

Tabla de Contenido

6	Diagnóstico Ambiental-Línea Base	6-1
6.2	Medio Biótico	6-1
6.2.1	Introducción	6-1
6.2.1.1	Objetivo General	6-2
6.2.1.2	Objetivos Específicos	6-2
6.2.2	Permisos de Investigación	6-2
6.2.3	Justificación de Selección de Puntos de Muestreo	6-3
6.2.3.1	Cobertura Vegetal	6-4
6.2.3.2	Pisos Zoogeográficos	6-6
6.2.3.3	Ecosistemas	6-7
6.2.3.4	Caracterización del Paisaje	6-8
6.2.4	Metodología	6-8
6.2.4.1	Flora	6-8
6.2.4.2	Fauna Terrestre	6-21
6.2.4.3	Fauna Acuática	6-82
6.2.5	Resultados y Aspectos Ecológicos	6-100
6.2.5.1	Flora	6-100
6.2.5.2	Fauna Terrestre	6-140
6.2.5.3	Fauna Acuática	6-315
6.2.6	Conclusiones Específicas	6-372
6.2.6.1	Flora	6-372
6.2.6.2	Fauna Terrestre	6-372
6.2.6.3	Fauna Acuática	6-374

Tablas

Tabla 6-1	Porcentaje de Cobertura Vegetal Presente en el Proyecto Minero Loma Larga	6-4
Tabla 6-2	Porcentaje de Cobertura Vegetal Presente en el Área de Implantación del Proyecto Minero Loma Larga	6-5
Tabla 6-3	Estratos de Bosque en el Proyecto Minero Loma Larga	6-6
Tabla 6-4	Estratos de Bosque en el Área de Implantación del Proyecto Minero Loma Larga	6-6
Tabla 6-5	Estratos de Bosque en la Implantación del Proyecto Minero Loma Larga	6-6
Tabla 6-6	Piso Zoogeográfico Presente en el Área de Geográfica y Área de Implantación del Proyecto Minero Loma Larga	6-6
Tabla 6-7	Escala de Abundancia-Dominancia de Braun-Blanquet y Porcentaje de Cobertura Florística en el Proyecto Loma Larga	6-9
Tabla 6-8	Puntos de Muestreo Flora	6-13
Tabla 6-9	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Flora	6-16

Tabla 6-10	Escala de Abundancia-Dominancia de Braun-Blanquet y Porcentaje de Cobertura Usado en el Componente de Flora.....	6-18
Tabla 6-11	Sitios de Muestreo de Avifauna	6-25
Tabla 6-12	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Avifauna	6-32
Tabla 6-13	Sitios de Muestreo de Mastofauna	6-43
Tabla 6-14	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Mastofauna	6-47
Tabla 6-15	Aspectos Considerados para el Análisis de Sensibilidad a Nivel de Especie	6-52
Tabla 6-16	Sitios de Muestreo de Herpetofauna	6-57
Tabla 6-17	Esfuerzo de Muestreo Empleado para Herpetofauna	6-59
Tabla 6-18	Interpretación de Abundancia Relativa	6-62
Tabla 6-19	Criterios Biológicos para Evaluación de Sensibilidad de las Especies	6-64
Tabla 6-20	Sitios de Muestreo de Entomofauna.....	6-69
Tabla 6-21	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Entomofauna	6-76
Tabla 6-22	Sitios de Muestreo para Ictiofauna	6-85
Tabla 6-23	Esfuerzo de Muestreo Empleado para Ictiofauna.....	6-87
Tabla 6-24	Sitios de Muestreo para Macroinvertebrados Acuáticos	6-93
Tabla 6-25	Esfuerzo de Muestreo Empleado para Macroinvertebrados Acuáticos.....	6-95
Tabla 6-26	Rango y Calidad de Agua según el Índice EPT.....	6-97
Tabla 6-27	Puntajes de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col.....	6-98
Tabla 6-28	Clases de Calidad de Agua, Valores BMWP/Col y su Significado	6-98
Tabla 6-29	Puntuación de la Calidad de Agua, mediante el Índice (ABI)	6-99
Tabla 6-30	Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos de acuerdo con su Valor BMWP/Col.....	6-99
Tabla 6-31	Sensibilidad de los Cuerpos de Agua según el Índice BMWP/Col.....	6-100
Tabla 6-32	Lista de las Especies Registradas en los Muestreos Cualitativos Dentro del Proyecto Loma Larga.....	6-103
Tabla 6-33	Matriz de Similitud de Jaccard de los Transectos Cualitativos dentro del Área de Loma Larga	6-110
Tabla 6-34	Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el Área de Geográfica.....	6-111
Tabla 6-35	Índice de Shannon para el Componente de Flora en el Proyecto Loma Larga	6-121
Tabla 6-36	Comparación de la Riqueza de Familias, Géneros y Especies y de la Cobertura Vegetal dentro de las Ocho Parcelas del Proyecto Loma Larga	6-123
Tabla 6-37	Lista de las Especies más Representativas-Índice de Valor de Importancia en cada una de las Ocho Parcelas en el Proyecto Loma Larga	6-129
Tabla 6-38	Índice de Shannon para las Parcelas dentro de en el Proyecto Loma Larga	6-130
Tabla 6-39	Matriz de Similitud de Bray Curtis de las Parcelas dentro del Proyecto Loma Larga	6-131
Tabla 6-40	Lista de Especies con Categoría de Amenaza según la UICN	6-133

Tabla 6-41	Lista de Especies Endémicas Distribuidas en el Proyecto Minero Loma Larga	6-135
Tabla 6-42	Especies de Flora Utilizadas en el Proyecto Loma Larga.	6-135
Tabla 6-43	Comparación entre Campañas de los Puntos Monitoreados y la Riqueza de Familias, Géneros y Especies en el Proyecto Loma Larga	6-138
Tabla 6-44	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas	6-143
Tabla 6-45	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas	6-144
Tabla 6-46	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas	6-145
Tabla 6-47	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas	6-145
Tabla 6-48	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas	6-146
Tabla 6-49	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas	6-146
Tabla 6-50	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas	6-147
Tabla 6-51	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas	6-147
Tabla 6-52	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Loma Larga	6-153
Tabla 6-53	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-02	6-154
Tabla 6-54	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-02 con Redes de Neblina.....	6-156
Tabla 6-55	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-02 en el Transecto de Observación.....	6-158
Tabla 6-56	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-06.....	6-160
Tabla 6-57	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-06 con Redes de Neblina.....	6-163
Tabla 6-58	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-06 en el Transecto de Observación.....	6-164
Tabla 6-59	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-01.....	6-167
Tabla 6-60	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-01 con Redes de Neblina.....	6-168
Tabla 6-61	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-01 en el Transecto de Observación.....	6-169
Tabla 6-62	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-05.....	6-171
Tabla 6-63	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-05 con Redes de Neblina.....	6-173
Tabla 6-64	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-05 en el Transecto de Observación.....	6-175
Tabla 6-65	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-03.....	6-177
Tabla 6-66	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-03 con Redes de Neblina.....	6-179
Tabla 6-67	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-03 en el Transecto de Observación.....	6-180
Tabla 6-68	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-02.....	6-182
Tabla 6-69	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-02 con Redes de Neblina.....	6-184

