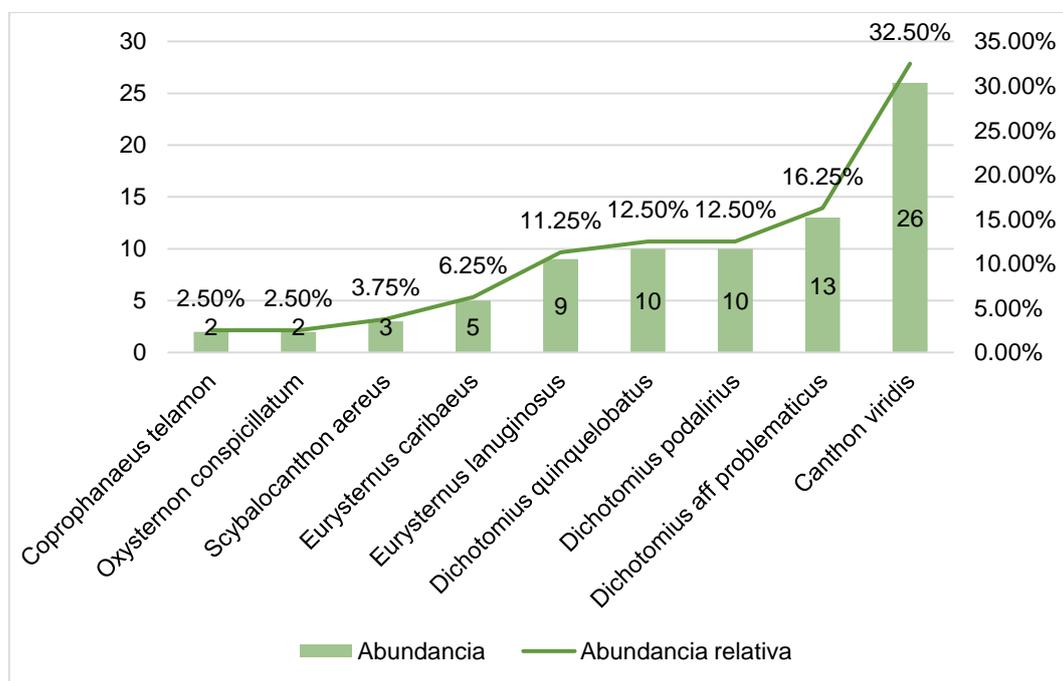
De acuerdo con los datos obtenidos para la familia Scarabaeidae, se encontraron 80 individuos, distribuidos en 9 especies, pertenecientes a 6 géneros y 4 tribus. Se puede observar que la mayoría de las especies se encuentran en los rangos de abundancia de especies comunes y raros. *Canthon viridis* es considerada una especie abundante, y *Eurysternus caribaeus* se encuentran en el rango de especies poco comunes.

Tabla 4.3-63. Riqueza abundancia y abundancia relativa de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP1

Familia	Tribu	Género	Nombre científico	Abundancia	Representación
Scarabaeidae	Coprini	<i>Dichotomius</i>	<i>Dichotomius quinquelobatus</i>	10	12,50%
Scarabaeidae	Coprini	<i>Dichotomius</i>	<i>Dichotomius podalirius</i>	10	12,50%
Scarabaeidae	Coprini	<i>Dichotomius</i>	<i>Dichotomius aff problematicus</i>	13	16,25%
Scarabaeidae	Deltochilini	<i>Canthon</i>	<i>Canthon viridis</i>	26	32,50%
Scarabaeidae	Phanaeini	<i>Coprophanaeus</i>	<i>Coprophanaeus telamon</i>	2	2,50%
Scarabaeidae	Oniticellini	<i>Eurysternus</i>	<i>Eurysternus lanuginosus</i>	9	11,25%
Scarabaeidae	Oniticellini	<i>Eurysternus</i>	<i>Eurysternus caribaeus</i>	5	6,25%
Scarabaeidae	Phanaeini	<i>Oxysternon</i>	<i>Oxysternon conspicillatum</i>	2	2,50%
Scarabaeidae	Deltochilini	<i>Scybalocantho</i>	<i>Scybalocanthon aereus</i>	3	3,75%
Total				80	

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-43. Curva abundancia-diversidad de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP1

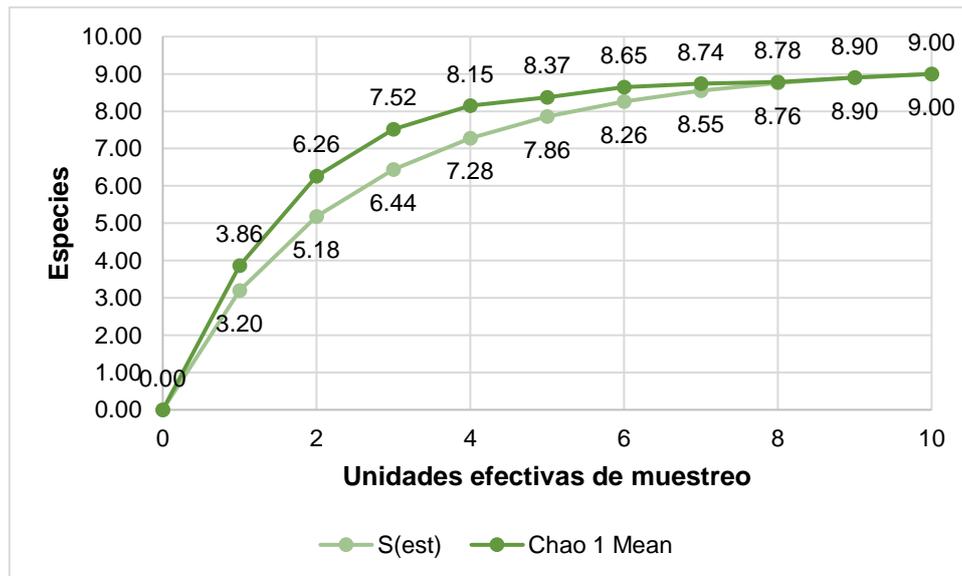


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.4.4 Curva de acumulación de especies

De acuerdo con el gráfico, se observa que la curva alcanza la asíntota, indicando esto que, se han muestreado todas las especies de la zona, y el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente. Por lo que, mediante la estimación de Chao1, se puede comprobar que se ha registrado el 100,00 % de las especies de escarabajos la familia Scarabaeidae relacionada al sitio Peñas 2 punto de muestreo 1.

Figura 4.3-44. Curva de acumulación de especies de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP1



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Riqueza, abundancia y abundancia relativa de Peñas 2-Trampas Van Someren Rydon: Ps2_VSR1.

De acuerdo a los datos obtenidos durante el muestreo de mariposas diurnas, se encontraron 26 individuos, distribuidos en 17 especies, pertenecientes a 14 géneros de 3 familias: Nymphalidae, Hesperidae, y Riodinidae. Se puede observar que la mayoría de las especies se encuentran dentro de la categoría raro, seguido de especies poco comunes. *Pseudodebis celia* y *Amiga arnaca* se consideran especies comunes. Ninguna de las especies registradas fue considerada abundante.

Tabla 4.3-64. Riqueza abundancia y abundancia relativa de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2-Van Someren Rydon: Ps2_VSR1

Familia	Subfamilia	Género	Nombre científico	Abundancia	Representación (%)
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Pareuptychia</i>	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>	1	3,85%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Pareuptychia</i>	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i> ssp	1	3,85%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Hermeuptychia</i>	<i>Hermeuptychia hermes</i>	2	7,69%
Nymphalidae	Limenitidinae	<i>Adelpha</i>	<i>Adelpha sichaeus</i>	1	3,85%
Nymphalidae	Limenitidinae	<i>Adelpha</i>	<i>Adelpha syma</i>	1	3,85%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Pedaliodes</i>	<i>Pedaliodes tucca</i>	1	3,85%

Familia	Subfamilia	Género	Nombre científico	Abundancia	Representación (%)
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Urbanus</i>	<i>Urbanus proteus</i>	2	7,69%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Pseudodebis</i>	<i>Pseudodebis celia</i>	3	11,54%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Forsterinaria</i>	<i>Forsterinaria inornata</i>	2	7,69%
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Catonephele</i>	<i>Catonephele acontius</i>	1	3,85%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Oxeoschistus</i>	<i>Oxeoschistus protogenia</i>	2	7,69%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Amiga</i>	<i>Amiga amaca</i>	3	11,54%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Malaveria</i>	<i>Malaveria alcinoe</i>	1	3,85%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Malaveria</i>	<i>Malaveria mimas</i>	1	3,85%
Riodinidae	Riodininae	<i>Ancyluris</i>	<i>Ancyluris aulestes</i>	2	7,69%
Hesperiidae	Hesperiinae	<i>Perichares</i>	<i>Perichares philetes</i>	1	3,85%
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Cecropterus</i>	<i>Cecropterus longipennis</i>	1	3,85%
Total				26	100

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

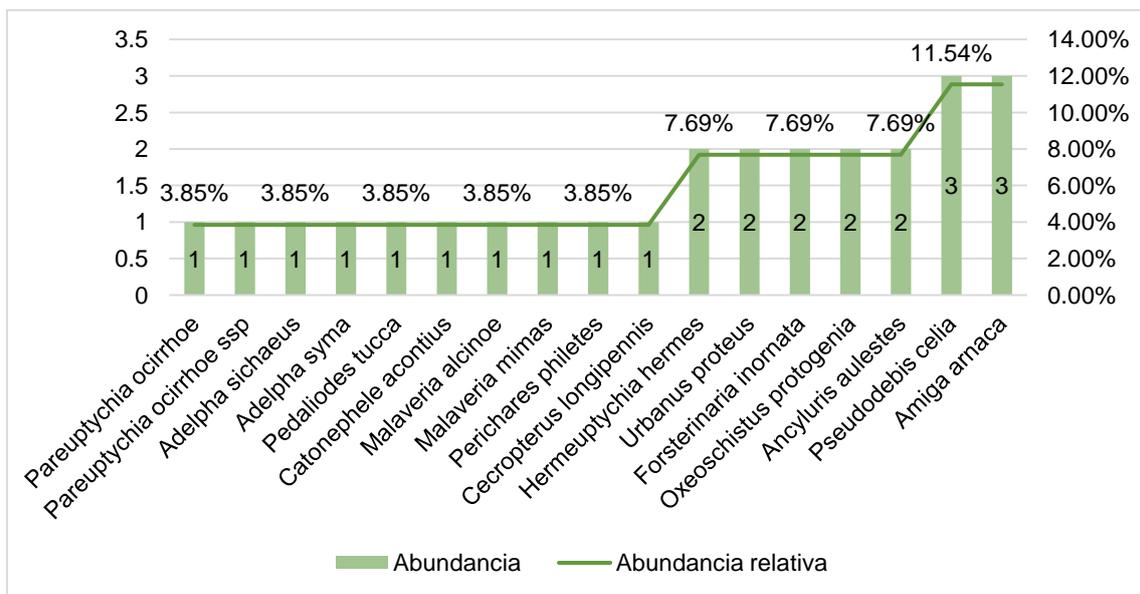


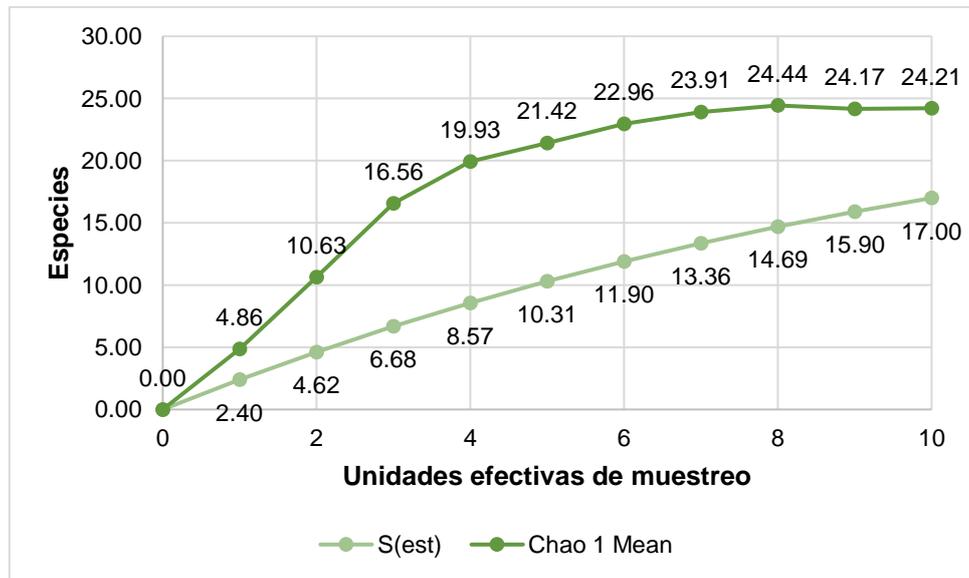
Figura 4.3-45. Curva de abundancia-diversidad de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2-Van Someren Rydon: Ps2_VSR1

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.4.5 Curva de acumulación de especies

De acuerdo con el gráfico, se observa que la curva tiende hacia la asíntota, tomando como referencia el valor estimado Chao 1 de $24,21 \approx 24$ especies de las 17 especies encontradas. Esto hace referencia a que se logró muestrear el 70,22 % de la riqueza local de las mariposas diurnas, por lo que el éxito de muestreo o esfuerzo utilizado para el muestreo de mariposas diurnas en el sitio Peñas 2 punto de muestreo 1 es aceptable.

Figura 4.3-46. Curva de acumulación de especies de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2- Van Someren Rydon: Ps2_VSR1



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Peñas 2 punto de muestreo 2: Trampas Pitfall para escarabajo peloteros y Trampas Van Someren Rydon para mariposas diurnas (Ps2_TP2 y Ps2_VSR2).

- Riqueza, abundancia y abundancia relativa de Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP2

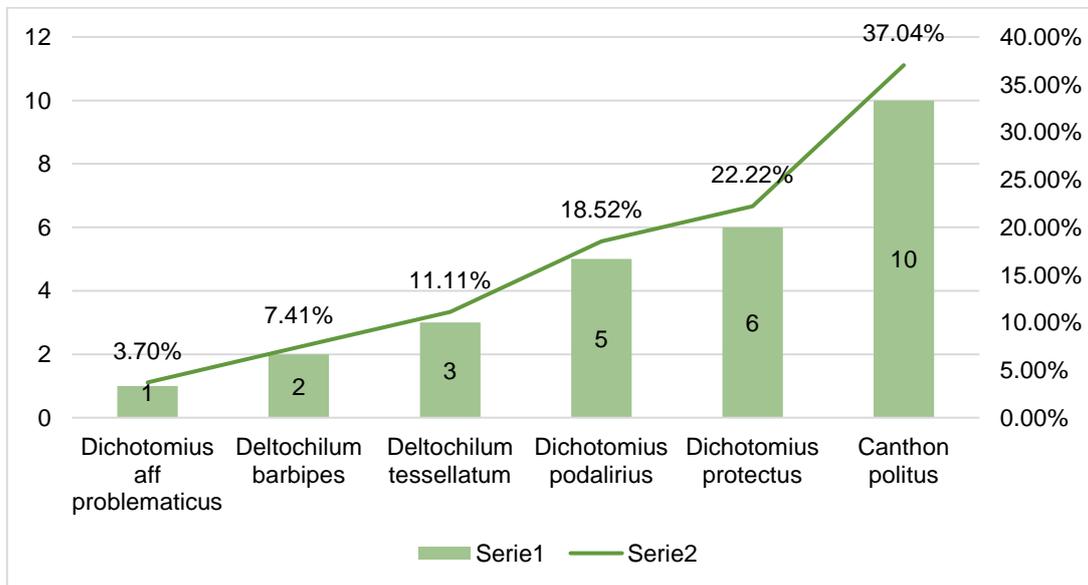
De acuerdo a los datos obtenidos, se encontraron 27 individuos, distribuidos en 6 especies, pertenecientes a 3 géneros de la familia Scarabaeidae. Se puede observar que la mayoría de especies se encuentran en los rangos de abundancia de especies abundantes y comunes. *Deltochilum barbipes* se encuentra catalogado como poco común, mientras que, *Dichotomius aff problematicus* se encuentra en el rango de especies raro.

Tabla 4.3-65. Riqueza abundancia y abundancia relativa de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP2

Familia	Tribu	Género	Nombre científico	Abundancia	Representación (%)
Scarabaeidae	Coprini	<i>Dichotomius</i>	<i>Dichotomius protectus</i>	6	22,22%
Scarabaeidae	Coprini	<i>Dichotomius</i>	<i>Dichotomius podalirius</i>	5	18,52%
Scarabaeidae	Coprini	<i>Dichotomius</i>	<i>Dichotomius aff problematicus</i>	1	3,70%
Scarabaeidae	Deltochilini	<i>Deltochilum</i>	<i>Deltochilum tessellatum</i>	3	11,11%
Scarabaeidae	Deltochilini	<i>Canthon</i>	<i>Canthon politus</i>	10	37,04%
Scarabaeidae	Deltochilini	<i>Deltochilum</i>	<i>Deltochilum barbipes</i>	2	7,41%
Total				27	100,00

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-47. Curva abundancia-diversidad de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP2

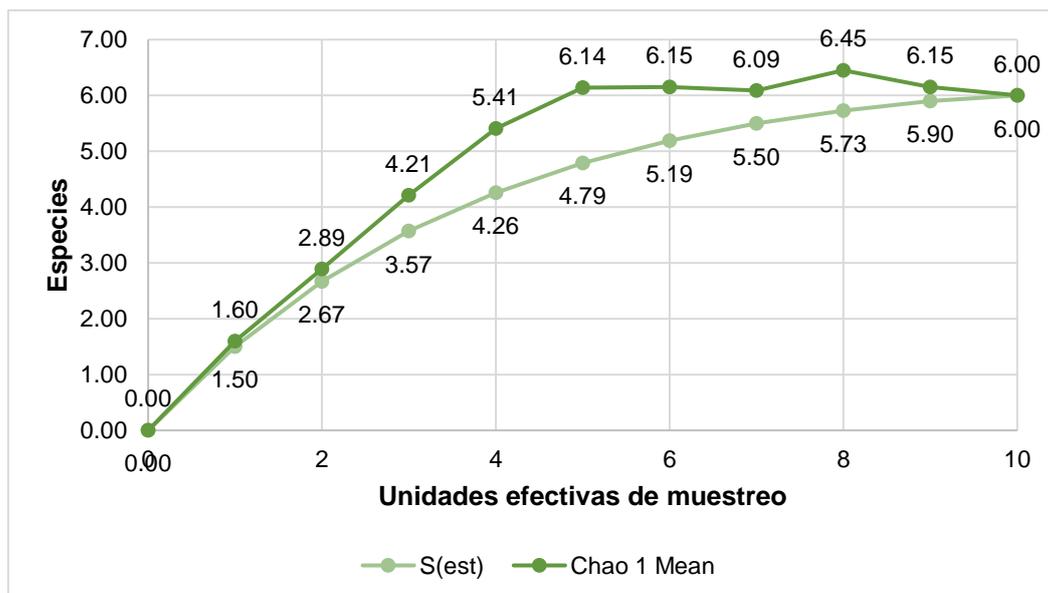


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.4.6 Curva de acumulación de especies

De acuerdo con el gráfico, se observa que la curva alcanza la asíntota, indicando esto que, se han muestreado todas las especies de la zona, y el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente. Por lo que, mediante la estimación de Chao1, se puede comprobar que se ha registrado el 100,00 % de las especies de escarabajos la familia Scarabaeidae relacionada al sitio Peñas 2 punto de muestreo 2.