Tabla 6-70	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-02 en el Transecto de Observación.....	6-184
Tabla 6-71	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-01	6-186
Tabla 6-72	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-01 con Redes de Neblina.....	6-188
Tabla 6-73	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-01 en el Transecto de Observación	6-189
Tabla 6-74	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-04.....	6-191
Tabla 6-75	Estado de Conservación de las Especies Registradas en el Área de Muestreo	6-196
Tabla 6-76	Mastofauna Registrada en el Área Muestreada de Loma Larga	6-202
Tabla 6-77	Abundancias de Especies de Mastofauna dentro del Proyecto Loma Larga	6-204
Tabla 6-78	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Loma Larga	6-205
Tabla 6-79	Mastofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga.....	6-206
Tabla 6-80	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PCM-02 del Proyecto Minero Loma Larga	6-207
Tabla 6-81	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-06 del Proyecto Minero Loma Larga	6-207
Tabla 6-82	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-01 del Proyecto Minero Loma Larga	6-208
Tabla 6-83	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-05 del Proyecto Minero Loma Larga	6-208
Tabla 6-84	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PCM-01 del Proyecto Minero Loma Larga	6-208
Tabla 6-85	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM– 02 del Proyecto Minero Loma Larga	6-209
Tabla 6-86	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-03 del Proyecto Minero Loma Larga	6-209
Tabla 6-87	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-04 del Proyecto Minero Loma Larga	6-210
Tabla 6-88	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PCM-02	6-211
Tabla 6-89	Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto de Muestreo PCM-02	6-211
Tabla 6-90	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto de Muestreo PCM-02	6-212
Tabla 6-91	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-06.....	6-212
Tabla 6-92	Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto de Muestreo PMM-06.....	6-212
Tabla 6-93	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto de Muestreo PMM-06.....	6-213
Tabla 6-94	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-01.....	6-213
Tabla 6-95	Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PMM-01.....	6-213
Tabla 6-96	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PMM-01	6-214

Tabla 6-97	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-05.....	6-214
Tabla 6-98	Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PMM-05.....	6-214
Tabla 6-99	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PMM-05	6-215
Tabla 6-100	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PCM-01	6-215
Tabla 6-101	Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PCM-01	6-215
Tabla 6-102	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PCM-01.....	6-216
Tabla 6-103	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-02.....	6-216
Tabla 6-104	Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PMM-02.....	6-217
Tabla 6-105	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PMM-02	6-217
Tabla 6-106	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-03.....	6-217
Tabla 6-107	Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PMM-03.....	6-218
Tabla 6-108	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PMM-03	6-218
Tabla 6-109	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-04.....	6-218
Tabla 6-110	Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PMM-04.....	6-219
Tabla 6-111	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PMM-04	6-219
Tabla 6-112	Estado de Conservación Local y Regional de las Especies de Mamíferos Registradas del Proyecto Minero Loma Larga	6-222
Tabla 6-113	Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Área del Proyecto Loma Larga.....	6-223
Tabla 6-114	Comparación de la Riqueza de Especies en los Diferentes Monitoreos en el Proyecto Loma Larga.....	6-224
Tabla 6-115	Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en los Puntos Cualitativos	6-230
Tabla 6-116	Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PCOH-01	6-232
Tabla 6-117	Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-01.....	6-233
Tabla 6-118	Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-02.....	6-234
Tabla 6-119	Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-03.....	6-235
Tabla 6-120	Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-04.....	6-236
Tabla 6-121	Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-05.....	6-237
Tabla 6-122	Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-06.....	6-238
Tabla 6-123	Abundancia Absoluta y Criterios de Abundancia de Individuos Registrados en los Puntos Cuantitativos	6-240
Tabla 6-124	Abundancia Relativa de Individuos Registrados en los Puntos Cuantitativos.....	6-241
Tabla 6-125	Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en los Puntos de Monitoreo.....	6-243
Tabla 6-126	Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PCH-01	6-245
Tabla 6-127	Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PCH-01	6-246
Tabla 6-128	Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PCH-02	6-246
Tabla 6-129	Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PCH-02	6-247
Tabla 6-130	Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-01.....	6-248
Tabla 6-131	Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-01	6-249

Tabla 6-132	Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-02.....	6-250
Tabla 6-133	Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-02	6-251
Tabla 6-134	Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-03.....	6-252
Tabla 6-135	Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-03	6-253
Tabla 6-136	Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-04.....	6-254
Tabla 6-137	Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-04	6-255
Tabla 6-138	Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-05.....	6-256
Tabla 6-139	Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-05	6-257
Tabla 6-140	Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-06.....	6-258
Tabla 6-141	Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-06	6-259
Tabla 6-142	Gremio Trófico de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo.....	6-260
Tabla 6-143	Hábito de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo	6-261
Tabla 6-144	Distribución Vertical de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo	6-262
Tabla 6-145	Patrón Reproductivo de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo	6-263
Tabla 6-146	Estado de Conservación de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo	6-264
Tabla 6-147	Sensibilidad de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo	6-264
Tabla 6-148	Especies Registradas Históricamente de Herpetofauna en la Concesión Minera Loma Larga.....	6-267
Tabla 6-149	Riqueza de Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo Cualitativos	6-275
Tabla 6-150	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-02-TP.....	6-281
Tabla 6-151	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-02-TP.....	6-281
Tabla 6-152	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PCE-01-TP.....	6-288
Tabla 6-153	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PCE-01-TP.....	6-288
Tabla 6-154	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-03-TP.....	6-301
Tabla 6-155	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-03-TP.....	6-301
Tabla 6-156	Estado de Conservación de las Especies de Entomofauna Registradas.....	6-312
Tabla 6-157	Abundancia Total de Ictiofauna.....	6-315
Tabla 6-158	Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en los Cuerpos Hídricos Muestreados	6-319
Tabla 6-159	Abundancia Relativa de las Morfoespecies de Macroinvertebrados Registrados en los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-325
Tabla 6-160	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados Acuáticos presentes en los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área del Proyecto Loma Larga.	6-327

Tabla 6-161	Índice de Diversidad de Simpson para los Macroinvertebrados Acuáticos presentes en los Ocho Puntos de Muestreo.....	6-328
Tabla 6-162	Matriz de Similitud de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Proyecto	6-329
Tabla 6-163	Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados Acuáticos	6-329
Tabla 6-164	Valores de ABI para los Cuerpos de Agua Muestreados	6-330
Tabla 6-165	Valores de EPT para los Cuerpos de Agua Muestreados	6-330
Tabla 6-166	Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B4	6-331
Tabla 6-167	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (B4).....	6-332
Tabla 6-168	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col B4.....	6-333
Tabla 6-169	Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (B4)	6-333
Tabla 6-170	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del punto B4	6-333
Tabla 6-171	Estado de Salud Ecológica del Punto B4	6-333
Tabla 6-172	Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (B4)	6-334
Tabla 6-173	Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B5	6-335
Tabla 6-174	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (B5).....	6-336
Tabla 6-175	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col B5.....	6-336
Tabla 6-176	Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (B5)	6-336
Tabla 6-177	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del punto B5	6-337
Tabla 6-178	Estado de Salud Ecológica del Punto B5	6-337
Tabla 6-179	Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (B5)	6-337
Tabla 6-180	Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B6	6-338
Tabla 6-181	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (B6).....	6-339
Tabla 6-182	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col B6.....	6-340
Tabla 6-183	Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (B6)	6-340
Tabla 6-184	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del punto B6	6-340
Tabla 6-185	Estado de Salud Ecológica del Punto B6	6-341
Tabla 6-186	Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (B6)	6-341
Tabla 6-187	Especies de Macroinvertebrados Registrados en el punto MARF	6-342
Tabla 6-188	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (MARF).....	6-344
Tabla 6-189	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col MARF	6-344
Tabla 6-190	Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (MARF)	6-345
Tabla 6-191	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del punto MARF.....	6-345

Tabla 6-192	Estado de Salud Ecológica del Punto MARF	6-346
Tabla 6-193	Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (MARF)	6-346
Tabla 6-194	Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MA5	6-347
Tabla 6-195	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (MA5)	6-349
Tabla 6-196	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col MA5.....	6-349
Tabla 6-197	Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (MA5)	6-350
Tabla 6-198	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del Punto MA5	6-350
Tabla 6-199	Estado de Salud Ecológica del Punto MA5	6-351
Tabla 6-200	Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (MA5)	6-351
Tabla 6-201	Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MAQR	6-352
Tabla 6-202	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (MAQR)	6-353
Tabla 6-203	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col MAQR	6-353
Tabla 6-204	Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (MAQR)	6-354
Tabla 6-205	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del punto MAQR	6-354
Tabla 6-206	Estado de Salud Ecológica del Punto MAQR	6-355
Tabla 6-207	Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (MAQR)	6-355
Tabla 6-208	Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MARC	6-356
Tabla 6-209	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (MARC)	6-357
Tabla 6-210	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col MARC	6-357
Tabla 6-211	Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (MARC)	6-358
Tabla 6-212	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del Punto MARC	6-358
Tabla 6-213	Estado de Salud Ecológica del Punto MARC	6-359
Tabla 6-214	Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (MARC)	6-359
Tabla 6-215	Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MAQAN.....	6-360
Tabla 6-216	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (MAQAN)....	6-361
Tabla 6-217	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col MAQAN	6-362
Tabla 6-218	Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (MAQAN)	6-362
Tabla 6-219	Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del Punto MAQAN	6-363
Tabla 6-220	Estado de Salud Ecológica del Punto MAQAN	6-363
Tabla 6-221	Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (MAQAN).....	6-364
Tabla 6-222	Relación Trófica de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en los Puntos de Muestreo del Proyecto	6-366

Tabla 6-223	Niveles de Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Proyecto.....	6-368
Tabla 6-224	Sensibilidad de los Ecosistemas Acuáticos Valorados dentro del Área de Monitoreo	6-370

Figuras

Figura 6-1	Especies Identificadas Durante el Levantamiento de Información A) <i>Chuquiraga jussieui</i> B) <i>Disterigma empetrifolium</i>	6-7
Figura 6-2	Levantamiento de Información del Componente Flora Proyecto Minero Loma Larga	6-11
Figura 6-3	Levantamiento de Información del Componente Avifauna Proyecto Minero Loma Larga	6-23
Figura 6-4	Levantamiento de Información del Componente Mastofauna del Proyecto Loma Larga	6-42
Figura 6-5	Levantamiento de Información del Componente Herpetofauna Proyecto Minero Loma Larga	6-55
Figura 6-6	Levantamiento de Información del Componente Entomofauna Proyecto Minero Loma Larga	6-68
Figura -6-7	Levantamiento de Información del Componente Ictiofauna Proyecto Minero Loma Larga	6-84
Figura -6-8	Levantamiento de Información del Componente de Macroinvertebrados Acuáticos, Proyecto Minero Loma Larga	6-91
Figura 6-9	Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Proyecto Loma Larga	6-101
Figura 6-10	Riqueza de Especies de Flora Registradas en los Transectos Cualitativos y las Parcelas Cuantitativas dentro del Proyecto Loma Larga.	6-101
Figura 6-11	Riqueza de las Familias Florísticas más Representativas en Términos de Diversidad en el Proyecto Loma Larga.....	6-102
Figura 6-12	Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2.....	6-103
Figura 6-6-13	Comparación de la Riqueza Taxonómica de los Transectos en el Proyecto Loma Larga	6-108
Figura 6-14	Riqueza de las Familias Florísticas más Representativas en Términos de Diversidad*.....	6-109
Figura 6-15	Análisis Clúster de Jaccard para los Transectos Cualitativos dentro de Loma Larga	6-110
Figura 6-16	Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Proyecto Loma Larga en Base a la Metodología Cuantitativa	6-111
Figura 6-17	Diversidad de las Familias más Representativas en el Área Geográfica.....	6-115
Figura 6-18	Porcentaje de Cobertura de las Familias Florísticas más Representativas en el Área Geográfica	6-115
Figura 6-19	Porcentaje de Cobertura de las Especies más Representativas en el Área Geográfica.....	6-116
Figura 6-20	Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2 en el Proyecto Loma Larga	6-117