Figura 4.3-48. Curva de acumulación de especies de la familia Scarabaeidae muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Pitfall: Ps2_TP2



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- Riqueza, abundancia y abundancia relativa de Peñas 2-Trampas Van Someren Rydon: Ps2_VSR2

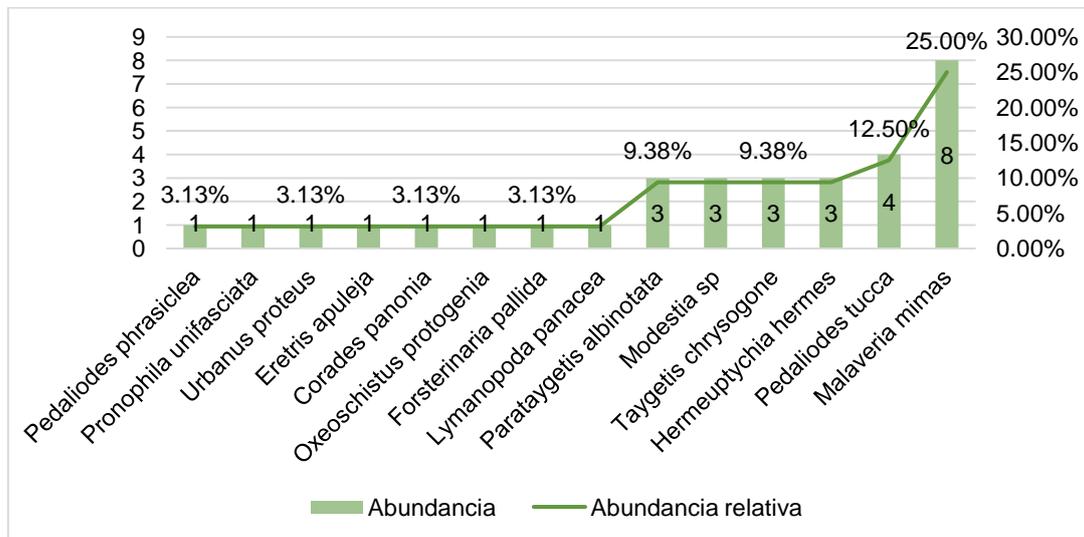
De acuerdo a los datos obtenidos durante el muestreo de mariposas diurnas, se encontraron 32 individuos, distribuidos en 14 especies, pertenecientes a 13 géneros de 2 familias: Nymphalidae, y Hesperidae. Se puede observar que la mayoría de las especies se encuentran dentro de la categoría raro, seguido de especies poco comunes. *Pedaliodes tucca* se considera una especie común. Y la especie *Malaveria mimas* fue la única considerada abundante.

Tabla 4.3-66. Riqueza abundancia y abundancia relativa de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Van Someren Rydon: Ps2_VSR2

Familia	Subfamilia	Género	Nombre científico	Abundancia	Representación (%)
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Parataygetis</i>	<i>Parataygetis albinotata</i>	3	9,38%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Pedaliodes</i>	<i>Pedaliodes tucca</i>	4	12,50%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Pedaliodes</i>	<i>Pedaliodes phrasiclea</i>	1	3,13%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Pronophila</i>	<i>Pronophila unifasciata</i>	1	3,13%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Malaveria</i>	<i>Malaveria mimas</i>	8	25,00%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Modestia</i>	<i>Modestia sp</i>	3	9,38%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Taygetis</i>	<i>Taygetis chrysogone</i>	3	9,38%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Hermeuptychia</i>	<i>Hermeuptychia hermes</i>	3	9,38%
Hesperidae	Eudaminae	<i>Urbanus</i>	<i>Urbanus proteus</i>	1	3,13%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Eretris</i>	<i>Eretris apuleja</i>	1	3,13%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Corades</i>	<i>Corades pannonia</i>	1	3,13%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Oxeoschistus</i>	<i>Oxeoschistus protogenia</i>	1	3,13%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Forsterinaria</i>	<i>Forsterinaria pallida</i>	1	3,13%
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Lymanopoda</i>	<i>Lymanopoda panacea</i>	1	3,13%
Total				32	100

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-49. Curva abundancia-diversidad de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2-Trampas Van Someren Rydon: Ps2_VSR2

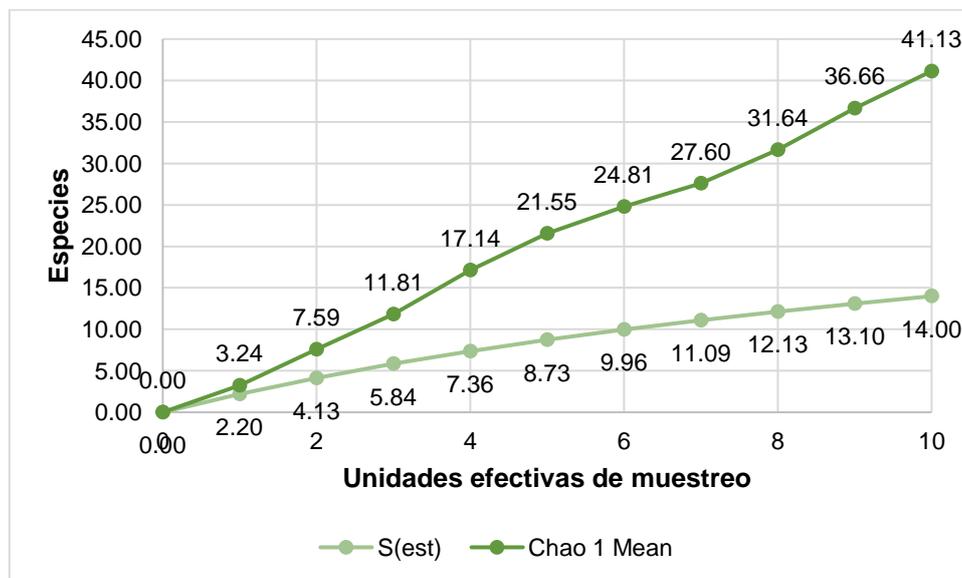


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.4.7 Curva de acumulación de especies

De acuerdo con el gráfico, se observa que la curva tiende hacia la asíntota, tomando como referencia el valor estimado Chao 1 de $41,13 \approx 41$ especies de las 14 especies encontradas. Esto hace referencia a que se logró muestrear el 30,04 % de la riqueza local de las mariposas diurnas, por lo que el éxito de muestreo o esfuerzo utilizado para el muestreo de mariposas diurnas en el sitio Peñas 2 punto de muestreo 2 es insuficiente. El valor del estimador Chao 1 es susceptible a la abundancia, por lo que, conforme aumente el esfuerzo de muestreo se espera encontrar una mayor cantidad de especies en el sitio de muestreo.

Figura 4.3-50. Curva de acumulación de especies de mariposas diurnas muestreada en el sitio Peñas 2-
Trampas Van Someren Rydon: Ps2_VSR2



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.4.8 Aspectos Ecológicos

4.3.2.4.8.1 Distribución vertical

Debido a su historia natural, especies de coleópteros copronecrófagos, ocupan el suelo como su estrato vertical, sin embargo, con el propósito de localizar fuentes de alimento o con fines reproductivos, se perchan en ramas de la vegetación, en estratos bajos y medios (Noriega et.al, 2008). Esto se repite en las especies de lepidópteros diurnos las cuales usan el sotobosque como su estrato vertical principal, sin embargo, no hay información suficiente para establecer el estrato vertical de la mayoría de las especies registradas, solo las especies del género *Adelpha* pueden ser considerados del estrato Dosel basado en la evaluación de López-Alvarado et al., (2022).

De acuerdo con los tipos de registros que se tienen al respecto de las especies encontradas en los sitios de muestreo cualitativo, se tiene que la distribución vertical se establece en dos tipos de estratos en los cuales se han registrado las familias registradas: suelo y sotobosque. En donde solo la familia Blattoidea del orden Blattodea es considerado del estrato Suelo.

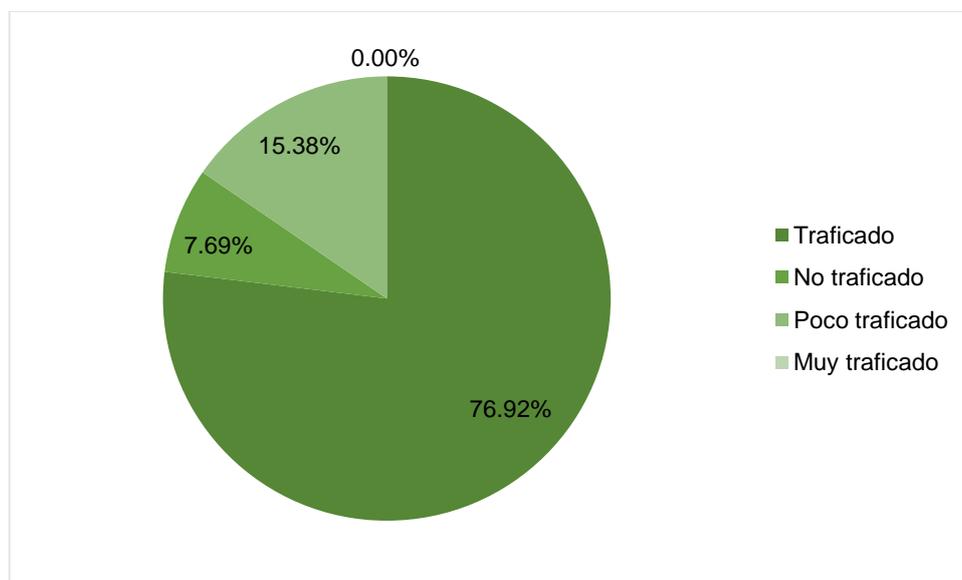
4.3.2.4.8.2 Sensibilidad Biótica y Especies de Interés

Los escarabajos copronecrófagos y las mariposas diurnas, al igual que otros grupos bióticos, constituyen bioindicadores de la calidad ambiental, ya que su presencia/ausencia y abundancia pueden mostrar los impactos que un ecosistema está sufriendo. En este estudio biótico, la existencia de los escarabajos

peloteros en los bosques evaluados tienen un valor ecológico muy significativo, ya que, estos organismos son fundamentales en los procesos naturales de reciclaje de nutrientes, además, de servicios como la dispersión de semillas y el control de posibles vectores de parásitos y enfermedades (Estrada & Coates-Estrada 1991, Hanski & Cambefort, 1991).

Gracias a la literatura de Carvajal et al., (2011), ha sido posible caracterizar el estado de conservación algunos géneros y especies de escarabajos en nuestra zona de estudio. Un buen porcentaje de los géneros registrados se encuentran dentro de la categoría de No traficado (7,69 %) o Poco traficado (15,38 %), sin embargo, en el otro lado de la moneda la gran mayoría está bajo la categoría de Tráfico (76,92 %). Además, no se caracterizaron especies en categoría de Muy traficado.

Figura 4.3-51. Distribución porcentual de las especies de escarabajos de la familia Scarabaeidae de acuerdo a su nivel trófico

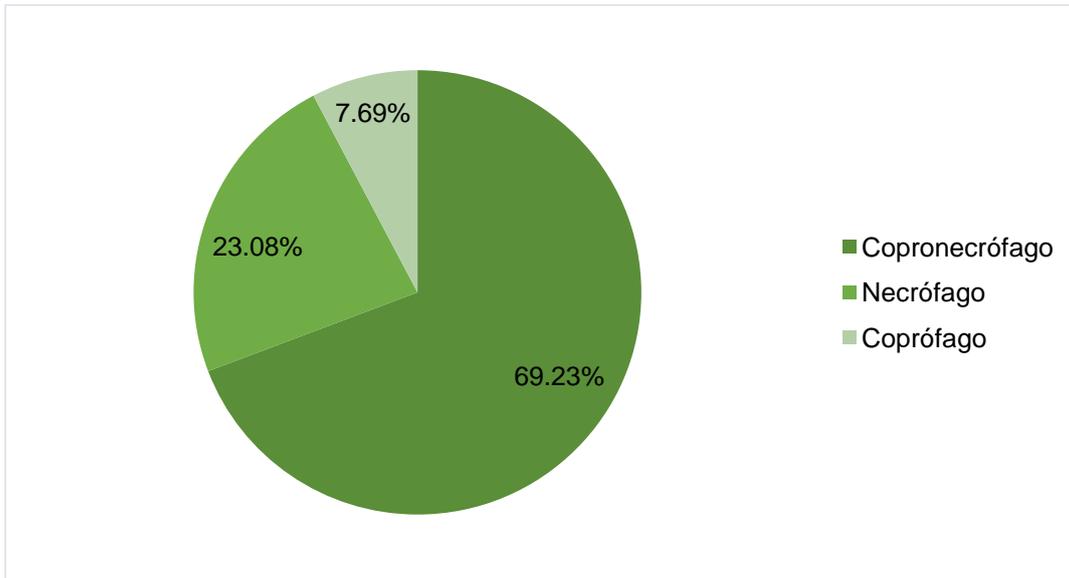


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.4.8.3 Gremios tróficos

De acuerdo a lo que se pudo identificar, por medio del uso de dos cebos diferentes, con el propósito de discriminar si es que las especies son coprófagas específicas, necrófagas específicas o generalistas, se tiene que el 69,23 % de las especies son generalistas es decir copronecrófagos, el 7,69 % son coprófagos y el 23,08 % son necrófagos. No obstante, de acuerdo con la literatura citada, ninguna de las especies registradas guarda un hábito alimenticio estricto hacia una de las fuentes de alimento por lo que estos hábitos pueden cambiar de acuerdo con las condiciones del ambiente (Carvajal, Villamarín & Ortega, 2011).

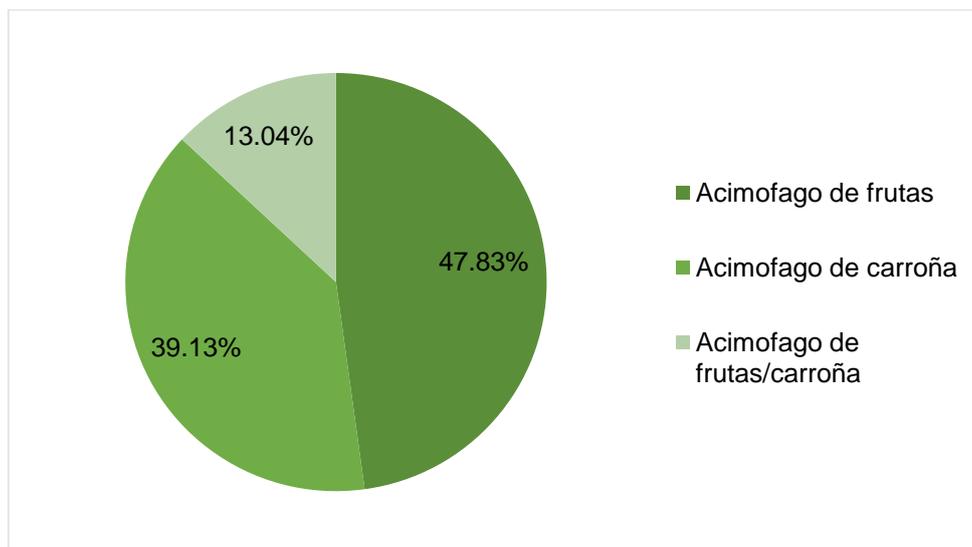
Figura 4.3-52. Distribución porcentual de las especies de coleópteros copronecrófagos de acuerdo con su gremio trófico



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Con respecto a las mariposas diurnas, existen tres gremios tróficos principales; Acimofagas ACI (Frutas y animales y otros organismos en descomposición además de excretas de vertebrados), Nectarívoras NEC (Principalmente néctar de plantas) e Hidrófilas HID (Absorben sales minerales y derivados orgánicos tomados directamente de la tierra húmeda, charcos y lodazales). A su vez, existen subgremios, derivados de la combinación de los gremios principales, sin embargo, en este estudio, al igual en el caso de los escarabajos, por medio del uso de dos cebos diferentes se determinó si las especies son acimofagas de frutas en descomposición o carroña, siendo consideradas especialistas o generalistas. Las especies de mariposas diurnas registradas en el estudio se distribuyen de la siguiente manera:

Figura 4.3-53. Distribución porcentual de las especies de mariposas diurnas de acuerdo a su gremio trófico



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.4.8.4 Modo Reproductivo

Todas las especies de coleópteros copronecrófagos, lepidópteros y en si los insectos son ovíparos.

4.3.2.4.8.5 Estado de conservación

Los listados de la UICN y CITES, no contemplan a las especies de insectos registradas en este estudio.

4.3.2.4.8.6 Especies Migratorias

De las especies de entomofauna registradas durante el periodo del estudio, no se registraron insectos migratorios.

4.3.2.4.8.7 Especies Indicadoras

Actualmente en el Ecuador no se dispone de información con respecto a la sensibilidad individual por especie de mariposas diurnas. No obstante, se puede mencionar que las especies *Hermeuptychia Hermes* y *Urbanus proteus*, registradas en este estudio, están relacionadas con zonas abiertas y ecosistemas con intervención permanente, lo que les confiere un estatus de especies indicadoras de hábitats disturbados. Los coleópteros por otro lado, como *Deltochilum* tienen hábitos más específicos relacionados con hábitats boscosos menos intervenidos, por lo que su presencia en este estudio biótico puede ser tomado en consideración al momento de hacer la evaluación del estado de conservación de la zona de estudio.

4.3.2.4.8.8 Especies Sensibles

Actualmente en el Ecuador no se dispone de información con respecto a la sensibilidad individual de las especies pertenecientes a los coleópteros copronecrófagos. No obstante, cabe recalcar que la familia Scarabaeidae ha sido utilizada ampliamente como bioindicador del estado de conservación de hábitats neotropicales (Halffter G. & Favila M.E. 1993). En el trabajo de Orta et al., (2022) se manifiesta que las especies de la familia Nymphalidae en general son indicadores de buena calidad ambiental, sin embargo, el género *Hermeuptychia* se ha logrado registrar tanto para zonas de bosque como cultivos siendo una especie altamente generalista (Sánchez et al., 2014).

4.3.2.4.8.9 Especies Endémicas

No se registraron especies de entomofauna endémicas del territorio ecuatoriano durante el periodo del estudio.

4.3.2.4.8.10 Uso del Recurso

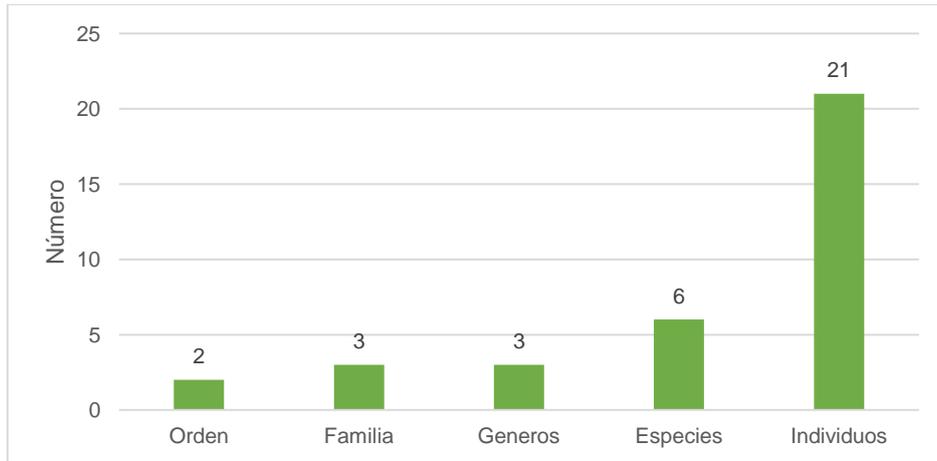
No se registra ningún uso de las especies de entomofauna registrada durante el estudio, ya sea par alimento, medicina, etc.

4.3.2.5 Ictiofauna

4.3.2.5.1 Riqueza y diversidad de especies

Dentro del área de estudio se identificó un total de 21 individuos pertenecientes, a dos órdenes, tres familias, tres géneros, y seis especies distribuidos en los cuatro puntos de muestreo.

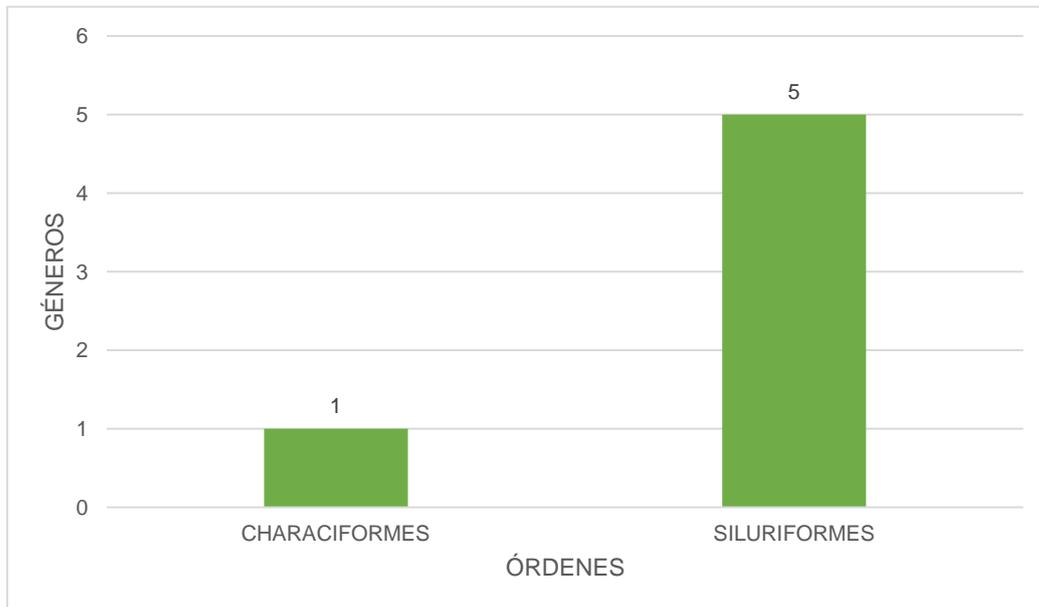
Figura 4.3-54. Riqueza de Ictiofauna Registradas en el Área de Estudio



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Dentro de la agrupación por órdenes, lo más diversos fueron: Siluriformes con cinco géneros, seguido Characiformes con un género.