Figura 6-21	Curva de Abundancia-Diversidad de Especies de Flora para el Proyecto Loma Larga	6-119
Figura 6-22	Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-01.....	6-125
Figura 6-23	Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-02.....	6-126
Figura 6-24	Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-03.....	6-126
Figura 6-25	Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-04.....	6-127
Figura 6-26	Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-05.....	6-127
Figura 6-27	Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-06.....	6-128
Figura 6-28	Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PCF-01	6-128
Figura 6-29	Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PCF-02	6-129
Figura 6-30	Comparación del Índice de Diversidad de Shannon con sus Respetivos Intervalos de Confianza para las Parcelas en el Proyecto Loma Larga.....	6-130
Figura 6-31	Análisis Clúster de Bray Curtis para las Parcelas Cuantitativas dentro del Proyecto Loma Larga.....	6-131
Figura 6-32	Riqueza de Aves Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos	6-140
Figura 6-33	Riqueza de Aves a Nivel de Familias Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos	6-141
Figura 6-34	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas.....	6-141
Figura 6-35	Riqueza de Especies de Aves Registradas Mediante Metodologías Cualitativas	6-142
Figura 6-36	Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos.....	6-142
Figura 6-37	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cualitativas.....	6-143
Figura 6-38	Gráfica de Similitud entre los Puntos Cualitativos de Avifauna	6-148
Figura 6-39	Riqueza de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas	6-149
Figura 6-40	Riqueza de Familias de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas	6-149
Figura 6-41	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas	6-151
Figura 6-42	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas	6-153
Figura 6-43	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-02	6-155
Figura 6-44	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-02	6-156
Figura 6-45	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-02 con Redes de Neblina	6-157
Figura 6-46	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-02 con Redes de Neblina	6-158
Figura 6-47	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-02 en el Transecto de Observación.....	6-159
Figura 6-48	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-02 en el Transecto de Observación.....	6-160
Figura 6-49	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-06.....	6-162

Figura 6-50	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-06.....	6-162
Figura 6-51	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-06 con Redes de Neblina	6-163
Figura 6-52	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-06 con Redes de Neblina	6-164
Figura 6-53	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-06 en el Transecto de Observación	6-166
Figura 6-54	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-06 en el Transecto de Observación	6-166
Figura 6-55	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-01.....	6-168
Figura 6-56	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-01.....	6-168
Figura 6-57	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-01 en el Transecto de Observación	6-170
Figura 6-58	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-01 en el Transecto de Observación	6-170
Figura 6-59	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-05.....	6-172
Figura 6-60	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-05.....	6-172
Figura 6-61	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-05 con Redes de Neblina	6-174
Figura 6-62	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-05 con Redes de Neblina	6-174
Figura 6-63	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-05 en el Transecto de Observación	6-176
Figura 6-64	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-05 en el Transecto de Observación	6-176
Figura 6-65	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-03.....	6-178
Figura 6-66	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-03.....	6-178
Figura 6-67	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-03 con Redes de Neblina	6-179
Figura 6-68	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-03 con Redes de Neblina	6-180
Figura 6-69	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-03 en el Transecto de Observación	6-181
Figura 6-70	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-03 en el Transecto de Observación	6-182
Figura 6-71	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-02.....	6-183
Figura 6-72	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-02.....	6-183
Figura 6-73	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-02 en el Transecto de Observación	6-185
Figura 6-74	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-02 en el Transecto de Observación	6-185
Figura 6-75	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-01	6-187

Figura 6-76	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-01	6-187
Figura 6-77	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-01 con Redes de Neblina	6-188
Figura 6-78	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-01 con Redes de Neblina	6-189
Figura 6-79	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-01 en el Transecto de Observación	6-190
Figura 6-80	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-01 en el Transecto de Observación	6-191
Figura 6-81	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-04.....	6-192
Figura 6-82	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-04.....	6-192
Figura 6-83	Clúster de Similitud entre los Puntos Cuantitativo de Avifauna.....	6-193
Figura 6-84	Porcentaje de Especies en cada Nicho Trófico Registrado.	6-194
Figura 6-85	Porcentaje de Especies en cada Distribución General de Especies	6-194
Figura 6-86	Porcentaje de Especies según su Hábito	6-195
Figura 6-87	Porcentaje de Especies Según su Sociabilidad	6-195
Figura 6-88	Porcentaje de Especies Dominantes y Raras	6-196
Figura 6-89	Porcentaje de Sensibilidad de las Especies de Aves Registradas en el Área de Muestreo	6-200
Figura 6-90	Avifauna Registrada en las Campañas de Muestreo	6-201
Figura 6-91	Diversidad Taxonómica de la Mastofauna dentro del Proyecto Loma Larga.	6-203
Figura 6-92	Curva de Rango/Dominancia de las Especies de Mastofauna Loma Larga	6-204
Figura 6-93	Curva de Acumulación de Especies de Mastofauna del Proyecto Loma Larga.....	6-205
Figura 6-94	Curva de Acumulación e Índice Chao 2 para los Puntos de Muestreo Cualitativos en el Área del Proyecto Minero Loma Larga	6-206
Figura 6-95	Clúster del Índice de Bray Curtis para los Puntos de Muestreo del Proyecto Minero Loma Larga.....	6-210
Figura 6-96	Gremio Trófico de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Loma Larga.....	6-220
Figura 6-97	Hábito de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Loma Larga	6-220
Figura 6-98	Locomoción de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Loma Larga	6-221
Figura 6-99	Sociabilidad de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Loma Larga	6-221
Figura 6-100	Número de Especies por Categoría de Amenaza Evaluadas Local y Regionalmente en el Proyecto Loma Larga	6-223
Figura 6-101	Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Área del Proyecto Minero Loma Larga	6-224
Figura 6-102	Diversidad General de Herpetofauna en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga	6-228
Figura 6-103	Número de Especies por Familia de Herpetofauna Registradas en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga.....	6-228
Figura 6-104	Curva de Acumulación de Especies en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga	6-229

Figura 6-105	Diversidad de Herpetofauna en los Puntos Cualitativos.....	6-230
Figura 6-106	Riqueza por Familia de Herpetofauna en los Puntos Cualitativos	6-230
Figura 6-107	Curva de Acumulación de Especies y Estimador Chao 2 en los Puntos Cualitativos.....	6-231
Figura 6-108	Diversidad de Herpetofauna en PCOH-01	6-232
Figura 6-109	Diversidad de Herpetofauna en PMOH-01	6-233
Figura 6-110	Diversidad de Herpetofauna en PMOH-02	6-234
Figura 6-111	Diversidad de Herpetofauna en PMOH-03	6-235
Figura 6-112	Diversidad de Herpetofauna en PMOH-04	6-236
Figura 6-113	Diversidad de Herpetofauna en PMOH-05	6-237
Figura 6-114	Diversidad de Herpetofauna en PMOH-06	6-238
Figura 6-115	Índice de Jaccard para los Puntos de Monitoreo de Herpetofauna.....	6-239
Figura 6-116	Diversidad de Herpetofauna en los Puntos Cuantitativos	6-240
Figura 6-117	Riqueza por Familias de Herpetofauna en los Puntos Cuantitativos	6-240
Figura 6-118	Curva de Dominancia-Diversidad de las Especies Registradas en los Puntos Cuantitativos	6-242
Figura 6-119	Curva de Acumulación de Especies y Estimador Chao 1 en los Puntos Cuantitativos	6-242
Figura 6-120	Índice de Bray-Curtis en los Puntos Cuantitativos de Herpetofauna.....	6-244
Figura 6-121	Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PCH-01	6-245
Figura 6-122	Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PCH-01	6-245
Figura 6-123	Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PCH-02	6-246
Figura 6-124	Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PCH-02	6-247
Figura 6-125	Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-01	6-248
Figura 6-126	Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-01	6-249
Figura 6-127	Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-02	6-250
Figura 6-128	Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-02	6-251
Figura 6-129	Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-03	6-252
Figura 6-130	Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-03	6-253
Figura 6-131	Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-04	6-254
Figura 6-132	Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-04	6-255
Figura 6-133	Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-05	6-256
Figura 6-134	Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-05	6-257
Figura 6-135	Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-06	6-258
Figura 6-136	Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-06	6-259
Figura 6-137	Gremio Trófico para la Herpetofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga.....	6-260
Figura 6-138	Hábito para la Herpetofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga	6-261

Figura 6-139	Estratos Utilizados por la Herpetofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga.....	6-262
Figura 6-140	Patrones Reproductivos de la Herpetofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga.....	6-263
Figura 6-141	Sensibilidad de la Herpetofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga	6-265
Figura 6-142	Riqueza Comparativa de Herpetofauna de la Concesión Minera Loma Larga	6-266
Figura 6-143	Abundancia Comparativa de Herpetofauna de la Concesión Minera Loma Larga	6-269
Figura 6-144	Datos de Riqueza de Especies de Escarabajos Peloteros en los Puntos de Muestreo	6-270
Figura 6-145	Datos de Riqueza de Especies de Mariposas Diurnas en los Puntos de Muestreo ...	6-271
Figura 6-146	Datos de Riqueza de Entomofauna con Metodología de Platos en los Puntos de Muestreo	6-271
Figura 6-147	Datos de Riqueza de la Entomofauna Nocturna en los Puntos de Muestreo	6-272
Figura 6-148	Datos de Riqueza de Especies en los Puntos de Muestreo.....	6-272
Figura 6-149	Riqueza de Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo Cuantitativos	6-273
Figura 6-150	Curva de Acumulación de las Especies Registradas en los Puntos de Muestreo	6-277
Figura 6-151	Análisis Clúster de Jaccard para los Puntos POE-01, POE-02, POE-03, POE-04, POE-05, POE-06, PCOE-01 y PCOE-02.....	6-278
Figura 6-152	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-02-TP	6-279
Figura 6-153	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-02-TP	6-279
Figura 6-154	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-02-TP	6-280
Figura 6-155	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-02-TP	6-280
Figura 6-156	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PCE-02-TP.....	6-282
Figura 6-157	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PCE-02-TP.....	6-282
Figura 6-158	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-TP	6-283
Figura 6-159	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-TP.....	6-283
Figura 6-160	Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-VSR	6-284
Figura 6-161	Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-VSR.....	6-284
Figura 6-162	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-VSR....	6-285
Figura 6-163	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-VSR.....	6-285
Figura 6-164	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PCE-01-TP.....	6-286
Figura 6-165	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PCE-01-TP.....	6-287
Figura 6-166	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PCE-01-TP	6-287
Figura 6-167	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PCE-01-TP.....	6-288
Figura 6-168	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-06-TP	6-289
Figura 6-169	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-06-TP	6-290
Figura 6-170	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-TP	6-290
Figura 6-171	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-TP	6-291

Figura 6-172	Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-VSR.....	6-291
Figura 6-173	Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-VSR	6-292
Figura 6-174	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-VSR ...	6-292
Figura 6-175	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-VSR	6-293
Figura 6-176	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-04-TP	6-294
Figura 6-177	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-04-TP	6-294
Figura 6-178	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-04-TP	6-295
Figura 6-179	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-04-TP	6-295
Figura 6-180	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-01-TP	6-296
Figura 6-181	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-01-TP	6-297
Figura 6-182	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-01-TP	6-297
Figura 6-183	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-01-TP	6-298
Figura 6-184	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-03-TP	6-299
Figura 6-185	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-03-TP	6-299
Figura 6-186	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-TP	6-300
Figura 6-187	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-TP	6-300
Figura 6-188	Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-VSR.....	6-302
Figura 6-189	Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-VSR	6-302
Figura 6-190	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-VSR ...	6-303
Figura 6-191	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-VSR	6-303
Figura 6-192	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-05-TP	6-304
Figura 6-193	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-05-TP	6-304
Figura 6-194	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-TP	6-305
Figura 6-195	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-TP	6-305
Figura 6-196	Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-VSR.....	6-306
Figura 6-197	Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-VSR	6-306
Figura 6-198	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-VSR ...	6-307
Figura 6-199	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-VSR	6-307
Figura 6-200	Riqueza de Familias de Insectos Registrada en los Puntos de Muestreo	6-308
Figura 6-201	Abundancia Total de la Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo	6-309
Figura 6-202	Riqueza de Familias de Insectos Registrada en los Puntos de Muestreo	6-309
Figura 6-203	Abundancia Total de la Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo	6-310
Figura 6-204	Gremios Tróficos Registrados para el Componente de Entomofauna	6-311
Figura 6-205	Hábito de las Especies de Entomofauna Registradas.....	6-311
Figura 6-206	Comparación de Riqueza de Entomofauna con Estudios Previos	6-314
Figura 6-207	Levantamiento de Información histórica del Componente Fauna Acuática Proyecto Minero Loma Larga.....	6-316

Figura 6-208	Riqueza General de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Proyecto Loma Larga	6-318
Figura 6-209	Número de Géneros de Macroinvertebrados por Órdenes Registrados en los Ecosistemas Acuáticos Presentes en el Área de Influencia del Proyecto.....	6-318
Figura 6-210	Número de Géneros de Macroinvertebrados Registrados por Familias en los Ecosistemas Acuáticos Presentes en el Área de Influencia del Proyecto.....	6-319
Figura 6-211	Riqueza y Abundancia de Macroinvertebrados Registrados en los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-321
Figura 6-212	Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-323
Figura 6-213	Curva de Acumulación de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-327
Figura 6-214	Clúster del Índice de Similitud de Jaccard por los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-328
Figura 6-215	Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B4	6-331
Figura 6-216	Curva de dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (B4) dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-332
Figura 6-217	Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B5.....	6-335
Figura 6-218	Curva de dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (B5) dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-336
Figura 6-219	Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B6	6-338
Figura 6-220	Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (B6) dentro del Área de Influencia del Proyecto.....	6-339
Figura 6-221	Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MARF	6-342
Figura 6-222	Curva de dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (MARF) dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-343
Figura 6-223	Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MA5	6-347
Figura 6-224	Curva de dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (MA5) dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-348
Figura 6-225	Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MAQR	6-352
Figura 6-226	Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (MAQR) dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-353
Figura 6-227	Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MARC.....	6-356
Figura 6-228	Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (MARC) dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-357
Figura 6-229	Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MAQAN	6-360
Figura 6-230	Curva de dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (MAQAN) dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-361
Figura 6-231	Categorías de Gremios Tróficos en los Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto	6-365
Figura 6-232	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados por Monitoreo desde el 2018-2021 dentro del Área de Influencia del Proyecto Loma Larga	6-371