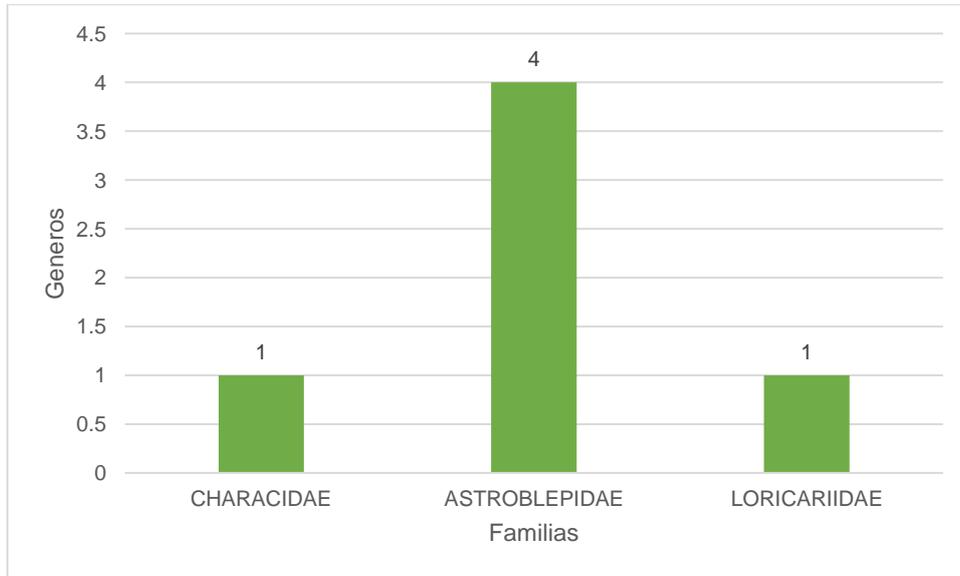
Figura 4.3-55. Riqueza de Órdenes de Ictiofauna Registradas en el Área de Estudio



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Del total de familias registradas, las que presentaron mayor dominancia fueron: Astrolepidae con 4 géneros, siendo estas las familias más representadas.

Figura 4.3-56. Número de individuos por Familias de Ictiofauna Registradas en el Área de Estudio

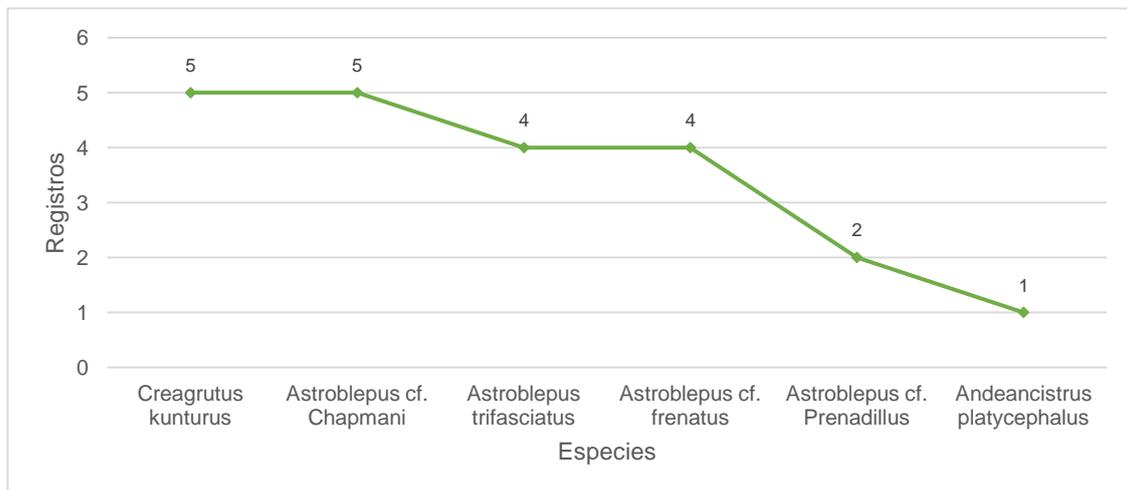


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.5.2 Abundancia Absoluta

En el sitio de muestreo se registró un total de 21 individuos agrupados en 6 familias de peces. Siendo los más abundantes: *Creagrutus kunturus* y *Astroblepus cf. Chapmani* con 5 individuos, el resto de las familias tienen valores inferiores a los expresados.

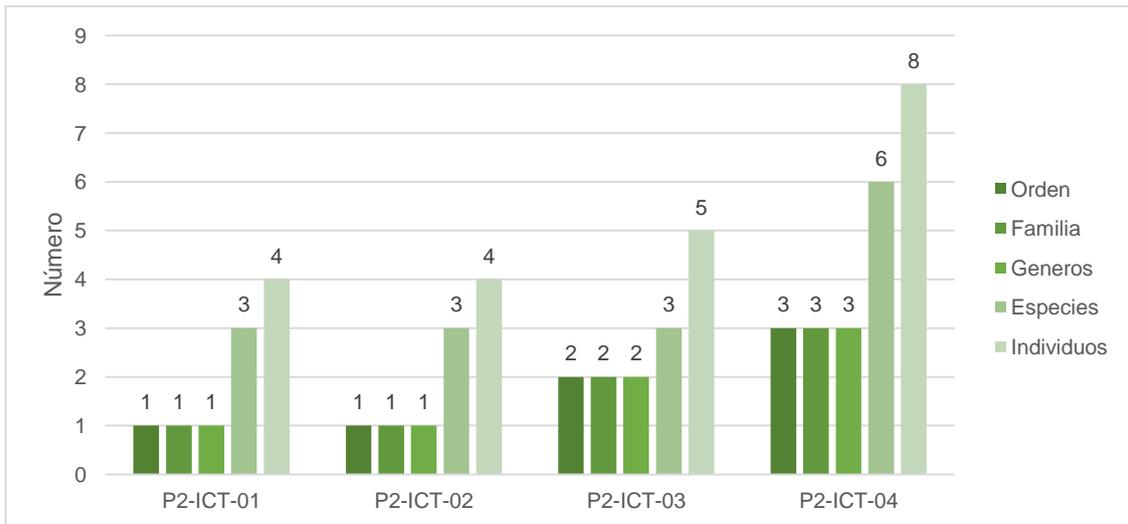
Figura 4.3-57. Abundancia absoluta de Ictiofauna Registradas en el Área de Estudio



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

De acuerdo con los resultados de riqueza y abundancia por punto de muestreo, en el punto LP2-ICT04 registro 6 especies con 8 individuos, le sigue LP2-ICT03 se registraron 3 especies con 5 individuos.

Figura 4.3-58. Riqueza y Abundancia de Ictiofauna por Punto de Muestreo

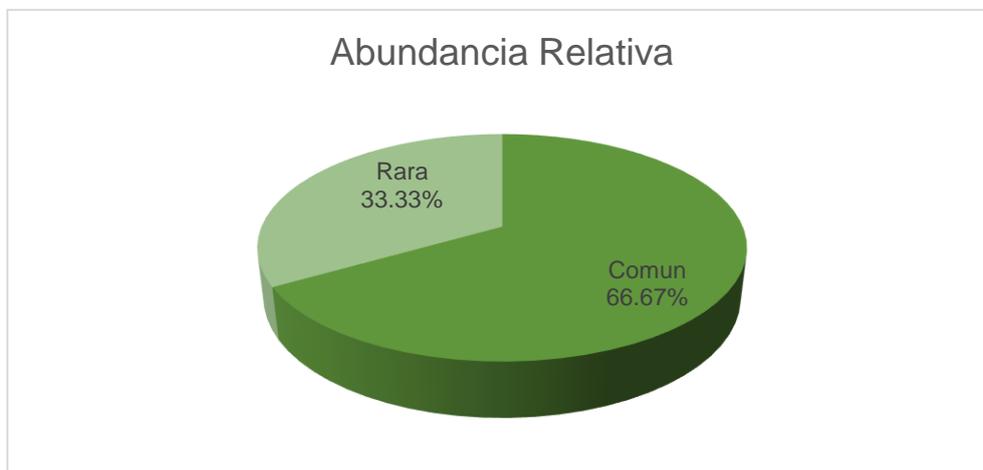


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.5.3 Abundancia Relativa

En los puntos de muestreo, se presentó, las especies consideradas Raras corresponde el 33,33% y las Comunes le corresponde un 66,67% de acuerdo al número de individuos registrados.

Figura 4.3-59. Distribución Porcentual de la Abundancia Relativa



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.5.4 Diversidad

Índice de Diversidad de Shannon-Wiewer

Los valores que se han registrado para este índice tanto para el área total (1,2) y para cada uno de los puntos demuestran que tres de los cuatro sitios presentaron una diversidad Baja, sin embargo, el punto LP2-MB04 presentó una diversidad Media, por lo que indica que los individuos registrados no presentan abundancias similares.

Tabla 4.3-67. Diversidad de Ictiofauna a partir del Índice de Shannon-Wiener

Índice	Valor calculado
Shannon-Wiener (H') LP2-ICT01	1,04
Shannon-Wiener (H') LP2-ICT02	1,04
Shannon-Wiener (H') LP2-ICT03	1,05
Shannon-Wiener (H') LP2-ICT04	1,66
Shannon-Wiener (H') TOTAL	1,2

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Índice de Diversidad de Simpson

El índice calculado para el área total fue de 0,66, demostrando una media para a la comunidad de peces en el área de estudio, el índice por punto indica que los sitios tres sitios presentaron una diversidad baja; y el punto LP2-MB01 tiene una diversidad media.

Tabla 4.3-68. Diversidad de Ictiofauna a partir del Índice de Shannon-Wiener

Índice	Valor calculado
Dominancia de Simpson (1-D) LP2-ICT01	0,62
Dominancia de Simpson (1-D) LP2-ICT02	0,62
Dominancia de Simpson (1-D) LP2-ICT03	0,64
Dominancia de Simpson (1-D) LP2-ICT04	0,78
Dominancia de Simpson (1-D) TOTAL	0,66

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Índice de Chao 1

El estimador Chao 1, como indicador de la estructura de diversidad alfa, indica que la riqueza esperada es de 6 especies y al relacionarlo con las 6 especies observadas durante el monitoreo, se obtiene un 100% de representatividad en el muestreo.

En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos en el punto de muestreo, mediante el cálculo del índice Chao 1, que se basa en las especies raras halladas en el área de estudio.

Tabla 4.3-69. Diversidad de Ictiofauna a partir del Índice de Chao 1

Punto de muestreo	No. Total de especies	Número de especies con un solo individuo (<i>singleton</i>)	Número de especies con dos individuos (<i>doubleton</i>)	Chao 1
1	3,57	2,34	1,04	5,45
2	5,11	1,69	1,76	5,57

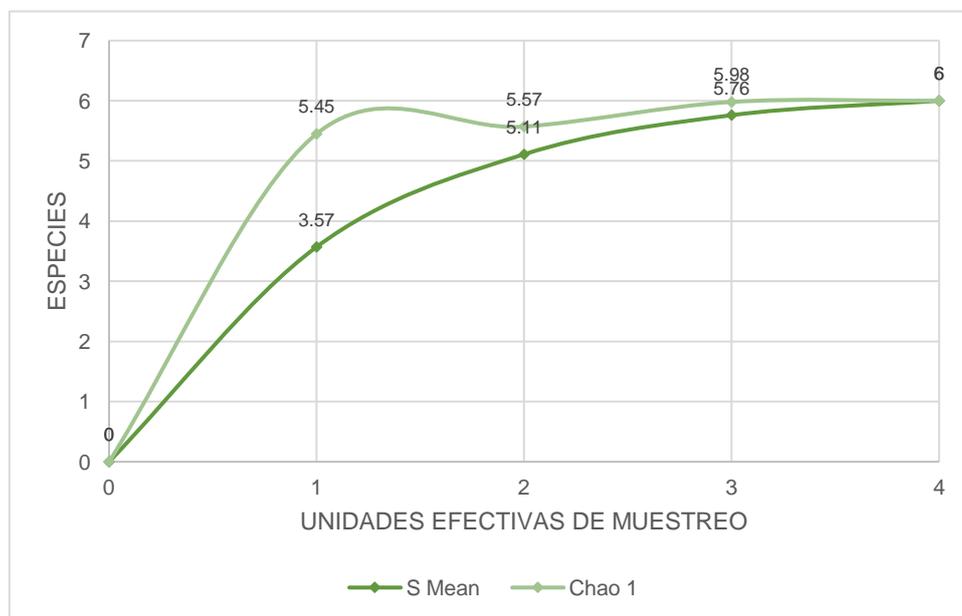
3	5,76	1,23	1,3	5,98
4	6	1	1	6

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.5.5 Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies del total del área de estudio muestra un valor esperado de 6 especies, esto con relación a las 6 especies registradas en el área de estudio representa el 100% de los datos obtenidos. Por lo que, la tendencia de la curva a estabilizarse y a alcanzar un equilibrio, en cuanto al registro de especies, indicando que si realiza un mayor esfuerzo de muestreo el número de especies y la diversidad de peces aumentaría dentro de la muestra, según el índice de Chao 1.

Figura 4.3-60. Curva de Acumulación de especies de Ictiofauna registrados



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.5.6 Diversidad Beta

Índice de Similitud de Jaccard

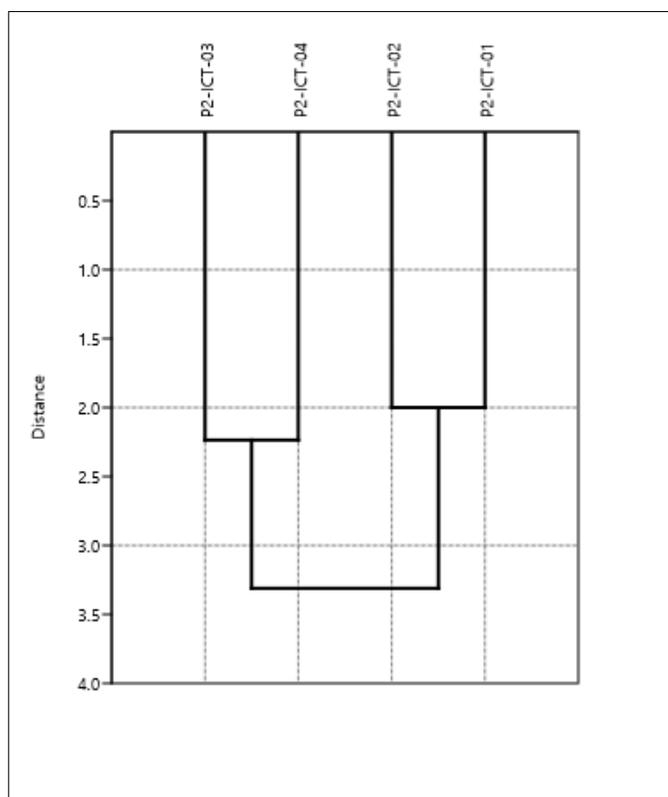
De acuerdo con este índice, los puntos que presentan mayor similitud son LP2-ICT03 relacionado con el punto LP2-MB04 tienen el 50%; probablemente las condiciones que favorecen la similitud entre los puntos sean las características del cuerpo de agua. El resto de los puntos presentan una similitud similar como se puede observar en la siguiente tabla, así como en el gráfico clúster proporcionados por el índice de Jaccard.

Tabla 4.3-70. Índice de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Ictiofauna

	P2-ICT-01	P2-ICT-02	P2-ICT-03	P2-ICT-04
P2-ICT-01	1	0,5	0,2	0,5
P2-ICT-02	0,5	1	0,5	0,5
P2-ICT-03	0,2	0,5	1	0,5
P2-ICT-04	0,5	0,5	0,5	1

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-61. Clúster de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Ictiofauna.



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Análisis de Ictiofauna por punto de Muestreo

Punto LP2-ICT-01

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró tres especies de peces. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de cuatro individuos. El más abundante fue *Astroblepus cf. Chapmani*, con dos individuos.

Tabla 4.3-71. Diversidad y Abundancia de Ictiofauna LP2-ICT01

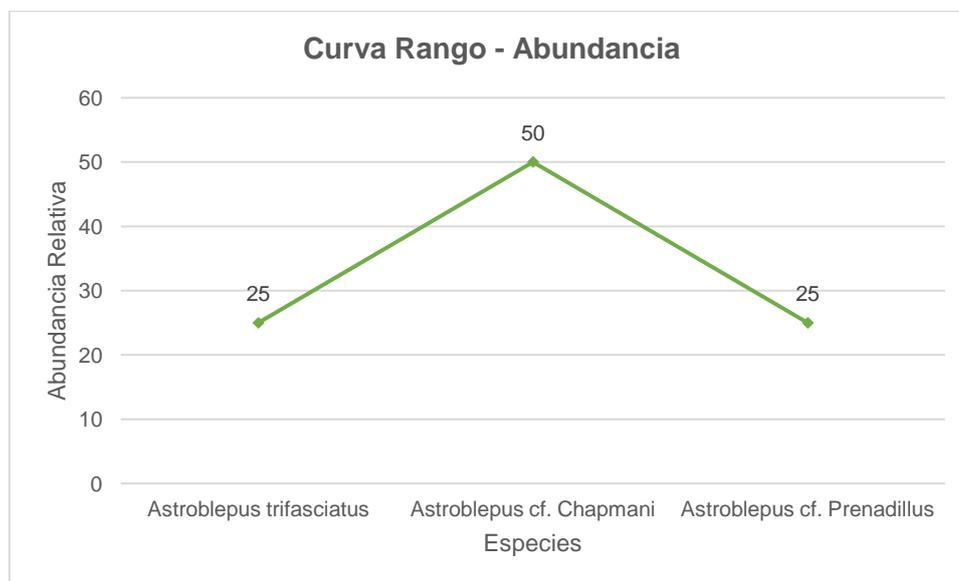
Genero	Especie	LP2-ICT-01	AR
Astroblepus	<i>Astroblepus trifasciatus</i>	1	25
Astroblepus	<i>Astroblepus cf. Chapmani</i>	2	50
Astroblepus	<i>Astroblepus cf. Prenadillus</i>	1	25
Total		4	100

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Rango de Abundancia

La comunidad de peces estuvo dominada por *Astroblepus cf. Chapmani*, la cual concentro el 50% del total de individuos registrados.

Figura 4.3-62. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-ICT-01



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Punto LP2-ICT-02

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró 3 especies de peces. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de 4 individuos. El más abundante fue *Astroblepus trifasciatus*, con 2 individuos.

Tabla 4.3-72. Diversidad y Abundancia de Ictiofauna LP2-ICT-02

Genero	Especie	LP2-ICT-02	Abu Relativa
Astroblepus	<i>Astroblepus trifasciatus</i>	2	50
Astroblepus	<i>Astroblepus cf. Chapmani</i>	1	25

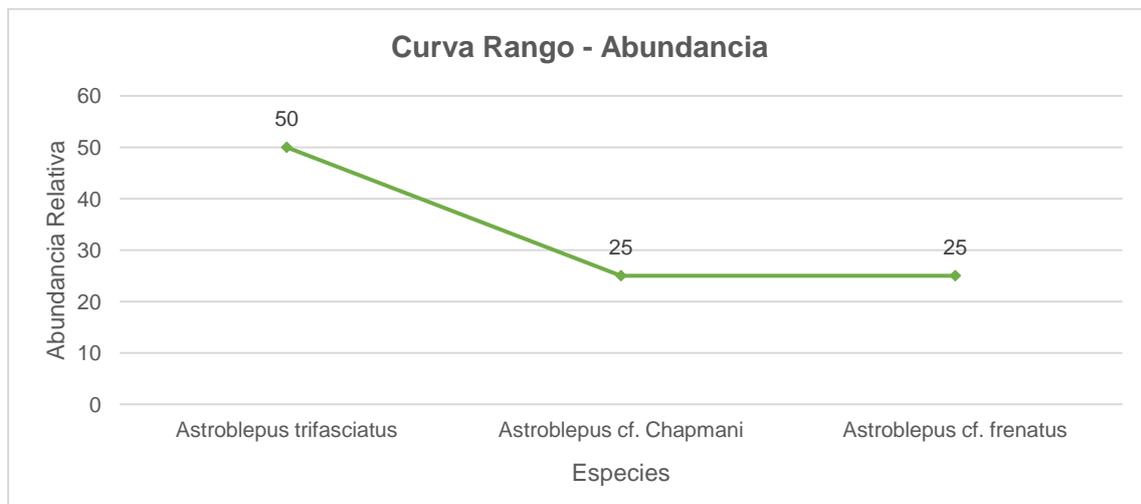
Genero	Especie	LP2-ICT-02	Abu Relativa
Astroblepus	<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	1	25
Total		4	100

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Rango de Abundancia

La comunidad de Ictiofauna estuvo dominada por *Astroblepus trifasciatus*, el cual concentro el 50% del total de individuos registrados.

Figura 4.3-63. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-ICT-02



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Punto LP2-ICT-043

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró tres especies de peces. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de cinco individuos. El más abundante fue *Creagrutus kunturus*, con 2 individuos.

Tabla 4.3-73. Diversidad y Abundancia de Ictiofauna LP2-ICT-03

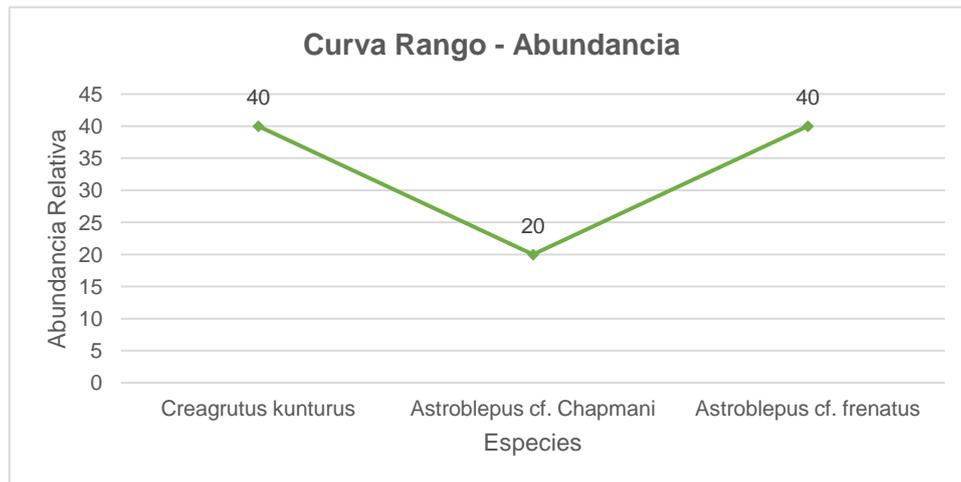
Genero	Especie	LP2-ICT-03	AR
Creagrutus	<i>Creagrutus kunturus</i>	2	40
Astroblepus	<i>Astroblepus cf. Chapmani</i>	1	20
Astroblepus	<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	2	40
Total		5	100

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Rango de Abundancia

La comunidad de peces estuvo dominada por *Creagrutus kunturus* y *Astroblepus cf. frenatus*, las cuales concentraron el 40% cada sitio.

Figura 4.3-64. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-ICT-03



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Punto LP2-ICT-04

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró seis especies de peces. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de 8 individuos. El más abundante fue *Creagrutus kunturus*, con 3 individuos.

Tabla 4.3-74. Diversidad y Abundancia de Ictiofauna LP2-ICT-04

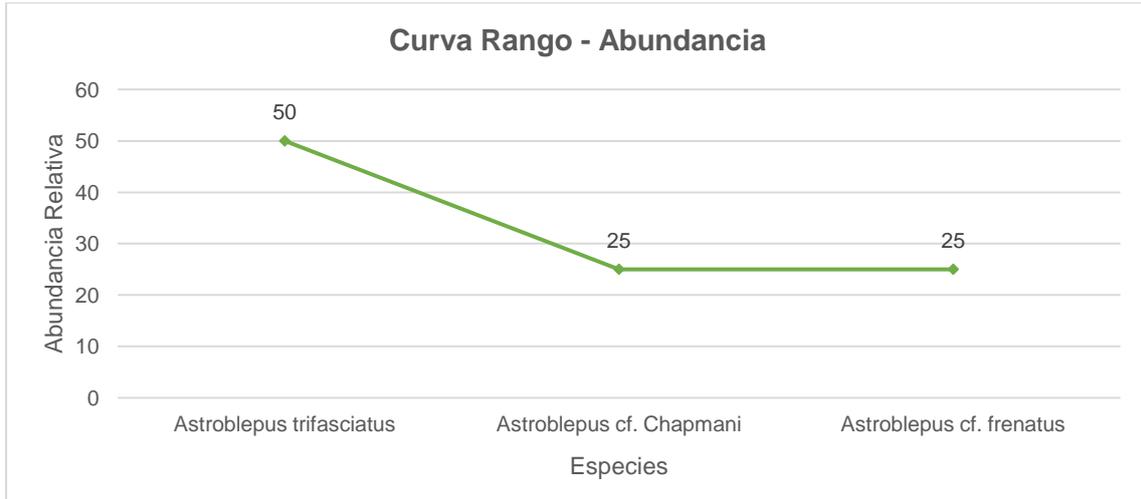
Genero	Especie	Lp2-ict-04	AR
Astroblepus	<i>Astroblepus trifasciatus</i>	2	50
Astroblepus	<i>Astroblepus cf. Chapmani</i>	1	25
Astroblepus	<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	1	25
Total		4	100

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Rango de Abundancia

La comunidad de Ictiofauna estuvo dominada por *Astroblepus trifasciatus*, el cual concentro el 50% del total de individuos registrados.

Figura 4.3-65. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-ICT04



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.5.7 Aspectos Ecológicos

4.3.2.5.7.1 Nicho Trófico

En el Área de estudio, se pueden clasificar a la ictiofauna en dos grupos alimenticios. Carnívoros y Herbívoros, los mejor representados fueron los Herbívoros con 5 especies y el 83 % y por último los Carnívoros con una especie y representando el 17 %; la ictiofauna en esta zona se encuentra ocupando al menos dos pisos de la pirámide trófica: consumidores primarios (Herbívoros), y consumidores terciarios (Carnívoros).

Figura 4.3-66. Nicho Trófico Ictiofauna



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.5.7.2 Estado de Conservación

Cinco especies de peces se encuentran en la categoría de preocupación menor LC, *Astroblepus cf. Prenadillus* se encuentra en estado de casi amenazado NT.

Tabla 4.3-75. Estado de Conservación de Ictiofauna

Nombre científico	Libro rojo	UICN
<i>Creagrutus kunturus</i>	DD	LC
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	-	LC
<i>Astroblepus cf. Chapmani</i>	DD	NT
<i>Astroblepus cf. Prenadillus</i>	DD	LC
<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	-	LC
<i>Andeancistrus platycephalus</i>	-	LC

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.5.7.3 Especies de Interés

Los peces acuáticos registrados en el monitoreo del proyecto pueden ser caracterizados como especies importantes. Sin embargo, dentro de las especies registradas se identificó varias especies de interés, sobre todo por su alta sensibilidad y variabilidad a los cambios en el ecosistema acuático, estas son: *Astroblepus trifasciatus*, *Astroblepus cf. Chapmani*, *Astroblepus cf. Prenadillus*, *Astroblepus cf. Frenatus* y *Andeancistrus platycephalus*

4.3.2.5.7.4 Especies Sensibles

Con base en su sensibilidad a alteraciones antrópicas se puede determinar especies características de sensibilidad a impactos o cambios en la estructura de su hábitat. Se las puede caracterizar con sensibilidad Alta, Media y Baja.

Tabla 4.3-76. Sensibilidad de Ictiofauna

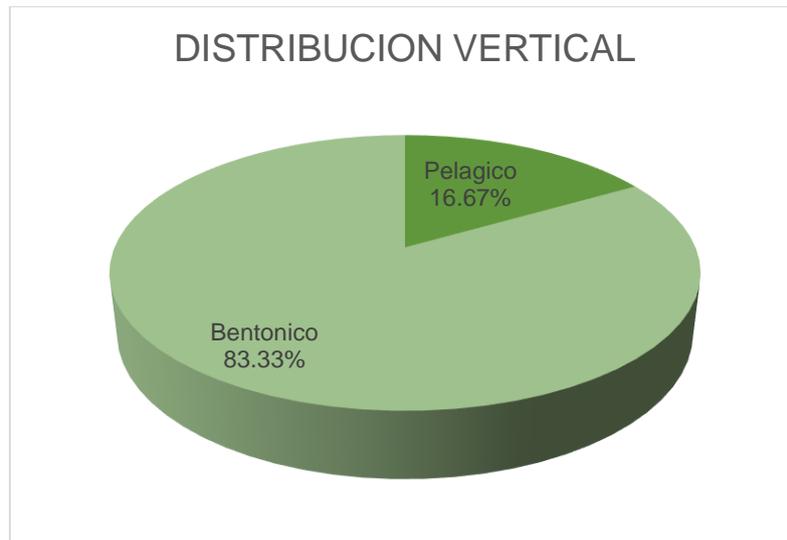
Especie	Sensibilidad
<i>Creagrutus kunturus</i>	Media
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	Alta
<i>Astroblepus cf. Chapmani</i>	Alta
<i>Astroblepus cf. Prenadillus</i>	Alta
<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	Alta
<i>Andeancistrus platycephalus</i>	Media

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.5.7.5 Distribución Vertical (Estrato)

La ictiofauna registrada en el área presenta un 83,33% de especies bentónicas y un 16,67% las especies Pelágicas, en la distribución vertical del hábitat acuático del área.

Figura 4.3-67. Distribución Vertical Ictiofauna



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.5.7.6 Uso del Recurso

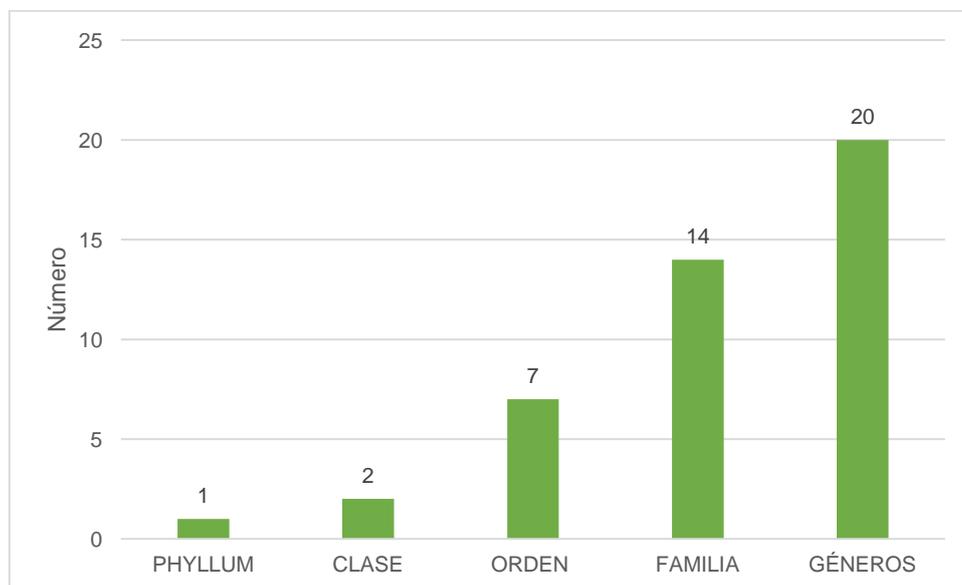
Los peces registrados no tienen un valor comercial nacional, sin embargo, estas especies son utilizadas como alimento para las comunidades presentes.

4.3.2.6 Macroinvertebrados

4.3.2.6.1 Riqueza y diversidad de especies

Dentro del área de estudio se identificó un total de 195 individuos perteneciente a un phylum, dos clases, siete órdenes, 14 familias y 20 géneros, distribuidos en los cuatro puntos de muestreo (Río Yacuchingari y Río Santa Cleotilde).

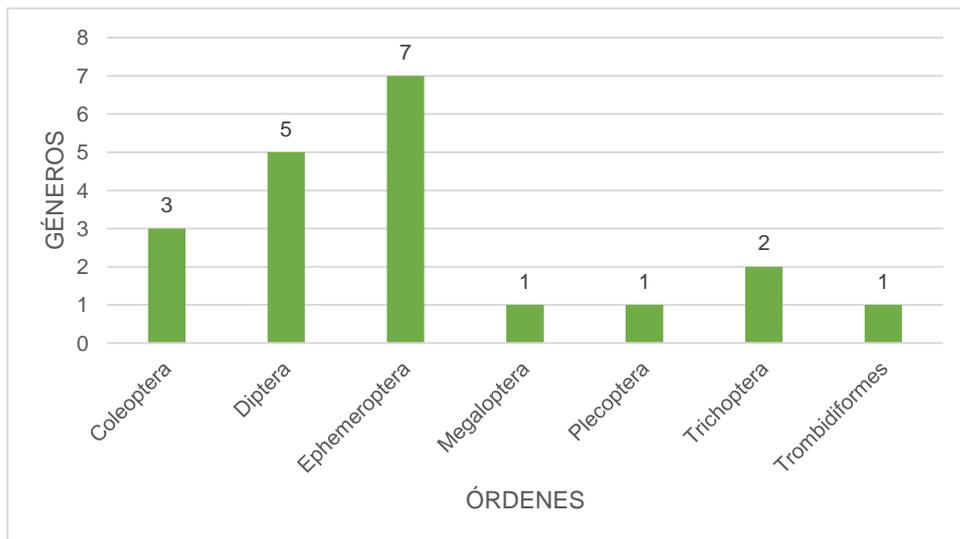
Figura 4.3-68. Riqueza de Macroinvertebrados Registradas en el Área de Estudio



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Dentro de la agrupación por órdenes, lo más diversos fueron: Ephemeroptera siete géneros, seguido Díptera con cinco géneros, Coleóptera con tres géneros registrados, Trichoptera con dos géneros; finalmente Megaloptera, Plecóptera y Trombidiformes con un género cada una.

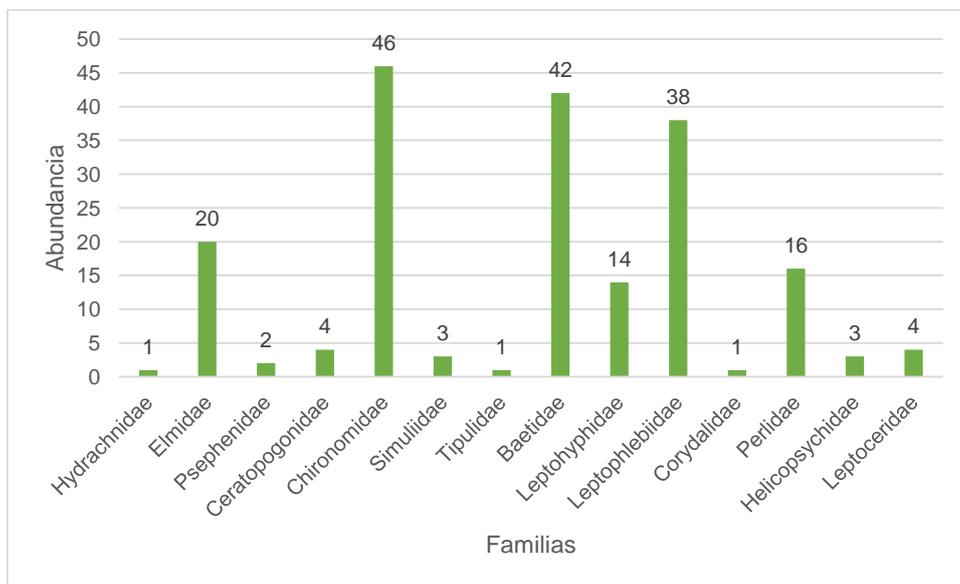
Figura 4.3-69. Riqueza de Ordenes de Macroinvertebrados Registradas en el Área de Estudio



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Del total de familias registradas, las que presentaron mayor dominancia fueron: Chironomidae con 46 individuos, seguida de Baetidae con 42 registros, Leptophlebiidae con 38 individuos y Elmidae con 20 individuos; siendo estas las familias más representadas.

Figura 4.3-70. Número de individuos por familias de Macroinvertebrados registradas en el Área de Estudio

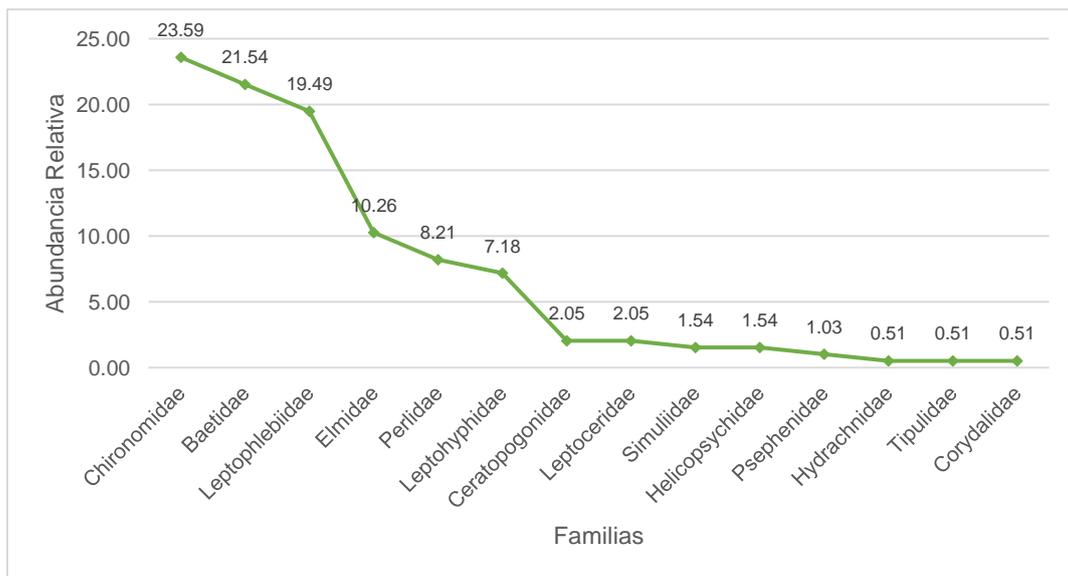


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.6.2 Abundancia Absoluta

En el sitio de muestreo se registró un total de 282 individuos agrupados en 12 familias de macroinvertebrados. Siendo los más abundantes: Chironomidae con 46 individuos que representa el 23,59%, seguida de Baetidae con 42 individuos que es el 24,54% y Leptophlebiidae con 38 individuos que representa el 19,49% del total de la muestra, el resto de las familias tienen valores inferiores a los expresados.

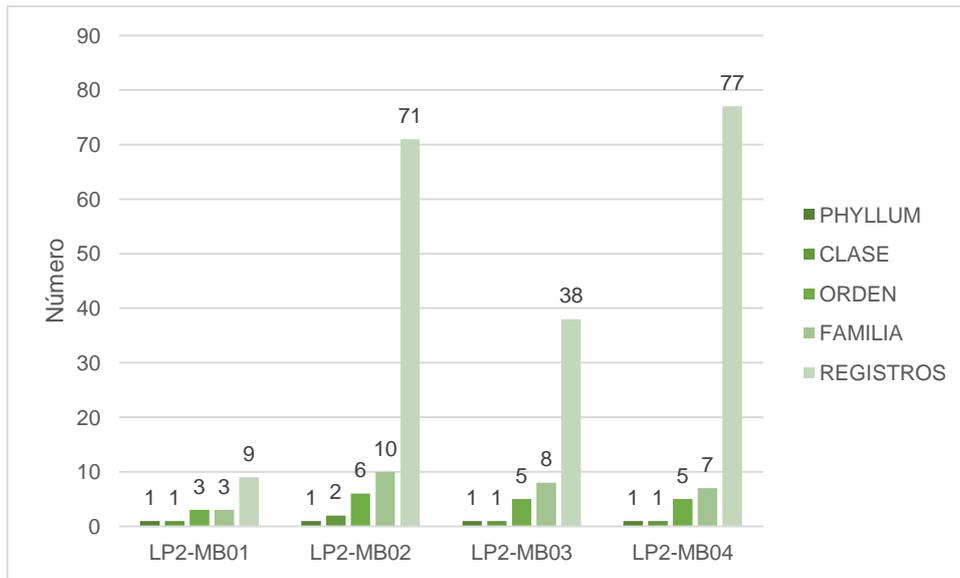
Figura 4.3-71. Abundancia absoluta de Macroinvertebrados Registradas en el Área de Estudio



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

De acuerdo con los resultados de riqueza y abundancia por punto de muestreo, en el punto LP2-MB02 registro diez familias con 71 individuos, le sigue LP2-MB03 se registraron ocho familias con 38 individuos; LP2-MB04 registro siete familias con 77 individuos y LP2-MB01 con tres familias con 9 individuos.