6 Diagnóstico Ambiental-Línea Base

6.2 Medio Biótico

6.2.1 Introducción

Ecuador es uno de los 17 países megadiversos del mundo, con una riqueza florística registrada de 18 198 especies de plantas vasculares, de las cuales el 25 % son endémicas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016). Esta diversidad florística se distribuye en 91 ecosistemas vegetales en las tres regiones continentales, así como en la región insular del Ecuador.

Los páramos son ecosistemas de alta montaña que se localizan en el Neotrópico (Isch, 2012). En Ecuador representan el 5 % del territorio. La importancia biológica de esta área destaca por sus altos niveles de endemismo; sin embargo, figuran como uno de los ecosistemas por estudiar a través de la región (Mena-Vasconez, Medina, & Hofstede, 2001). El páramo se desarrolla desde los 3500 msnm y se extiende hasta los 4000-4400 msnm (Mena-Vásconez y otros, 2011). La composición y riqueza florística de los páramos neotropicales que se ha reportado está alrededor de 125 familias, 500 géneros y más de 3400 especies de plantas vasculares (Luteyn, 1999). Para varias localidades de páramos del Ecuador, la diversidad botánica sigue en estudio (Mena-Vásconez y otros, 2011); sin embargo, algunos estudios estiman alrededor de 1500 especies (León-Yáñez S., 2000).

Para el componente de avifauna, se estima que habitan alrededor de 1600 especies de aves continentales (Ridgely R. S., Greenfield, Coppmans, Kalil & Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 2006). Por otra parte, la avifauna del piso altoandino comprende aproximadamente 140 especies, que corresponden a un 8,77 % del total de especies registradas en el Ecuador continental (Albuja L. y otros, 2012). Los Andes ecuatorianos son un centro importante para la diversidad de aves, dado que albergan una alta concentración de especies endémicas y amenazadas (Statterdfeld, Crosby, Long & Wege, 1998; BirdLife International, 2004).

El grupo de los mamíferos constituye un grupo superior del reino animal, que incluye a 5426 especies a nivel mundial (Tirira D., 2007). La mastofauna en el piso altoandino está representada por alrededor de 70 especies, que representan aproximadamente el 16 % de la riqueza total reportada para el Ecuador (Brito, Camacho, Romero & Vallejo, 2019). Las áreas en donde se levantó la información acerca de la presencia de mamíferos son características de los páramos ecuatorianos, es decir dominadas por pajonales, rosetales, arbustales, humedales y pequeños bosquetes (Mena & Hofstede, 2006) dando lugar a especies de mamíferos característicos de los Andes.

En el grupo de herpetofauna existe un registro de 633 especies de anfibios (Páez & Ron, 2019) y 483 reptiles (Torres-Carvajal, Pazmiño-Otamendi & Salazar-Valenzuela, 2019). En lo que corresponde a la región del páramo, los anfibios están representados por 53 especies, mientras que los reptiles están representados por 15 especies (Páez & Ron, 2019, Torres-Carvajal, Pazmiño-Otamendi & Salazar-Valenzuela, 2020). Los anfibios y reptiles presentan una alta fidelidad por hábitats específicos, ya que son organismos muy sensibles a los cambios de las variables ambientales (Green, 2003). En general, buscan aprovechar microhábitats determinados por sus requerimientos tróficos y ecofisiológicos (Green, 2003).

En el grupo de entomofauna, entre los insectos de importancia, se registran: Proturos, Dipluros, Colembolos, Blataridos, Isópteros, Coleopteros, Himenópteros, Hemipteros y Orthopteros (Parisi, 1979). Estos grupos tienen una importancia pedológica en varias etapas de sus ciclos vitales, siendo relevantes algunas en estados larvarios y otros en estados adultos (Parisi, 1979). La diversidad y abundancia de la fauna de artrópodos del suelo pueden reaccionar como un conjunto frente a diversos factores del ecosistema, tales como la temperatura, la humedad o la materia orgánica (Eisenbeis, 1987). La alta diversidad de ecosistemas en el Ecuador se ha traducido en altos niveles de biodiversidad —la cual es

influenciada por la cordillera de los Andes—, sus diferentes estratos geológicos y rangos altitudinales, que han provocado diversos procesos evolutivos (León, 2011).

Los ecosistemas acuáticos mantienen una dinámica más extensa que resulta en mayor diversidad incluso que los terrestres, por lo que los impactos asociados a las actividades humanas podrían influir negativamente en mayor medida en ecosistemas acuáticos volviéndolos más sensibles (Bartram & Ballance, 1996). Por ejemplo, las características funcionales de los organismos acuáticos indican cambios en los ecosistemas (Encalada, 2011) que reflejan variaciones en su morfología, lo que determina a los organismos acuáticos como importantes indicadores para valorar la calidad del estado ecológico de los cuerpos de agua (Terneus-Jácome & Yáñez, 2018).

Los ecosistemas acuáticos proveen servicios ambientales, que incluyen la disponibilidad de agua (cantidad y calidad) a comunidades y asentamientos humanos; es importante también estudiar el estado ecológico de los cuerpos de agua para asegurar la permanencia de los servicios ambientales (Encalada, 2011). Actualmente, los sistemas fluviales han sido expuestos a altos niveles de explotación y alteraciones del hábitat, provocando una pérdida de la diversidad presente en cada uno de ellos (González L., 2004). Por lo tanto, resulta en un elevado interés monitorear las fuentes de agua y llevar registros temporales de sus cambios, dando paso a criterios físicos, químicos y biológicos que permitan estimar el efecto y magnitud de las actividades humanas (Cisneros & Espinosa, 2001).