Figura 4.3-72. Riqueza y Abundancia de Macroinvertebrados por Punto de Muestreo



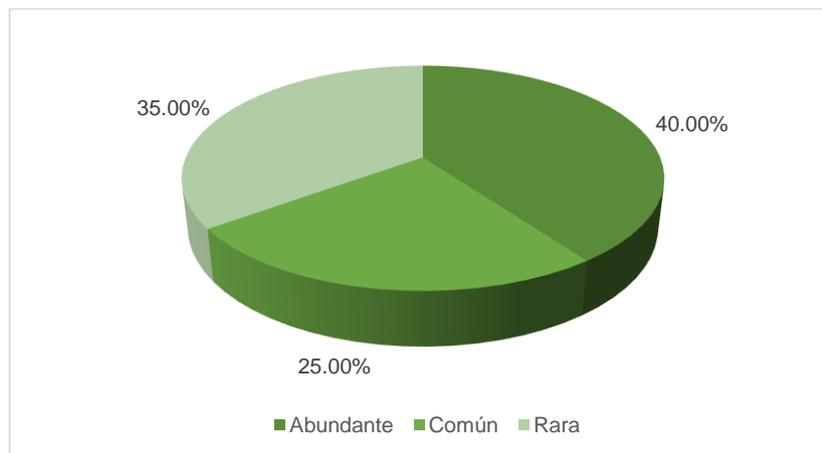
Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.6.3 Abundancia Relativa

En los puntos de muestreo, se presentó que el 36,84% corresponde a Común, las especies consideradas Abundante y Raras corresponde el 31,58% cada una de acuerdo con el número de individuos.

En los puntos de muestreo, se presentó que el 40% corresponde a Abundante, las especies consideradas Raras corresponde el 35% y las Comunes le corresponde un 25% de acuerdo con el número de individuos registrados.

Figura 4.3-73. Distribución Porcentual de la Abundancia Relativa



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.6.4 Diversidad Alfa (α)

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

Los valores que se han registrado para este índice tanto para el área total (2,602) y para cada uno de los puntos demuestran que tres de los cuatro sitios presentaron una diversidad Media, sin embargo, el punto LP2-MB01 presentó una diversidad baja, por lo que indica que los individuos registrados no presentan abundancias similares.

Tabla 4.3-77. Diversidad de Macroinvertebrados a partir del Índice de Shannon-Wiener

Índice	Valor calculado
Shannon-Wiener (H') LP2-MB01	0,995
Shannon-Wiener (H') LP2-MB02	2,297
Shannon-Wiener (H') LP2-MB03	1,786
Shannon-Wiener (H') LP2-MB04	2,139
Shannon-Wiener (H') TOTAL	2,602

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- **Índice de Diversidad de Simpson**

El índice calculado para el área total fue de 0,9071, demostrando una diversidad alta para a la comunidad de macroinvertebrados en el área de estudio, el índice por punto indica que los sitios tres sitios presentaron una diversidad alta; y el punto LP2-MB01 tiene una diversidad media.

Tabla 4.3-78. Diversidad de Macroinvertebrados a partir del Índice de Shannon-Wiener

Índice	Valor calculado
Dominancia de Simpson (1-D) LP2-MB01	0,5926
Dominancia de Simpson (1-D) LP2-MB02	0,8709
Dominancia de Simpson (1-D) LP2-MB03	0,8089
Dominancia de Simpson (1-D) LP2-MB04	0,8571
Dominancia de Simpson (1-D) TOTAL	0,9071

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

- **Índice de Chao 1**

El estimador Chao 1, como indicador de la estructura de diversidad alfa, indica que la riqueza esperada es de 21 especies y al relacionarlo con las 20 especies observadas durante el monitoreo, se obtiene un 95,28% de representatividad en el muestreo.

En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos en el punto de muestreo, mediante el cálculo del índice Chao 1, que se basa en las especies raras halladas en el área de estudio.

Tabla 4.3-79. Diversidad de Macroinvertebrados a partir del Índice de Chao 1

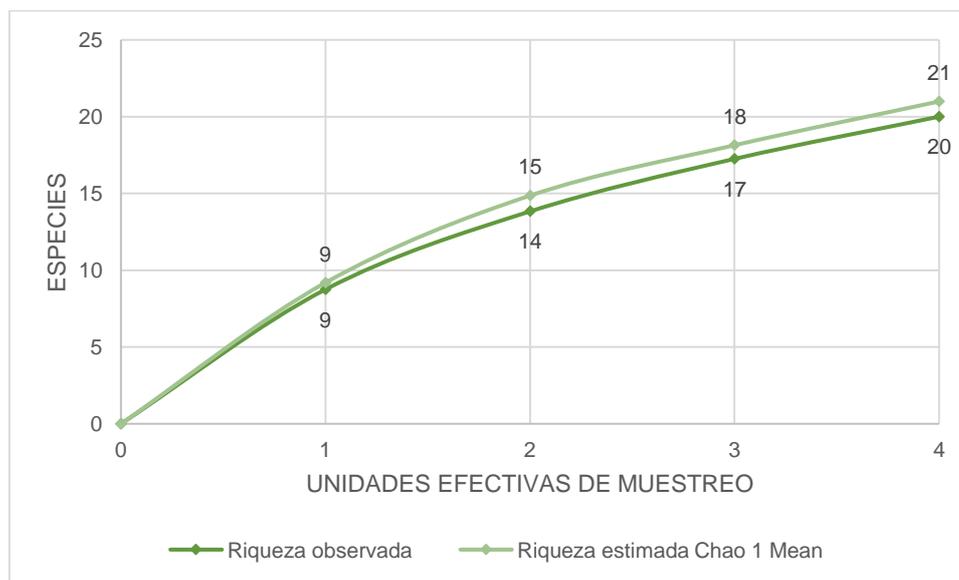
Punto de muestreo	No. Total de especies	Número de especies con un solo individuo (<i>singleton</i>)	Número de especies con dos individuos (<i>doubleton</i>)	Chao 1
1	8,75	1,23	1,43	9,19
2	13,83	2,03	1,48	14,86
3	17,25	2,72	1,7	18,14
4	20	3	2	20,99

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.6.5 Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies del total del área de estudio muestra un valor esperado de 21 especies, esto con relación a las 20 especies registradas en el área de estudio representa el 95,28% de los datos obtenidos. Por lo que, la tendencia de la curva a estabilizarse y a alcanzar un equilibrio, en cuanto al registro de especies, indicando que si realiza un mayor esfuerzo de muestreo el número de especies y la diversidad de macroinvertebrados aumentaría dentro de la muestra, según el índice de Chao 1.

Figura 4.3-74. Curva de Acumulación de especies de Macroinvertebrados registrados



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.6.6 Diversidad Beta (β)

Índice de Similitud de Jaccard

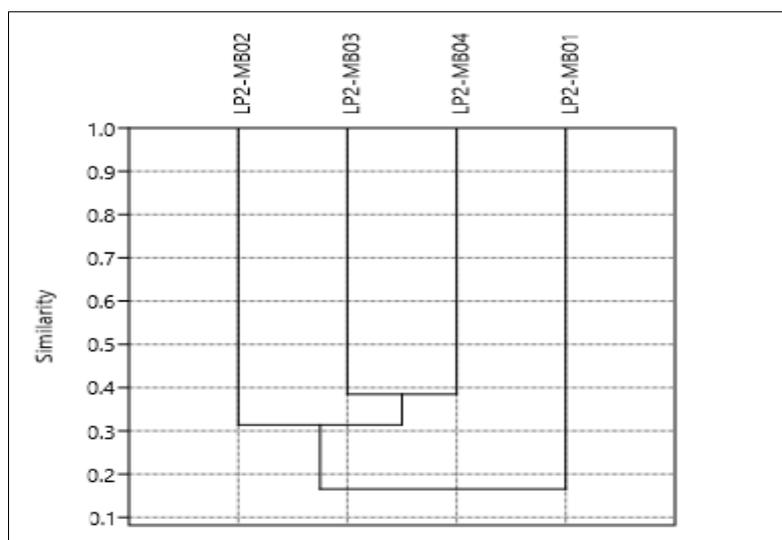
De acuerdo con este índice, los puntos que presentan mayor similitud son LP2-MB03 relacionado con el punto LP2-MB04 tienen el 38%; probablemente las condiciones que favorecen la similitud entre los puntos sean las características del cuerpo de agua. El resto de los puntos presentan una similitud baja como se puede observar en la siguiente tabla, así como en el gráfico clúster proporcionados por el índice de Jaccard.

Tabla 4.3-80. Índice de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Macroinvertebrados

	LP2-MB01	LP2-MB02	LP2-MB03	LP2-MB04
LP2-MB01	1	0,21	0,1	0,18
LP2-MB02	0,21	1	0,29	0,33
LP2-MB03	0,1	0,29	1	0,38
LP2-MB04	0,18	0,33	0,38	1

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-75. Clúster de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Macroinvertebrados



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Análisis de Macroinvertebrados por punto de Muestreo

Punto LP2-MB01

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró tres especies de macroinvertebrados acuáticos. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de nueve individuos. El más abundante fue *Thraulodes* sp. con cinco individuos. Las otras especies registraron valores menores a cinco, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4.3-81. Diversidad y Abundancia de Macroinvertebrados LP2-MB01

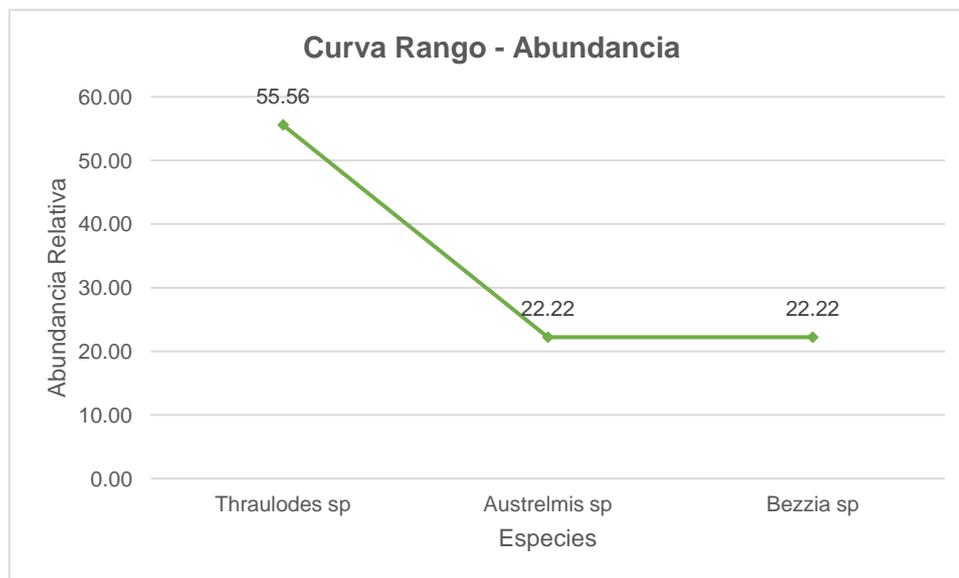
Orden	Familia	Genero	LP2-MB01	AR
Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis</i> sp	2	22,2
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp	5	55,6
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp	2	22,2
Total			9	100,0

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Rango de Abundancia

La comunidad de macroinvertebrados estuvo dominada por *Thraulodes* sp. la cual concentro el 55,56% del total de individuos registrados y le siguen *Austrelmis* sp. y *Bezzia* sp. con el 22,22% respectivamente del total de individuos registrados.

Figura 4.3-76. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-MB01



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Punto LP2-MB02

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró 14 especies de macroinvertebrados acuáticos. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de 71 individuos. El más abundante fue *Nanomis* sp. con 17 individuos y le sigue *Thraulodes* sp. con 12 individuos. Las otras especies registraron valores menores a 10, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4.3-82. Diversidad y Abundancia de Macroinvertebrados LP2-MB02

Orden	Familia	Genero	LP2-MB02	AR
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp	12	16,90
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp	4	5,63
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Ecuaphlebia</i> sp	8	11,27
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Nanomis</i> sp	17	23,94
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp	4	5,63
Coleoptera	Psephenidae	<i>Pheneps</i> sp	1	1,41
Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus</i> sp	9	12,68
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp	2	2,82
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp	3	4,23
Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp	3	4,23
Trombidiformes	Hydrachnidae	<i>Hydrachna</i> sp	1	1,41
Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis</i> sp	2	2,82

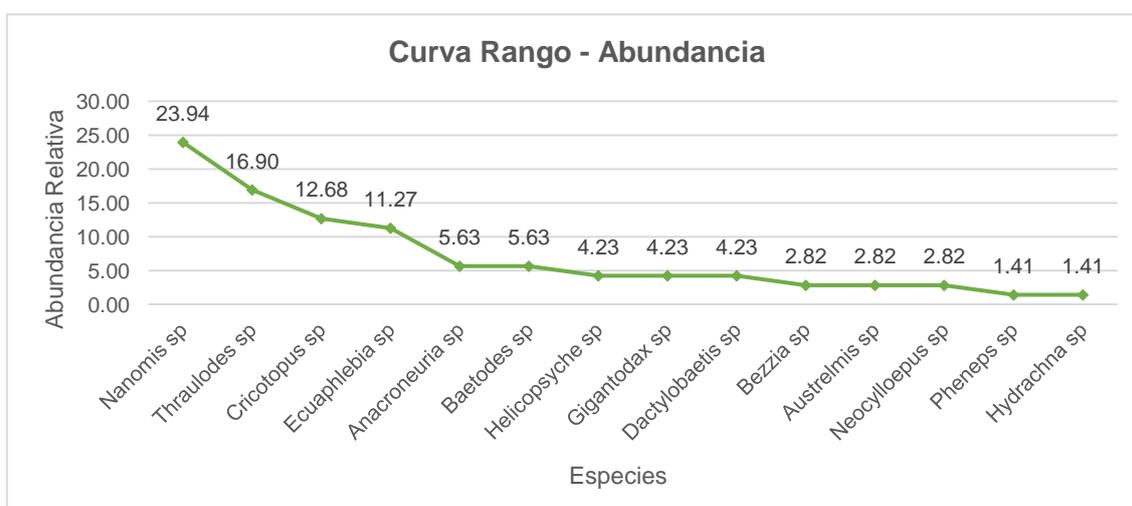
Orden	Familia	Genero	LP2-MB02	AR
Coleoptera	Elmidae	<i>Neocylloepus</i> sp	2	2,82
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Dactylobaetis</i> sp	3	4,23
Total			71	100,00

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

▪ **Rango de Abundancia**

La comunidad de macroinvertebrados estuvo dominada por *Nanomis* sp. la cual concentro el 23,94% del total de individuos registrados, le sigue *Thraulodes* sp. con el 16,90%, mientras que *Cricotopus* sp. y *Ecuaphlebia* sp con el 12,68% y 11,27% respectivamente del total de individuos registrados.

Figura 4.3-77. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-MB02



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Punto LP2-MB03

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró ocho especies de macroinvertebrados acuáticos. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de 38 individuos. El más abundante fue *Leptohyphes* sp. con 10 individuos. Las otras especies registraron valores menores a diez, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4.3-83. Diversidad y Abundancia de Macroinvertebrados LP2-MB03

Orden	Familia	Genero	LP2-MB03	AR
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp	1	2,63
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp	10	26,32
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp	8	21,05
Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis</i> sp	8	21,05
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp	1	2,63

Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus</i> sp	6	15,79
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Dactylobaetis</i> sp	3	7,89
Coleoptera	Psephenidae	<i>Pheneps</i> sp	1	2,63
Total			38	100,00

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Rango de Abundancia

La comunidad de macroinvertebrados estuvo dominada por *Leptohiphes* sp. la cual concentro el 26,32% del total de individuos registrados y le siguen *Anacronueria* sp. y *Austrelmis* sp. con el 21,05% cada una, del total de individuos registrados.

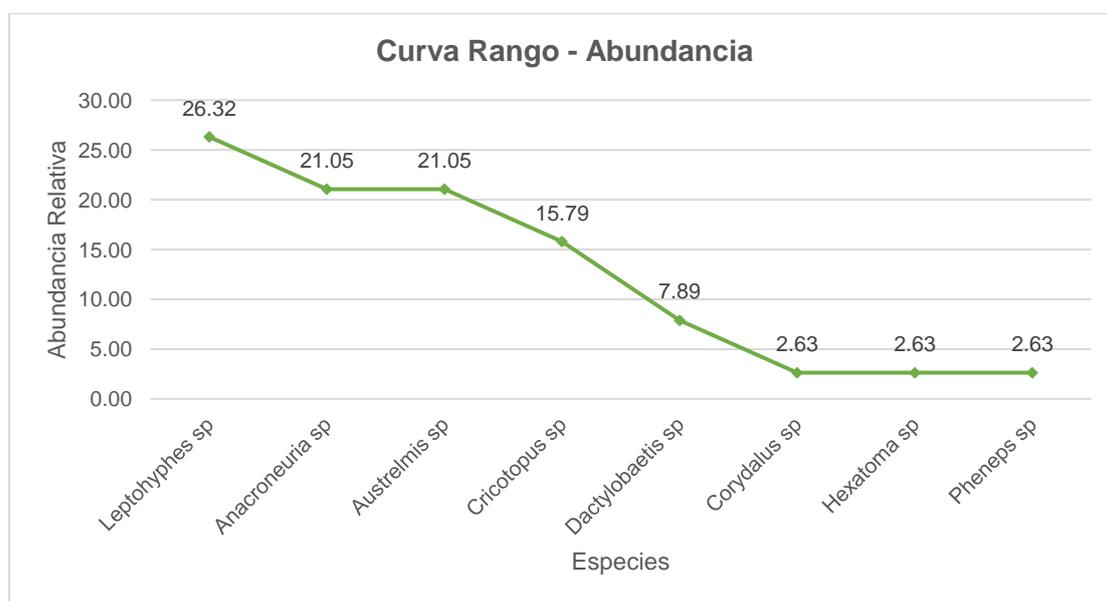


Figura 4.3-78. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-MB03

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Punto LP2-MB04

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró 10 especies de macroinvertebrados acuáticos. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de 77 individuos. El más abundante fue *Cricotopus* sp. con 22 individuos. Las otras especies registraron valores menores a 10, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4.3-84. Diversidad y Abundancia de Macroinvertebrados LP2-MB04

Orden	Familia	Genero	LP2-MB04	AR
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacronueria</i> sp	4	5,19
Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus</i> sp	22	28,57
Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis</i> sp	6	7,79
Ephemeroptera	Leptohiphidae	<i>Leptohiphes</i> sp	4	5,19
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp	6	7,79

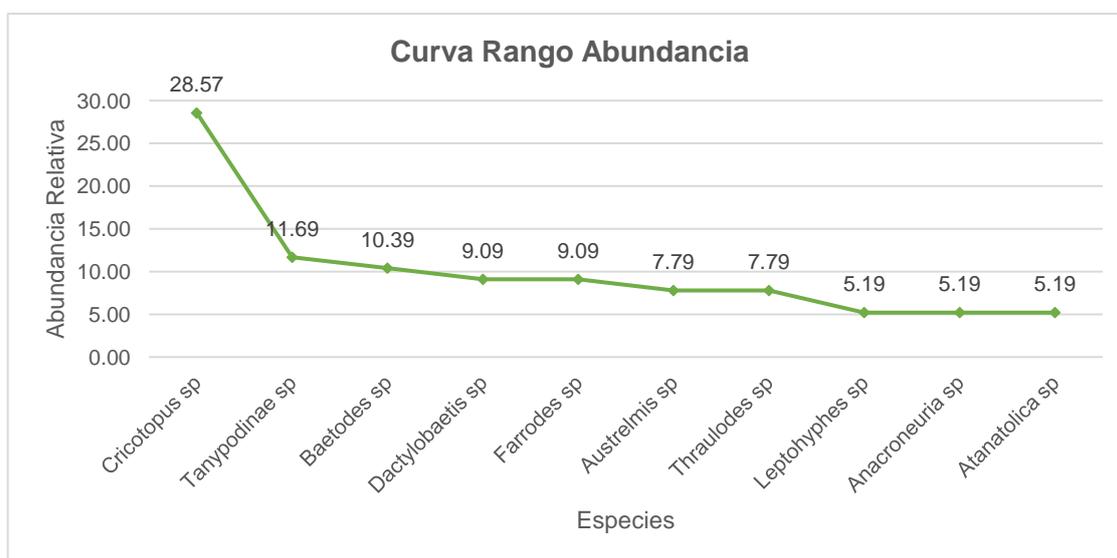
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Dactylobaetis sp</i>	7	9,09
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes sp</i>	7	9,09
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes sp</i>	8	10,39
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanotolica sp</i>	4	5,19
Diptera	Chironomidae	<i>Tanypodinae sp</i>	9	11,69
Total			77	100,00

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Rango de Abundancia

La comunidad de macroinvertebrados estuvo dominada por *Cricotopus sp.* la cual concentro el 28,57% del total de individuos registrados, le sigue *Tanypodinae sp.* con el 11,69%, *Baetodes sp* con el 10,39%; mientras que las otras especies registraron menos del 10% del total de individuos registrados.

Figura 4.3-79. Curva Rango – Abundancia del punto LP2-MB04



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.6.7 Índices Ecológicos

4.3.2.6.7.1 Índice EPT

El índice EPT basado en organismos indicadores dio como resultado una calidad de agua de **Buena**. El tipo de ecosistema muestreado, la dinámica y la hidromorfología del cuerpo de agua es **Buena** para el desarrollo de organismos sensibles. Sin embargo, no hay que dejar de tomar en cuenta la estacionalidad, que es un factor que determina mucho la abundancia de algunos individuos, lo que influye directamente en los resultados del cálculo de este índice que es específico de grupos bioindicadores.

Tabla 4.3-85. Índice ETP Macroinvertebrados Acuáticos

Id	EPT%	Calidad
LP2-MB01	55,56	Buena

Id	EPT%	Calidad
LP2-MB02	66,2	Buena
LP2-MB03	55,26	Buena
LP2-MB04	51,95	Buena

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.6.7.2 Índice BMWP/Col

El índice BMWP se utilizó para determinar el estado de salud ecológica de la fauna macrobentónica colectada en los cuatro puntos de monitoreo. En general, se obtuvo clase II, con un valor BMWP/Col 92, es decir presenta una calidad de agua **Aceptable**, con características de *Aguas ligeramente contaminadas*; sin embargo, el índice en cada punto vario entre **Dudosa** y **Crítica** con aguas *moderadamente contaminadas* y *aguas muy contaminadas*, como se puede observar en la tabla a continuación.

Tabla 4.3-86. Índice BMWP Macroinvertebrados Acuáticos

BMWP/COL	Clase	Calidad	Características	Color
20	IV	Crítica	Aguas muy contaminadas	Tomate
67	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
54	III	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
53	III	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo

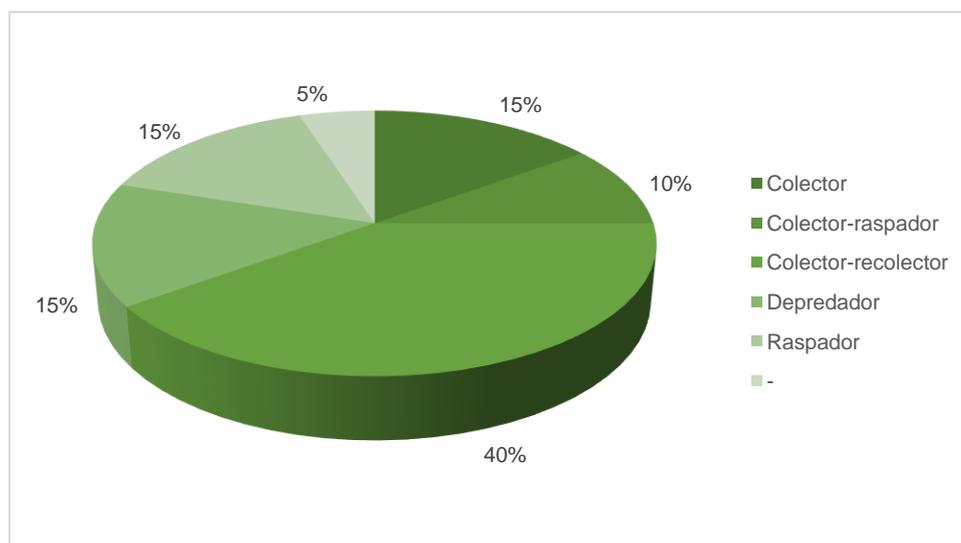
Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.6.8 Aspectos Ecológicos

4.3.2.6.8.1 Nicho Trófico

Los macroinvertebrados acuáticos registrados en los cuerpos de agua muestreados, pertenecen a los siguientes grupos funcionales de alimentación: Colector-recolector (40%), Colector, Depredador y Raspador (15%) cada uno; finalmente Colector-raspador (10%).

Figura 4.3-80. Nicho Trófico Macroinvertebrados



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Distribución Vertical dentro de la Columna de Agua

Los macroinvertebrados acuáticos, según su tipo de adaptación, pueden vivir en la superficie, en el fondo o a su vez ocupar cualquiera de estos estratos nadando libremente (Roldán, 2003). Las especies registradas en los puntos de muestreo se distribuyeron de la siguiente manera:

- **Necton:** Este grupo está conformado por todos aquellos organismos que nadan libremente en el agua. Las especies registradas dentro de este grupo es: Baetidae.
- **Bentos:** A este grupo pertenecen aquellas familias que habitan en el fondo de río, adheridos a piedras, troncos, restos de vegetación y sustratos similares, como son: Elmidae, Psephenidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Simuliidae, Tipulidae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Corydalidae, Perlidae, Helicopsychidae y Leptoceridae.

4.3.2.6.8.2 Especies de Interés

Los macroinvertebrados acuáticos registrados en el monitoreo del proyecto pueden ser caracterizados como especies importantes. Sin embargo, dentro de las especies registradas se identificó varias especies de interés, sobre todo por su alta sensibilidad y variabilidad a los cambios en el ecosistema acuático, estas son: Psephenidae, Simuliidae, Baetidae, Leptophlebiidae, Perlidae, Helicopsychidae y Leptoceridae.

4.3.2.6.8.3 Especies Sensibles

Con base en su sensibilidad a alteraciones antrópicas se puede determinar especies características de sensibilidad a impactos o cambios en la estructura de su hábitat. Se las puede caracterizar con sensibilidad Alta, Media y Baja, según los valores de bioindicación de acuerdo con el índice BMWP/Col, como se detalla a continuación:

Tabla 4.3-87. Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos

Familia	Genero	Sensibilidad
Hydrachnidae	<i>Hydrachna</i> sp	-
Elmidae	<i>Austrelmis</i> sp	Media
Elmidae	<i>Neocylloepus</i> sp	Media
Psephenidae	<i>Pheneps</i> sp	Alta
Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp	Media
Chironomidae	<i>Cricotopus</i> sp	Baja
Chironomidae	<i>Tanypodinae</i> sp	Baja
Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp	Alta
Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp	Media
Baetidae	<i>Baetodes</i> sp	Alta
Baetidae	<i>Dactylobaetis</i> sp	Alta
Baetidae	<i>Nanomis</i> sp	Alta
Leptohiphidae	<i>Leptohiphes</i> sp	Media
Leptophlebiidae	<i>Ecuaphlebia</i> sp	Alta
Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp	Alta
Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp	Alta
Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp	Media
Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp	Alta
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp	Alta

Leptoceridae	<i>Atanatica</i> sp	Alta
--------------	---------------------	------

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.6.8.4 Estado de Conservación

Ninguna de las familias de macroinvertebrados registradas taxonómicamente hasta especie en el cuerpo hídrico valorado presenta problemas de conservación de acuerdo con las listas de UICN (2016) y CITES (2016).

4.3.2.6.8.5 Uso del Recurso

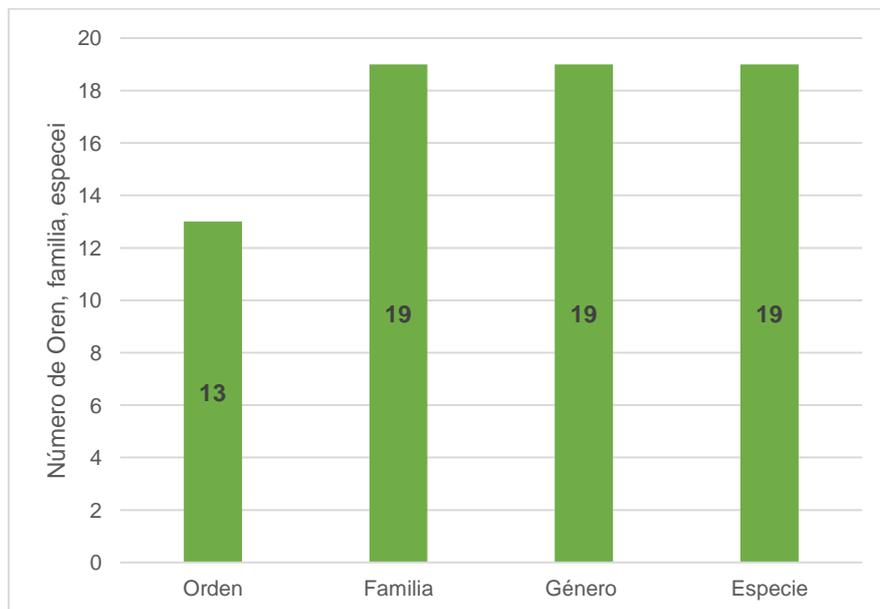
Los macroinvertebrados no son usados por la población local del área de estudio para comercio o fines alimenticios.

4.3.2.7 Fitoplancton

4.3.2.7.1 Riqueza y diversidad de especies

Dentro del grupo de fitoplancton, en el presente estudio se encontraron 19 especies distribuidas en 19 géneros, 19 familias y 13 órdenes, en los cuatro puntos de muestreo (Río Yacuchingari y Río Santa Cleotilde).

Figura 4.3-81. Riqueza General de Fitoplancton



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Los puntos que presentaron los valores más representativos fueron FP-LP2-03 con 6500 células/m³, seguido de FP-LP2-04 con 4750 células/m³. El resto de los puntos registraron valores menores.

Figura 4.3-82. Riqueza de Fitoplancton en sitios de muestreo

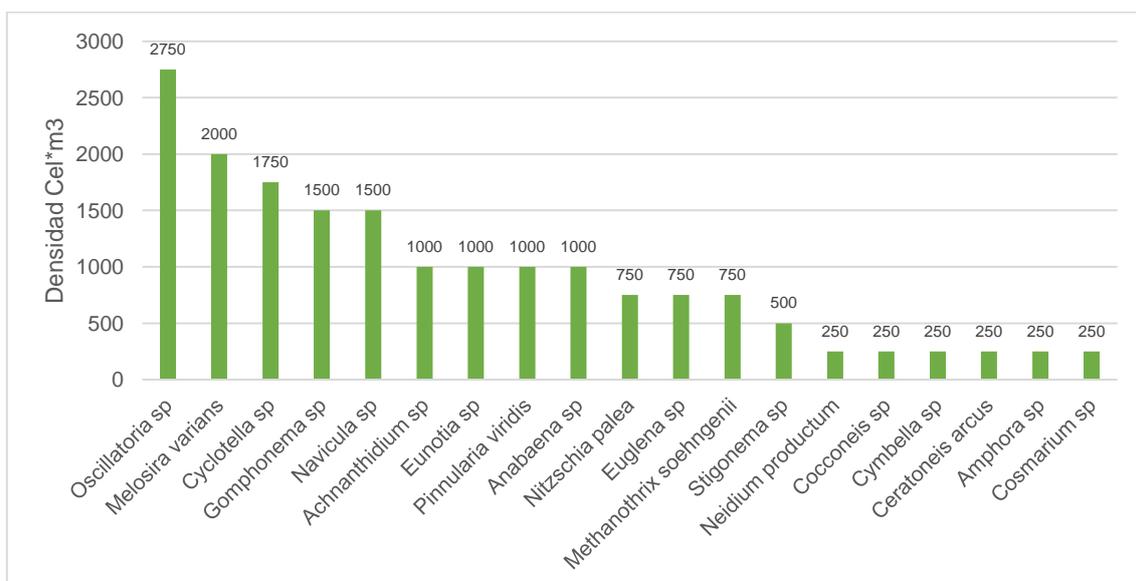


Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.7.2 Abundancia

Se registro dentro de este grupo 19 especies. La abundancia absoluta fue de 17750 células/m³. El más abundante fue *Oscillatoria* sp. con 2750 células/m³, luego le sigue *Melosira varians* con 2000 células/m³, *Cyclotella* sp. con 1750 células/m³, *Gomphonema* sp. y *Navicula* sp. con 1500 células/m³ cada una; el resto de los grupos registraron valores menores como se observa en la siguiente figura.

Figura 4.3-83. Abundancia de fitoplancton por especie



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.2.7.3 Diversidad Alfa (α)

Índices de Diversidad

El índice de diversidad de Shannon, calculado para los cuatro puntos de muestreo de fitoplancton, dio un valor de 2,691 indicando un valor medio de diversidad, lo que muestra que las comunidades de fitoplancton halladas, en su mayoría pueden ser considerados como grupos adaptados a este tipo de ecosistemas, mostrando una distribución equitativa a lo largo de la muestra. el índice de Simpson presenta un valor general de 0,9193 considerándose como un valor alto de diversidad.

Tabla 4.3-88. Índices de Diversidad de Fitoplancton

	FP-LP2-01	FP-L21-02	FP-LP2-03	FP-LP2-04	TOTAL
Especies	7	7	11	6	19
Individuos	3500	3000	6500	4750	17750
Dominancia (D)	0,1837	0,1667	0,1154	0,2078	0,08074
Simpson (1-D)	0,8163	0,8333	0,8846	0,7922	0,9193
Shannon	1,81	1,864	2,269	1,667	2,691

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Los valores más altos del índice de Shannon se registraron en los puntos FP-LP2-03 con un valor de 2,269; luego FP-LP2-02 con un valor de 1,864. Los valores del índice de Simpson presentan las mismas tendencias, el punto FP-LP2-01 es que presenta los valores más bajos.

Curva de Acumulación de Especies e Índice de Chao 1

La curva de acumulación de especies en el área de estudio mostró un valor esperado de 19 especies, lo cual coincide con las 19 especies registradas representando así el 100% de los datos obtenidos. Esto indica que la tendencia de la curva se estabiliza y alcanza un equilibrio, en cuanto al registro de especies. Por lo tanto, un mayor esfuerzo de muestreo no incrementaría el número de especies ni la diversidad de fitoplancton dentro de la muestra, según el índice de Chao 1.

Figura 4.3-84. Curva de Acumulación de especies de Fitoplancton



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Índice de Calidad Biológica

Al calcular, el índice de Palmer se encontró que el sistema hídrico de los sitios estudiados es oligotrófico, según el índice compuesto, presenta una polución orgánica esto indica que los géneros encontrados son tolerantes a esta polución.

Tabla 4.3-89. Resultados del índice de Palmer por sitio de muestreo

ÍNDICE	FP-LP2-01	FP-LP2-02	FP-LP2-03	FP-LP2-04	TOTAL
Palmer	4	5	19	11	39

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Índice de Similitud de Jaccard

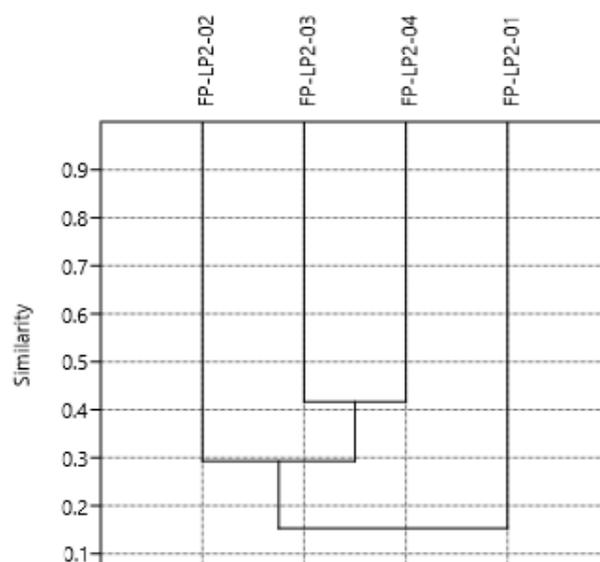
De acuerdo con este índice, los puntos que presentan una mayor similitud son FP-LP2-03 relacionado con el punto FP-LP2-04 tienen el 42%, se puede observar la similitud del resto de puntos en la siguiente tabla, así como en el gráfico clúster proporcionados por el índice de Jaccard.

Tabla 4.3-90. Índice de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Fitoplancton

	FP-LP2-01	FP-LP2-02	FP-LP2-03	FP-LP2-04
FP-LP2-01	1	0,08	0,2	0,18
FP-LP2-02	0,08	1	0,29	0,3
FP-LP2-03	0,2	0,29	1	0,42
FP-LP2-04	0,18	0,3	0,42	1

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Figura 4.3-85. Clúster de Similitud de Jaccard de los puntos de muestreo de Fitoplancton



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Análisis de Fitoplancton por sitio de Muestreo

Punto FP-LP2-01

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró siete especies de fitoplancton. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de 3500 células/m³. El más abundante fue *Pinnularia viridis* con 1000 células/m³, le sigue *Melosira varians* con 750 células/m³. Las otras especies registraron valores menores, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4.3-91. Diversidad y Abundancia de Fitoplancton FP-LP2-01

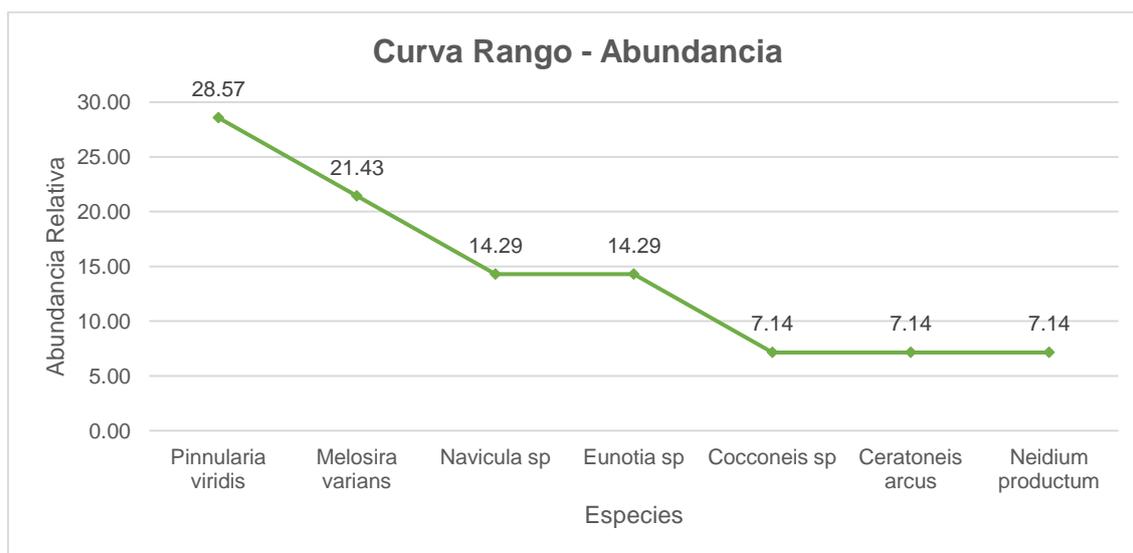
Orden	Familia	Especie	FP-LP2-01
Naviculales	Neidiaceae	<i>Neidium productum</i>	250
Naviculales	Pinnulareaceae	<i>Pinnularia viridis</i>	1000
Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i> sp	250
Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira varians</i>	750
Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Ceratoneis arcus</i>	250
Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp	500
Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp	500

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Rango de Abundancia

La comunidad de fitoplancton estuvo dominada por *Pinnularia viridis* la cual concentro el 28,57% de la densidad total de fitoplancton registrado, le siguen *Melosira varians* con el 21,43%; las demás especies aportaron con valores inferiores a los expresados.