6.2.1.1 *Objetivo General*

- > Realizar la caracterización biótica de las áreas que serán intervenidas en el proyecto minero Loma Larga en función de la información levantada en campo mediante muestreos *in situ* sobre los componentes de flora; fauna terrestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna y entomofauna; y, fauna acuática: ictiofauna y macroinvertebrados, así como también la información secundaria histórica disponible del Proyecto.

6.2.1.2 *Objetivos Específicos*

- > Disponer de información biótica actual de flora; fauna terrestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna y entomofauna; y, fauna acuática: ictiofauna y macroinvertebrados del proyecto minero Loma Larga.
- > Evaluar el estado de conservación de flora, fauna terrestre y fauna acuática en las áreas de influencia de las infraestructuras del proyecto minero Loma Larga.
- > Identificar el tipo de afectación que la ejecución de las diferentes actividades pueda generar ante los componentes bióticos de flora, fauna terrestre y fauna acuática.
- > Determinar los posibles impactos que se podrían generar con el desarrollo de las actividades del proyecto minero Loma Larga que serán detallados en el capítulo 9. Evaluación de Impactos.
- > Efectuar recomendaciones sobre las medidas más adecuadas para así prevenir y mitigar los impactos negativos que se podrían generar en el componente biótico de flora, fauna terrestre y fauna acuática que serán detalladas en el capítulo 13. Plan de Manejo Ambiental.

6.2.2 Permisos de Investigación

Para el PMLL, mediante Oficio Nro. MAAE-DZ6-2021-3637-O, el 12 de noviembre fue otorgada la Autorización de Investigación Científica No.239-2021-OTCU-DZ6-MAATE, la misma que avala el levantamiento de información en campo realizado entre el 22 de noviembre y 9 de diciembre de 2021. Adicional se cuenta con autorización de movilización de muestras y certificados de depósito de los especímenes colectados.

Se incluye también información de permisos de investigación de los datos históricos utilizados.

- > Mediante oficio Nro. MAE-CGZ6-DPAC-2016-1110, con fecha 11 de julio de 2016 se otorgó la Autorización de Investigación No. 099-16-IC-FLO-FAU-DPAA/MA.
- > Mediante oficio Nro. MAE-CGZ6-DPAC-2018-0628-O, con fecha 16 de abril de 2018, se otorgó la Autorización científica No. 168-2018-DPAA/MA.
- > Mediante oficio Nro. MAE-CGZ6-DPAC-2018-1562-O, con fecha 20 de septiembre de 2018, se otorgó la Autorización científica No. 183-2018-DPAA/MA
- > Mediante oficio Nro. MAE-CGZ6-DPAC-2019-1858-O, con fecha 13 de diciembre de 2019, se otorgó la Autorización científica No. 215-2019-DPAA/MA
- > Mediante oficio Nro. MAAE-CGZ6-DPAC-2020-0857-E, se otorgó la Autorización científica No. 223-2020-DPAA/MA.

6.2.3 Justificación de Selección de Puntos de Muestreo

Para determinar la ubicación de los puntos de muestreo se utilizó como base:

- > Información cartográfica del Instituto Geográfico Militar a escala 1: 50 000.
- > Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental, elaborado por el Ministerio de Ambiente a escala 1: 100 000 (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013) el cual se basa en factores de fisonomía, bioclima, biogeografía, fenología, geoforma y pisos bioclimáticos (gradiente altitudinal).
- > Pisos Zoogeográficos del Ecuador (Albuja L. y otros, 2012).
- > Información comparativa de estudios realizados en la zona por parte de la Universidad del Azuay.

En el análisis para el establecimiento de los puntos a ser muestreados en el área de implantación se identificó lo siguiente:

- > Una unidad ecosistémica, el Herbazal del páramo (HsSn02), localizado sobre los 3400 msnm dominado por gramíneas que pueden alcanzar alturas mayores a 50 cm de altura.
- > Un piso zoogeográfico: el piso altoandino, que incluye las zonas ubicadas sobre los 2800 msnm. Los sectores altos de este piso se denominan páramos. Esta división zoogeográfica por ser general tiene una relativa facilidad de ubicación de las especies por piso, por lo que es de fácil manejo y comprensión.

En el Proyecto Loma Larga el ecosistema presenta dos tipos diferentes de asociaciones vegetales, por lo cual los puntos de muestreo tanto de flora como de fauna terrestre fueron ubicados en los dos hábitats: el páramo de almohadillas asociado muchas veces con humedales y el páramo de herbazal, aunque también existe presencia de vegetación arbustiva.

Adicionalmente, se tomó en cuenta el rango de acción de las especies banderas o indicadoras de los ecosistemas para determinar las áreas de muestreo cualitativo. Las especies indicadoras se encuentran por lo general en la parte más alta de las cadenas alimenticias; de esta manera, si esta especie indicadora posee un estado aceptable de conservación (poblaciones estables), toda la cadena bajo ella tendrá las mismas características (Catalá, 2010).

La ubicación de los puntos de muestreo para el estudio de la biota acuática se realizó considerando los siguientes criterios:

- > Localización de cuerpos de agua principales del área geográfica y los cuerpos de agua que se intersecan con el área de implantación en referencia a las cuencas hidrográficas.
- > La magnitud de los cuerpos de agua.
- > Tipos de vegetación y uso de suelo circundante que produce efectos sobre los sistemas acuáticos.

- > Los tipos de hábitats favorables para su alimentación, refugio y desarrollo, para determinar la adaptabilidad y preferencias de las especies.

Para cada componente de fauna se definió dentro de la metodología aplicada a campo el tipo de muestreo, incluyendo la fuente bibliográfica; dentro de los puntos que se definieron como sitios de muestreo y en base a la metodología se establecieron los transectos tomando en cuenta principalmente las dimensiones del área, la experiencia del investigador y que los transectos pueden situarse al azar o de forma estratificada, considerando adicionalmente que las líneas no estén tan cercanas entre sí para que puedan repetirse observaciones (Anguera T., 2000).

6.2.3.1 Cobertura Vegetal

La flora está dominada por la gramínea *Calamagrostis intermedia* y en menor proporción también existen formaciones arbustivas de baja estatura donde dominan representantes de los géneros *Chuquiragua*, *Pentacalia*, *Valeriana* y *Loricaria* (Baquero y otros, 2004; Minga, Ansaloni, Verdugo & Ulloa-Ulloa, 2016). En adición, según el mapa de cobertura vegetal (Mapa 5.1-5-A Cobertura), en el área aledaña a la vía se puede apreciar una vegetación arbustiva dispersa representada por especies menores cuyo hábito se ha desarrollado de manera aislada, mientras que a lo largo de la vía se puede apreciar pequeños especímenes de *Polylepis*.

Finalmente, se reconoce un área con plantaciones de pino (*Pinus patula*) y un mínimo mosaico agropecuario orientado sobre todo hacia el sur del área del Proyecto.