Figura 4.3-86. Curva Rango – Abundancia del punto FP-LP2-01



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Punto FP-LP2-02

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró siete especies de fitoplancton. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de 3000 células/m³. El más abundante fue *Gomphonema* sp. con 750 células/m³. Las otras especies registraron valores menores, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4.3-92. Diversidad y Abundancia de Fitoplancton FP-LP2-02

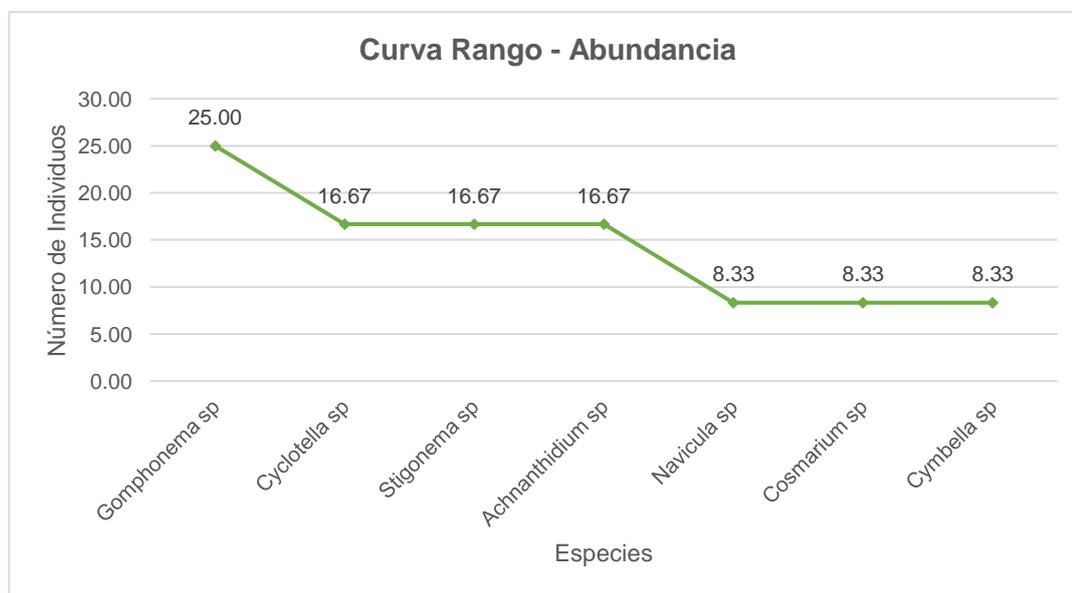
Orden	Familia	Especie	FP-LP2-02
Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium</i> sp	500
Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp	250
Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp	500
Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp	750
Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp	250
Nostocales	Stigonemataceae	<i>Stigonema</i> sp	500
Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp	250

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Rango de Abundancia

La comunidad de fitoplancton estuvo dominada por *Gomphonema* sp. la cual concentro el 25% de la densidad total de fitoplancton registrado; las demás especies aportaron con valores inferiores a los expresados cada una.

Figura 4.3-87. Curva Rango – Abundancia del punto FP-LP2-02



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Punto FP-LP2-03

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró 11 especies de fitoplancton. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de 6500 células/m³. El más abundante fue *Oscillatoria* sp. con 1250 células/m³, le sigue *Anabaena* sp. con 1000 células/m³. Las otras especies registraron valores menores, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4.3-93. Diversidad y Abundancia de Fitoplancton FP-LP2-03

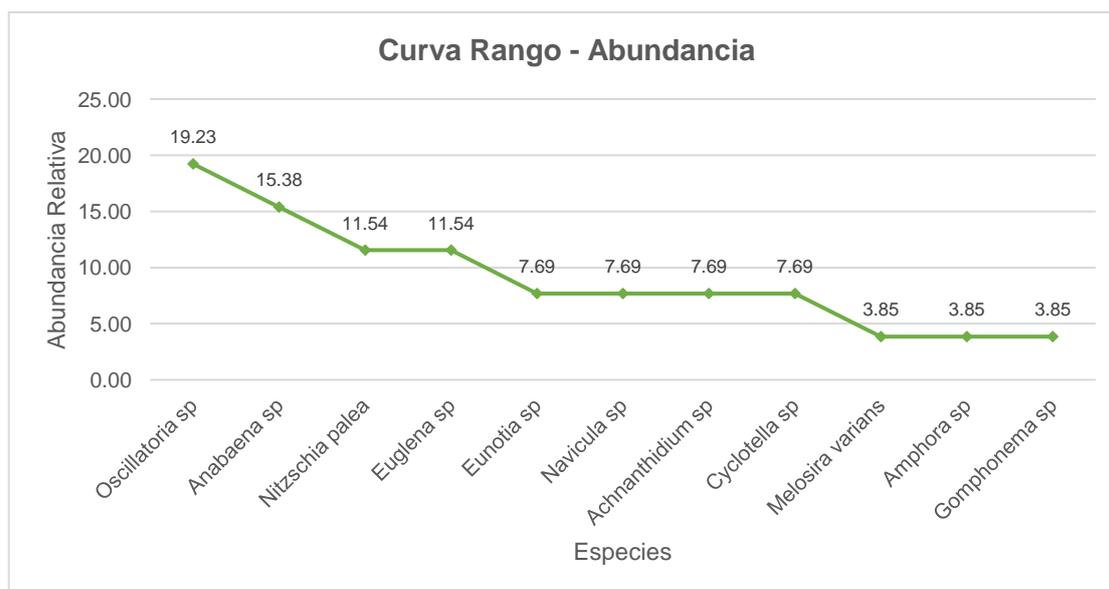
Orden	Familia	Especie	FP-LP2-03
Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp	1000
Oscillatoriales	Oscillatoreaceae	<i>Oscillatoria</i> sp	1250
Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia palea</i>	750
Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira varians</i>	250
Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp	500
Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp	750
Thalassiosiphales	Catenulaceae	<i>Amphora</i> sp	250
Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp	500
Cocconeidales	Achnanthesiaceae	<i>Achnanthesidium</i> sp	500
Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp	250
Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp	500

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Rango de Abundancia

La comunidad de fitoplancton estuvo dominada por *Oscillatoria* sp. la cual concentro el 19,23% de la densidad total de fitoplancton registrado, le sigue *Anabaena* sp. con el 15,38%, mientras que, *Nitzschia palea* y *Euglena* sp. tienen el 11,54% cada una; las demás especies aportaron con valores inferiores a los expresados.

Figura 4.3-88. Curva Rango – Abundancia del punto FP-LP2-03



Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Punto FP-LP2-04

Riqueza y Abundancia

En este punto se registró seis especies de fitoplancton. En cuanto a la abundancia absoluta se obtuvo un total de 4750 células/m³. El más abundante fue *Oscillatoria* sp. con 1500 células/m³, le sigue *Melosira varians* con 1000 células/m³. Las otras especies registraron valores menores, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4.3-94. Diversidad y Abundancia de Fitoplancton FP-LP2-04

Orden	Familia	Especie	FP-LP2-04
Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira varians</i>	1000
Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp	500
Oscillatoriales	Oscillatoreaceae	<i>Oscillatoria</i> sp	1500
Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i> sp	750
Methanotrichales	Methanotrichaceae	<i>Methanothrix soehngenii</i>	750
Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp	250

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

Rango de Abundancia

La comunidad de fitoplancton estuvo dominada por *Oscillatoria* sp. la cual concentro el 31,58%, seguida de *Melosira varians* con 21,05% de la densidad total de fitoplancton registrado; las demás especies aportaron con valores inferiores a los expresados cada una.

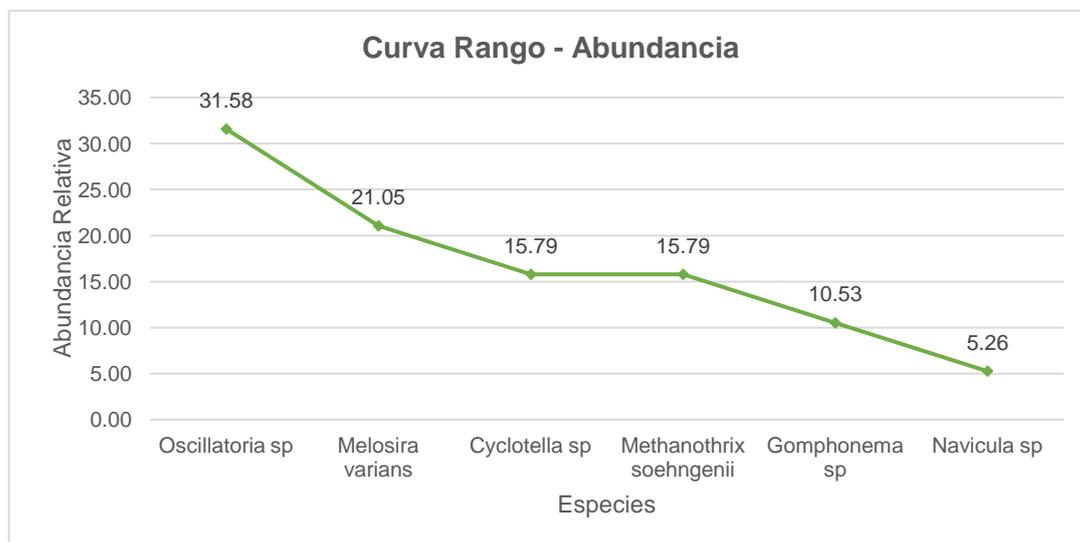


Figura 4.3-89. Curva Rango – Abundancia del punto FP-LP2-04

Elaborado por: Equipo consultor, 2024

4.3.3 Estado de conservación zonas de influencia del proyecto hidroeléctrico

El estado de conservación de las áreas de influencia del proyecto refleja una mezcla de ecosistemas resilientes y fragmentados. La fragmentación y la intervención antrópica, particularmente debido a actividades agropecuarias, han generado una pérdida de conectividad entre hábitats clave, afectando negativamente a las poblaciones de vida silvestre. Las interacciones ecológicas entre taxones evidencian una alta dependencia de los remanentes de bosque para la provisión de recursos y refugios, destacando la necesidad de implementar medidas que prioricen la restauración ecológica, especialmente mediante el fomento del desarrollo de plantas nativas, fundamentales como recurso alimenticio y hábitat.

Las actividades humanas han reducido de manera significativa los hábitats disponibles; no obstante, se identificó una composición diversa en las comunidades de mamíferos. La construcción y operación del proyecto podrían ocasionar la pérdida de cobertura vegetal y fragmentación de las áreas de bosque primario y secundario, lo que resultaría en una disminución de la conectividad para especies, como aves y mamíferos, que requieren amplias áreas continuas para su supervivencia. Las interacciones tróficas documentadas sugieren que las especies de fauna dependen críticamente de los recursos forestales remanentes. Por ello, las estrategias de mitigación deben enfocarse en la conservación de los parches de bosque existentes y en el establecimiento de zonas de amortiguamiento eficaces.

En cuanto a la avifauna, la mayoría de las especies registradas en las áreas de influencia del proyecto son insectívoras, seguidas de las frugívoras. Estas especies interactúan principalmente en el dosel y el sotobosque, indicando una calidad favorable del hábitat. Las aves omnívoras, consideradas generalistas, constituyen apenas el 13% de la muestra, lo que sugiere un ecosistema con características de conservación razonables. Sin embargo, las aves insectívoras suelen adaptarse a cambios en su hábitat, siempre que se mantenga la disponibilidad de sus recursos alimenticios, lo que coincide con las características observadas en las áreas evaluadas, que incluyen pastizales y remanentes de bosque secundario.

Por otro lado, la sensibilidad de las especies al cambio varía: mientras que la mayoría muestra baja o mediana sensibilidad, tres especies altamente sensibles fueron registradas en el punto P2-AVI-CUAN-01 y áreas circundantes, correspondiente a la zona alta destinada a la captación de agua del proyecto. Este sector, a pesar de ser un área secundaria, presenta un mejor estado de conservación debido a su proximidad a remanentes de bosque primario y continuo, que se mantiene por la dificultad de acceso impuesta por la topografía escarpada.

En lo referente a los ecosistemas acuáticos, estos presentan un estado medio de conservación, con niveles moderados de contaminación. Las comunidades de fitoplancton muestran valores intermedios de diversidad, lo que sugiere que alteraciones como desviaciones del curso de agua o su uso intensivo pueden afectar a comunidades clave, como macroinvertebrados e ictiofauna. Los índices de polución orgánica identifican áreas con impactos moderados. Además, las interacciones entre el fitoplancton y otros componentes acuáticos son cruciales para la estabilidad ecológica. Por ende, géneros como *Navicula* y *Nitzschia* (pertenecientes a *Bacillariophyceae*) se proponen como indicadores útiles para procesos de monitoreo ambiental.

Todos los cuerpos de agua deben considerarse zonas de alta sensibilidad ecológica, dado que representan refugios para una gran variedad de macroinvertebrados esenciales en la estructura trófica de los ecosistemas acuáticos. Evaluados como bioindicadores, estos organismos revelaron una diversidad moderada, destacando la predominancia de especies sensibles como *Trichoptera* y *Ephemeroptera*. Las alteraciones en estos hábitats podrían modificar la composición de sus comunidades, subrayando la importancia de realizar monitoreos continuos e implementar prácticas sostenibles en la gestión de recursos hídricos.

El componente acuático también incluye especies de peces sensibles a cambios en la calidad y cantidad del agua, que prefieren condiciones de alta claridad y buena oxigenación. Las acciones del proyecto, como la desviación de agua, podrían modificar los flujos naturales y reducir la disponibilidad de hábitats adecuados. Por lo tanto, es imprescindible garantizar caudales ecológicos y monitorear la calidad del agua para preservar estas poblaciones, confirmando que todos los cuerpos de agua constituyen áreas de alta sensibilidad necesarias para la estabilidad y preservación de los ecosistemas.

4.3.4 Bibliografía

4.3.4.1 Bibliografía Componente Biótico - Flora

- FAO. 2009. Situación de los bosques del Mundo. Informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Gentry, A. H., & Vasquez, R. (1993). A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru): with supplementary notes on herbaceous taxa.
- Guevara, J. & Morales, C. 2013. Páginas 83-84 en: Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Harling, G & L. Aandersson (eds) 1986–2001. Flora of Ecuador. Berlings, Arlov, Sweden.
- Iglesias, J., Santiana, J. & Chinchero, M. A. 2013. Páginas 86-88 en: Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Jarvis A. & M. Mulligan. 2011 The climate of cloud forests. *Hydrological Processes* 25: 327–343
- Jørgensen, PM; León-Yáñez, S. 1999. Catálogo de las plantas vasculares del Ecuador. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 75:1-1181.
- Körner C. 2012 *Alpine treelines: functional ecology of the global high elevation tree limits*. Basel: Springer Science & Business Media.
- Körner C., J. Paulsen & E. M. Spehn. 2011 A definition of mountains and their bioclimatic belts for global comparisons of biodiversity data. *Alpine Botany* 121: 73–78.
- León-Yáñez, S. (Ed.). (2012). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Magurran, A. E. (1988). Why diversity? In *Ecological diversity and its measurement* (pp. 1-5). Springer, Dordrecht.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, (2020). *Mapa de cobertura y uso de suelo del Ecuador Continental*. Quito - Ecuador.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*.
- Montúfar, Rommel. (2013). *Palmas Ecuatorianas: Biología y Uso Sostenible*.
- Pearce, D.W. (2001) The Economic Value of Forest Ecosystems. *Ecosystem Health*, 7, 284-296.

Pinto, E., A.J. Pérez, C. Ulloa Ulloa & F. Cuesta. 2018. Árboles representativos de los bosques montanos del noroccidente de Pichincha, Ecuador. CONDESAN, Quito, Ecuador.

Schlegel B. 2001. Estimaciones de biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempreverde. In Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales. Valdivia, Chile. 18 al 20 de octubre del 2001.

Young, K., C. Ulloa Ulloa, J. L. Luteyn & S. Knapp. 2002 Plant Evolution and Endemism in Andean South America: An introduction. Botanical Review 68 (1): 4–21

Referencias virtuales

Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Fuente:

<http://legacy.tropicos.org/ProjectAdvSearch.aspx?projectid=2>.

Field Guides - Field Museum. Fuente: <https://fieldguides.fieldmuseum.org/guides?category=37>.

Herbario Azuay. Fuente: <https://herbario.uazuay.edu.ec/>.

JSTOR. Fuente: <https://plants.jstor.org/>.

Live Plant Photos - Field Museum. Fuente: <https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/nlp/5304>

Rapid Reference - Field Museum. Fuente: <https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/rrc/5305>.

Trópicos Missouri Botanical Garden. Fuente: <https://www.tropicos.org/home>.

4.3.4.2 Bibliografía Componente Biótico - Fauna

- **Avifauna**

Carroll, J. P., G. M. Kirwan & P. F. D. Boesman (2020). *Dark-backed Wood-Quail (Odontophorus melanonotus)*, version 1.0. In Birds of the World (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA

CITES. (2022). *Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres*. Consulta en agosto 2022. Disponible en: <http://www.cites.org>.

IUCN. (2022). *The IUCN red list of threatened species*. Consulta en agosto 2022. <https://www.iucnredlist.org>.

Freile, J. & Restall, R. (2018). *Birds of Ecuador*. Helm Field Guides. London, Great Britain.

Freile, J. F., Santander, T., Carrasco, L., Cisneros-Heredia, D., Guevara, E., Sánchez, M. & Tinoco, B. (2018). *Lista roja de las aves del Ecuador continental*. Ministerio del Ambiente, Aves y Conservación, Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos, Fundación Charles Darwin, Universidad del Azuay, Red Aves Ecuador y Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

- Gaviria–Ortíz, F. & Henao–Bañol, E. (2011). Diversidad de mariposas diurnas (Hesperioidea – Papilionoidea) del Parque Natural Regional El Vínculo (Buga – Valle del Cauca). *Boletín Científico Centro de Museos de Historia Natural*, 15(1), 115–133.
- McMullan M. & Navarrete, L. (2013). *Fieldbook of the Birds of Ecuador including the Galápagos Islands*. Fundación Jocotoco. Quito, Ecuador.
- Moore, J. V., Krabbe, N. & Jahn, O. (2013). *Birds sounds of Ecuador-a comprehensive collection*. DVD. John V. Moore Nature Recordings.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. R., DeSante, D. F. & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. USA.
- Remsen, J. V., Cadena, C. D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J. F., Pérez-Emán, J., Robbins, M. B., Stiles, F. G., Stotz, D. F. & Zimmer, K. J. Versión [10]. *A classification of the bird species of South America*. American Ornithologists' Unión.
- Ridgely, R. & Greenfield, P. (2001). *The birds of Ecuador Vol. II: Field guide*. Cornell University Press. New York, USA.
- Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker III, T. A., & Moskovitz, D. K. (1996). *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. University of Chicago Press. Chicago, USA.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M & Umana, A. M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Segunda Edición. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- **Mastofauna**
- Acevedo-Quintero, J. F., & Zamora-Abrego, J. G. (2014). Riqueza de especies y estructura trófica de la familia Phyllostomidae (Chiroptera) en un cananguchal de la Amazonia colombiana. *Mammalogy Notes*, 1(2), 28-31.
- Albuja, L., A. Almendáriz, R. Barriga, L.D. Montalvo, F. Cáceres y J.L. Román. (2012). *Fauna de Vertebrados del Ecuador*. Instituto de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Arcos, R. G. (2010). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos en la Cordillera Oriental Yacuambi, en el suroriente ecuatoriano. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 9(6).
- Arévalo, J. E., & de Monteverde, A. C. (2001). *Manual de campo para monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación*. Asociación Conservacionista Monteverde.
- Aroca, A. K., Hurtado, M. A., & Murillo García, O. E. (2016). Preferencia en la dieta de murciélagos frugívoros (Phyllostomidae) en un fragmento de bosque seco tropical. *Revista de Ciencias*, 20(SPE), 139-146

- Baev, P. & Penev, L. (1995). *BIODIV — Program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis*. Version 5.1. New York, NY, USA, Exeter Software, 57 pp.
- Bouza, C. N., & Covarrubias, D. (2005). Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. *Investigación operacional*, 26(2).
- Bravo-Salinas, R., Pinto, C. M., Brito, J., & Salas, J. A. (2021). Small non-volant mammals from Bosque Protector Cerro Blanco, a fragment of tropical dry forest in western Ecuador: Mamíferos pequeños no voladores del Bosque Protector Cerro Blanco, un remanente de bosque seco tropical del occidente de Ecuador. *Mammalia aequatorialis*, 3, 23-35.
- Brito, J. (2013). *Composición y abundancia de los pequeños mamíferos terrestres en dos tipos de hábitats (Páramo de Frailejón y Páramo de Polylepis) en la Reserva Ecológica El Ángel, Carchi – Ecuador*. Universidad Central del Ecuador. Tesis.
- Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V., Vallejo, A. F. (2023). *Mamíferos del Ecuador*. Versión 2023.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Burgin, C. J., Wilson, D. E., Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., Lacher, T. E., & Sechrest, W. (Eds.). (2020). *Illustrated Checklist of the Mammals of the World*. Lynx.
- Caro, T. M., & O'Doherty, G. (1999). On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation biology*, 13(4), 805-814.
- Curay, J., Mantilla, D., & Brito, J. (2022). Diversity of small non-volant mammals of Lita, northwestern Imbabura, Ecuador. *Check List*, 18(3), 709-719.
- Cuttler, T. &. (1998). Using remote photography in wildlife ecology; a review. *WildLife Society*, 571 - 581.
- Díaz, M. M., Solari, S., Gregorin, R., Aguirre, L. F., & Barquez, R. M. (2021). *Clave de identificación de los murciélagos neotropicales*.
- Emmons, L. H., and F. Feer. (1999). *Neotropical Rainforest mammals: a field guide*. University of Chicago Press, Chicago, xvi + 307 pp.
- Escalante, T. (2003). ¿Cuántas especies hay?: Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos* 52:53-56.
- Favila, M. E., & Halffter, G. (1997). The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana (ns)*, (72), 1-25.
- Magurran, A. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, USA: Blackwell publishing company.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton university press.
- Montero, J., & Espinoza, C. (2002). *Murciélagos filostómidos (Chiroptera, Phyllostomidae) como indicadores del estado del hábitat en el Parque Nacional Piedras Blancas, Costa Rica*. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de biodiversidad de Costa Rica.

- Moreno, C. E., & Halffter, G. (2001). Spatial and temporal analysis of α , β and γ diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity & Conservation*, 10, 367-382.
- Noss, R. (2000). *Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach*. Corvallis, USA: Environmental research laboratory.
- Oporto, S., Arriaga-Weiss, S. L., & Castro-Luna, A. A. (2015). Diversidad y composición de murciélagos frugívoros en bosques secundarios de Tabasco, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(2), 431-439.
- Rageot, R., & Albuja Viteri, L. H. (1994). *Mamíferos de un sector de la Alta Amazonía Ecuatoriana (Mera, Provincia de Pastaza)*.
- Solari, S., Rodriguez, J. J., Vivar, E., & Velazco, P. M. (2002). A framework for assessment and monitoring of small mammals in a lowland tropical forest. *Environmental monitoring and assessment*, 76, 89-104.
- Suares, L., & Mena, P. (1994). *Manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres*. Quito - Ecuador: Ecociencia.
- Tirira, D. (1998). *Técnicas de campo para el estudio de mamíferos silvestres. Biología, Sistemática y Conservación de los Mamíferos del Ecuador*. Museo de Zoología, Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 93-126.
- Tirira, D. G. (2009). Diversidad de mamíferos en bosques de Ceja Andina alta del nororiente de la provincia de Carchi, Ecuador. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 8(4-5).
- Tirira, D. (2017). *Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador*. Quito: Murciélago Blanco. 2da Edición.
- Tirira, D. G. (ed.). (2021). *Lista Roja de los mamíferos del Ecuador, en: Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador (3a edición)*. Asociación Ecuatoriana de Mastozoología, Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 13, Quito.
- Tirira, D. G., Brito J., Burneo S. F., Pinto, C. M., Salas, J. A., & Comisión de Diversidad de la AEM. (2023). *Mamíferos del Ecuador: lista oficial actualizada de especies / Mammals of Ecuador: official updated species checklist*. Versión 2023.1.
- Trujillo, F. y Pozo, W. (2007). Mamíferos no voladores de áreas alteradas de la Reserva Ecológica Maquipucuna Ecuador. *Boletín Técnico. Serie zoológica* 3: 23-30.
- UICN 2023. *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN*. Versión 2022-2.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, H., Mendoza, F., Ospina, M., & Umaña, A.M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos.

Voss, R. S., & Emmons, L. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the AMNH*, 230.

Whittaker, R. H. (1965). Dominance and Diversity in Land Plant Communities: Numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution. *Science*, 147(3655), 250-260.

- **Herpetofauna**

Almendáriz, A., Simmons, J. E., Brito, J., & Vaca-Guerrero, J. (2014). Overview of the herpetofauna of the unexplored Cordillera del Cóndor of Ecuador.

Brito, J., Batallas, D., & Velalcázar, D. (2014). Nueva especie de rana terrestre del género *Pristimantis* (Amphibia: Craugastoridae), meseta de la Cordillera del Cóndor. *Papéis Avulsos de Zoología*, 54, 435-466.

Brito-Zapata, D., & Reyes-Puig, C. (2021). A new species of terrestrial-breeding frog *Pristimantis* (Anura: Strabomantidae) from the Cordillera del Cóndor, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 7(1), 213-222.

Carrillo, E., S. Aldás, M. Altamirano, F. Ayala, D. Cisneros, A. Endara, C. Márquez, M. Morales, F. Nogales, P. Salvador, M. L. Torres, J. Valencia, F. Villamarín, M. Yáñez, P. Zárate. (2005). Lista Roja de los Reptiles del Ecuador. Fundación Novum Milenium, UICN-Sur, UICN-Comité Ecuatoriano, Ministerio de Educación y Cultura. Serie Proyecto PEEPE. Quito.

Duellman, W. E., & Trueb, L. (1994). *Biology of amphibians*. JHU press.

Flanagan, J. N., Franke, I., & Salinas, L. (2005). Aves y endemismo en los bosques relictos de la vertiente occidental andina del norte del Perú y sur del Ecuador. *Revista peruana de biología*, 12(2), 239-248.

Guayasamin, J.M, y Bonaccorso, E. (Eds.). (2011). Evaluación Ecológica Rápida de la Biodiversidad de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Río Nangaritza, Cordillera del Cóndor, Ecuador. Conservación Internacional. Quito, Ecuador.

Halfpter, G. C. (2001). *Manual para la evaluación de la biodiversidad*. En: *Reservas de la Biosfera*. Zaragoza, España.: Manuales y Tesis Sociedad Entomológica Aragonesa. Volumen 2. 80 pp.

Heyer, W. R., Donnelly, M. A., & McDiarmid, R. W. (1994). Estimating population size. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians.

IUCN (2024). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1. <<https://www.iucnredlist.org>>

Lips, K. R., Reaser, J. K., Young, B. E., & Ibañez, R. (1999). El monitoreo de anfibios en América Latina. *Un manual para coordinar esfuerzos*. The nature conservancy. United States National Science Foundation. Smithsonian Tropical Research Institute, Ciudad de Panamá, Panamá. Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, México. Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Quito, Ecuador.

- Lynch, J. D., & Duellman, W. E. (1997). *Frogs of the genus Eleutherodactylus (Leptodactylidae) in western Ecuador: systematic, ecology, and biogeography*. Natural History Museum, University of Kansas.
- Neill, D. A. V. I. D. (2005). Cordillera del Cóndor. *Botanical treasures between the Andes and the Amazon. Plant Talk*, 41, 17-21.
- Ortega-Andrade, H. M. (2010). Diversidad de la herpetofauna en la Centro Amazonía de Ecuador. *Unpublished M. Sc. Dissertation. Instituto de Ecología, DC Xalapa, México*.
- Ortega-Andrade, H. M., Rodes Blanco, M., Cisneros-Heredia, D. F., Guerra Arévalo, N., López de Vargas-Machuca, K. G., Sánchez-Nivicela, J. C., ... & Yáñez Muñoz, M. H. (2021). Red List assessment of amphibian species of Ecuador: A multidimensional approach for their conservation. *PloS one*, 16(5), e0251027.
- Ron, S. R., Merino-Viteri, A. Ortiz, D. A. (2024). Anfibios del Ecuador. Versión 2024.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb>>, fecha de acceso 13 de julio, 2024.
- Ron, S. R. (2020). Regiones naturales del Ecuador. BOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en <<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales>> Consulta: 13 de julio 2024.
- Torres-Carvajal, O., Pazmiño-Otamendi, G., Ayala-Varela, F. y Salazar-Valenzuela, D. (2024). Reptiles del Ecuador. Versión 2024.1. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb>>, fecha de acceso 13 de julio, 2024.
- Valencia, J. H., Duenas, M. R., Szekely, P., Batallas, D., Pulluquitin, F., & Ron, S. R. (2017). A new species of direct-developing frog of the genus *Pristimantis* (Anura: Terrarana: Craugastoridae) from Cordillera del Cóndor, Ecuador, with comments on threats to the anuran fauna of the region. *Zootaxa*, 4353(3), 447-466.
- Yáñez-Muñoz, M. H., Chimbo, A., & Venegas, P. J. (2007). Anfibios y reptiles. *Ecuador: Territorio Cofan Dureno*, 96-99.
- **Entomofauna**
- Arcos, R. G. (2010). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos en la Cordillera Oriental Yacuambi, en el suroriente ecuatoriano. *Serie Zoológica*, 6(9), 147-161.
- Basset, Y., Hammond, P. M., Barrios, H., Holloway, J. D. & Miller, S. E. (2003). *Arthropods of tropical forests*. Cambridge University Press. 17-27.
- Carvajal, V., Villamarin, S., & Ortega, A. (2011). Escarabajos del Ecuador: Principales géneros. In Instituto de Ciencias Biológicas Escuela Politécnica Nacional: Vol. Serie Ento (Issue 1).
- Cerón, C.E. (2003). *Manual de Botánica ecuatoriana: Sistemática y Métodos de estudio*”. Quito - Ecuador: Facultad de Filosofía. Letras y Educación. Universidad Central del Ecuador. pp. 281-282.

- Chamorro, W., Marín-Armijos, D., Granda, V., & Vaz-de-Mello, F. Z. (2018). Listado de especies y clave de géneros y subgéneros de escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) presentes y presuntos para-Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 72-100.
- Granados, J. M., Kohlmann, B., & Russo, R. (2010). Escarabajos del estiércol como bioindicadores del impacto ambiental causado por cultivos en la región atlántica de Costa Rica. *Tierra Tropical*, 6(2), 181-189.
- Guzmán, R., Calzontzi, J., & Salas, M. D. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 32(3), 370–379. <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v32n3/0065-1737-azm-32-03-00370.pdf>
- Halffter, G. & Edmonds, W. D. (1982). The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach. México: Instituto de Ecología, 177 pp.
- Halffter, G., & Favila, M. (1993). The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International*, 27: 15-21.
- Jeréz, V., Zúñiga-Reinoso, Á., Muñoz-Escobar, C., & Pizarro-Araya, J. (2015). Acciones y avances sobre la conservación de insectos en Chile. *Gayana (Concepción)*, 79(1), 1-3. <https://bit.ly/3WszctS>
- Magurran, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Science Ltd, Osford, 256p.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. (1): 84 – 922495 – 2 – 8. https://www.researchgate.net/publication/304346666_Metodos_para_medir_la_biodiversidad
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezquita, S., & Favila, M. E. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141(6), 1461–1474. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.011>.
- Olarte-Quiñonez, C. A., Acevedo-Rincón, A. A., Ríos-Málaver, I. C., & Carrero-Sarmiento, D. A. (2016). Diversidad de mariposas (Lepidoptera, Papilionoidea) y su relación con el paisaje de alta montaña en los Andes nororientales de Colombia. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 14, 233-255. <https://bit.ly/3FG8jg4>
- Prado, M. M., García, D. G., & Sastre, R. M. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad. *Ecosistemas*, 27(2), 81-90.
- Pielou, E. C. (1975). Ecological Diversity. John Wiley & Sons, Inc. New York, 165 pp.
- Roldan-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev. acad. colomb. cienc. exact. fis. Nat.* vol.40, n.155, pp.254-274. ISSN 0370-3908. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>.

Soberon, J. & Llorente, J. (1993). The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conservation Biology*, Vol. 7, No. 3 (Sep., 1993), pp. 480-488.

Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker T. A. & Moskovits, D. K. (1996). *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago: University of Chicago Press, 502 pp.

Ugalde, J. (2020). Importancia de los insectos y los servicios ecosistémicos asociados para el desarrollo sostenible de nuestro país. Universidad Nacional de Costa Rica. Escuela de Ciencias Ambientales. *Ambientico* (Issue 275).

Vaz-de-Mello, F., Larsen, T., Silva, F., Gill, B., Spector, S. & Favila, M. (2014). *Coprophanaeus ohausi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T137693A529288. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T137693A529288.en>. Accessed on 15 July 2024.

Zumbado, M. A., & Azofeifa, D. (2018). *Insectos de importancia agrícola. Guía Básica de Entomología*, 204 pp.

- **Ictiofauna, Macroinvertebrados y Fitoplancton**

Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los Ríos. IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA). . 203-213.

Adler PB, Lauenroth WK. 2003. The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. *Ecol. Lett.* 6:749 –756.

Alonso, A. 2006. Valoración del efecto de la degradación ambiental sobre los macroinvertebrados bentónicos en la cabecera del río Henares. *Ecosistemas* 15 (2): 101-105. Mayo 2006.

Álvarez, M. C. (2004). *Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad*. Bogotá-Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt.

Barriga, R. (2012). *Lista de peces de agua dulce e intermareales del Ecuador*. Quito: Revista Politécnica. Serie Biología.

Böhlke, J.E. 1958. Studies on fishes of the family Characidae. N° 14 A report on several extensive recent collections from Ecuador, proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 121 pp

Boulenger, C.A. 1887. An Account of the Fishes Collected by Mr. C. Buckley in Eastern of Ecuador *Proc. Zool. Sci. London*, (1887). Pp. 274-283

Barbour, M., Gerritsen, J., Snyder, B., Stribling, J. 1999. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*. Washington, D.C.: Environmental Protection Agency, Office of Water

Carter, L. W. 2002. *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de Estudios de Impacto*. Traducción al español de Ignacio Español. Editorial McGraw Hill. Madrid, España

- Carrera, C. y. (2001). Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como. Quito: Ecociencia.
- Chao, A. &. (1992). Estimating the number of classes via sample coverage. Journal of statistics, theory and applications.
- Chao, A. (1984). Nonparametric Estimation of the Number of Classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics, Vol. 11, No. 4, 265-270.
- CITES. (2020). CITES Apendices I, II and III. Obtenido de Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.
- CITES, C. (2020). CITES. Obtenido de Checklist of CITES Species: <http://checklist.cites.org/#/en>
- Colwell, R. (2013). Estimates 9.1.0 user's guide. University of Connecticut, Storrs, CT: Department of Ecology & Evolutionary Biology
- Colwell, R. K. (12 de abril de 2013). EstimateS. Recuperado el 12 de Abril de 2013, de <http://viceroy.colorado.edu/estimates/>
- Colwell, R. K. (25 de febrero de 2013). Estimates: Statistical estimation of especies richness and shared species from spmples. Version 9. Obtenido de <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Cuellar Torres, Belva. 2015. Variaciones espaciales en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de las quebradas Helechuzal y Banderas en dos épocas con diferente régimen climático en el Municipio de Isnos, Departamento de Huila. Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias contables, económicas y administrativas. Línea de Investigación en Biosistemas Integrados.
- De Sageo. 2019. Derecho de Ecuador. De Sageo - Trabajo propio, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=64260585>
- Domínguez, E., Fernández, H. 2009. Macroinvertebrados bentónicos Sudamericanos, biología y sistemática. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina
- Encalada, A., Rieradevall, M., Rios, B., García, N., Prat, N. 2011. Protocolo simplificado de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S). USFQ, EB, AECID, FONAG, Quito.
- Fajardo, José Rubén. 2010. Desarrollo de una propuesta de gerenciamiento del recurso hídrico en la cuenca del Jubones. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Gestión para el Desarrollo local Sostenible. Quito, Ecuador. Pag. 166 pp.
- Galvis, G. J.-D. (2006). Peces del medio Amazonas: Región Leticia. Conservación Internacional. Serie de Guías Tropicales de Campo 5. Bogotá, Colombia.
- Giacometti, J., Bersosa, F. 2006: Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el rio Alambi. Boletín Técnico 6, Serie Zoológica. 2:17-32.

- Gualdoni, Cristina Mabel; Ana M. Oberto. 2012. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados del arroyo Achiras (Córdoba, Argentina): análisis previo a la construcción de una presa. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 102(2):177-186
- Hanson, Paul; Monika Springer; Alonso Ramirez. 2010. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 58 (Suppl. 4): 3-37, December 2010.
- Ingle de la Mora, G., E. L. Villareal-Delgado, J. L. Arredondo-Figueroa, J. T. Ponce-Palafox e I. de los A. Barriga-Sosa. 2003. Evaluación de algunos parámetros de calidad del agua en un sistema cerrado de recirculación para la acuicultura, sometido a diferentes cargas de biomasa de peces. *Hidrobiológica* 13 (4): 247-253
- Jiménez-Prado, P. W.-M.-A.-S.-M.-H.-N.-R. (2015). Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE); Universidad del Azuay (UDA) y Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) del Instituto Nacional de Biodiversidad. Esmeraldas, Ecuador. 416 pp
- Lim, C. Y. (2000). El papel de los minerales traza en la salud de los peces. *Avances en Nutrición Acuícola IV*. La Paz, B.C.S., México., 270-281.
- Leveque, C., T. Oberdorff y D. Paugy. 2008. Global Diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Freshwater animal diversity assessment. Hydrobiologia* 595: 545-567.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Magurran, A. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral, 200.
- Magurran, A. (2004). *Measuring biological diversity*. Malden: Blackwell Publishing.
- Maldonado-Ocampo, J. A.-L.-O.-V.-N.-G.-P.-R. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Bogotá. Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander Von Humboldt”.
- MAE. 2022. *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador. 2020. *Mapa Interactivo*. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Mittermeier, R. (1997). Megadiversity: earth's biologically wealthiest nations. *Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo*. México: Agrupación Sierra MadreCementos Mexicanos.
- Moreno, C. (2000). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 158.

- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza: CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA, vol 1.
- Ñique, M. (2010). Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Tingo María, Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva
- Ovchynnyk, M 1968. Annotated list of the freshwater fish of Ecuador. Zoologistcher Anzeiger 181(3/4): 237-268.
- Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. 2018. Las Hidroeléctricas: efectos en los ecosistemas y en la salud ambiental. Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud, vol. 50, núm. 3, 2018
- Pardo, I., M. Alvarez, J. Casas, J. Moreno, S. Vicas, N. Bonada, J. Alba-Tercedor, P. Jaimez-Cuellar, G. Moya, N. Prat, S. Robles, M. Suarez, M. Toro & M. Vidal-Abarca. 2002. El habitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de habitat. Limnetica 21: 115-132
- Peet, R. (1974). The measurement of species diversity. Annual Review Of Ecology and Systems, 285-307.
- Pielou, E. (1975). Ecological diversity. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Plafkin, J. L. (1989). Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers. Benthic Macroinvertebrates and Fish. U.S. Environmental Protection Agency. Assessment and Watershed Protection Division. Washington, D.C.
- Reid, G., Contreras-Macbeath, T. y Csatadi, K. 2013. Global challenges in freshwater fish conservation related to public aquariums and the aquarium industry. International Zoo. Yearbook 47(1): 6-45.
- Roldán, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados. Santafé de Bogotá: Editorial Presencia Ltda.
- Roldán, G. (1992). Fundamentos de limnología neotropical. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Roldán, G. 1996. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (CIEN). Bogotá, Colombia. Pp. 227
- Roldán, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua.
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Antioquia: Universidad de Antioquia.
- Rosero, D., & Fossati, O. (2009). Comparación entre dos índices bióticos

- Sarmiento, F. O. (2011). Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. . Quito: CLACS-UGA, CEPEIGE, AMA.: Ediciones Abya-Yala.
- Sierra, R., C, C., W, P., & Valencia, R. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y ECOCIENCIA, 194 pp.
- Sepulveda, J. 2010. Elaboración de procedimientos para el rescate de especies hidrobiológicas. Pontificia Universidad Católica de Valparaiso. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ciencias del Mar. Valparaiso, Chile.
- Sobrevilla, C., & Bath, P. (1992). Evaluación ecológica rápida: un manual para usuarios de América Latina y el Caribe. Arlington, VA: The Nature Conservancy. Programa de Ciencias para América Latina. USA.
- Southgate, D., & Whitaker, M. (1999). Los costos asociados a la expansión de la frontera agrícola. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Terneus, E., Racines, M., & Hernandez, K. (2012). Evaluación ecológica del río Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos Pastaza- Ecuador. Revista de ciencias Universidad del Valle. Vol. 16: 31 – 45.
- Terneus. E., V. J. (2004). Caracterización preliminar de los ecosistemas acuáticos de las cuencas del Río Oyacachi y la laguna de Muertepungo.
- UICN. (Mayo 2020. de 2020). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-3. . Obtenido de <www.iucnredlist.org>
- UICN, C. (2017). UICN. Obtenido de The IUCN Red List of Threatened Species: <http://www.iucnredlist.org/>
- Velázquez, E. y. (2004). Los peces como indicadores del estado de salud de los ecosistemas acuáticos. CONABIO. Biodiversitas 57, 12-15.
- Villareal, H. á., Córdoba, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H. O., & y Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Whittaker, R. (1972). Evolution and measurement of species diversity. Taxon.
- Wilson, M. S. (1984). Measuring beta diversity with presence-absence data. The journal of Ecology, 1055-1064.
- Zamora, H. 2007. El índice BMWP y la evaluación biológica de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 19. 73-81. ISSN 0120 – 4173.