Tabla 6-1 Porcentaje de Cobertura Vegetal Presente en el Proyecto Minero Loma Larga

No.	Cobertura Nivel I	Cobertura Nivel II	Corresponde al Proyecto	% en el Área Geográfica
1	Bosque	Bosque nativo/manglar		
2		Plantación forestal	X	5,72
3	Vegetación Agropecuaria	Cultivo anual		
4		Cultivo semipermanente		
5		Cultivo permanente		
6		Pastizal		
7		Mosaico agropecuario	X	1,23
8	Vegetación Arbustiva y herbácea	Vegetación herbácea		
9		Vegetación arbustiva	X	1,59
10		Páramo	X	59,30
11	Cuerpos de agua	Natural	X	0,18
12		Artificial		
13	Zona poblada	Área poblada		
14		Infraestructura		
15	Otras tierras	Glaciar		
16		Área sin cobertura vegetal		
17		Vegetación arbustiva dispersa	X	0,06
18		Formación rocosa	X	0,76
19		Humedal y/o almohadilla	X	25,38
20		Área intervenida	X	0,46
21		Bosque nativo	X	5,28

No.	Cobertura Nivel I	Cobertura Nivel II	Corresponde al Proyecto	% en el Área Geográfica
22		Bosque nativo- <i>Polylepis</i>	X	0,04
Total				100,00

Fuente: Entrix, marzo 2019

Elaboración: Entrix, enero 2022

Tabla 6-2 Porcentaje de Cobertura Vegetal Presente en el Área de Implantación del Proyecto Minero Loma Larga

No.	Cobertura Nivel I	Cobertura Nivel II	Corresponde al Proyecto	% en el Área de Implantación
1	Bosque	Bosque nativo/manglar		
2		Plantación forestal	X	1,14
3	Vegetación Agropecuaria	Cultivo anual		
4		Cultivo semipermanente		
5		Cultivo permanente		
6		Pastizal		
7		Mosaico agropecuario	X	0,27
8	Vegetación Arbustiva y herbácea	Vegetación herbácea		
9		Vegetación arbustiva		
10		Páramo	X	60,16
11	Cuerpos de agua	Natural	X	0,06
12		Artificial		
13	Zona poblada	Área poblada		
14		Infraestructura		
15	Otras tierras	Glaciar		
16		Área sin cobertura vegetal		
17		Vegetación arbustiva dispersa	X	0,64
18		Formación rocosa	X	0,66
19		Humedal y/o almohadilla	X	35,73
20		Área intervenida	X	1,30
21		Bosque nativo		
22		Bosque nativo- <i>Polylepis</i>	X	0,06
Total				100,00

Fuente: Entrix, marzo 2019

Elaboración: Entrix, enero 2022

Se debe tener presente que en la implantación del proyecto los tipos de cobertura vegetal identificados fueron: páramo, humedal y/o almohadilla, mosaico agropecuario, vegetación arbustiva dispersa, formación rocosa, área intervenida y cuerpo de agua.

Siendo páramo y humedal y/o almohadilla los tipos de cobertura vegetal presentes mayoritariamente en el área de intervención del proyecto, cabe señalar también que en el área de intervención del proyecto no se

identificaron los tipos de cobertura vegetal correspondientes a bosque nativo, vegetación arbustiva o plantaciones forestales.

Tabla 6-3 Estratos de Bosque en el Proyecto Minero Loma Larga

No.	Estrato	Superficie (ha)	% en las Áreas
1	Herbáceo (páramo y humedal/almohadillas)	2207,53	89,39
2	Arbustivo (vegetación arbustiva y vegetación arbustiva dispersa)	38,47	1,56
3	Arbóreo (bosque nativo y bosque Polylepis)	40,52	1,64

Fuente: Entrix, Interpretación sobre imágenes satelitales SPOT 7 1,5m/pixel, 2019
Elaboración: Entrix, enero 2022

Tabla 6-4 Estratos de Bosque en el Área de Implantación del Proyecto Minero Loma Larga

No.	Estrato	Superficie (ha)	% en las Áreas
1	Herbáceo (páramo y humedal/almohadillas)	178,26	95,88
2	Arbustivo (vegetación arbustiva dispersa)	1,19	0,64
3	Arbóreo (bosque nativo Polylepis)	0,11	0,06

Fuente: Entrix, Interpretación sobre imágenes satelitales SPOT 7 1,5m/pixel, 2019
Elaboración: Entrix, enero 2022

Tabla 6-5 Estratos de Bosque en la Implantación del Proyecto Minero Loma Larga

No.	Estrato	Superficie (ha)	% en las Áreas
1	Herbáceo (páramo y humedal/almohadillas)	77,59	92,68
2	Arbustivo (vegetación arbustiva dispersa)	3,25	3,88
3	Arbóreo (bosque nativo Polylepis)	0,00	0,00

Fuente: Entrix, Interpretación sobre imágenes satelitales SPOT 7 1.5m/pixel, 2019
Elaboración: Entrix, enero 2022

6.2.3.2 Pisos Zoogeográficos

Para un mejor estudio de las regiones naturales, al Ecuador se lo ha clasificado mediante pisos zoogeográficos (Albuja L. y otros, 2012), ya que esto permite tener una visión sistematizada e implicaciones que tienen el clima y la altitud en la distribución biológica de las especies. A esos pisos también se los conoce como regiones ecológicas. El área Geográfica y área de implantación del PMLL se encuentra en el piso zoogeográfico altoandino.

Tabla 6-6 Piso Zoogeográfico Presente en el Área de Geográfica y Área de Implantación del Proyecto Minero Loma Larga

No.	Piso Zoogeográfico	Simbología	Corresponde al Proyecto	Altitud (msnm)
1	Marino	M		
2	Tropical noroccidental	TNO		
3	Tropical suroccidental	TSO		
4	Subtropical occidental	SO		
5	Templado	T		
6	Altoandino	A	X	3000 hasta el límite nival
7	Subtropical oriental	SE		
8	Tropical oriental	TE		

No.	Piso Zoogeográfico	Simbología	Corresponde al Proyecto	Altitud (msnm)
9	Galápagos	G		

Fuente: Albuja, L., et al. 2012. Fauna de Vertebrados del Ecuador: 1-490
Elaboración: Entrix, enero 2022

6.2.3.3 Ecosistemas

En función del Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013), la caracterización florística del área de geográfica del PMLL corresponde al ecosistema: Herbazal del páramo (HsSn02).

6.2.3.3.1 Herbazal del Páramo (HsSn02)

La formación vegetal dominante de los Andes suroccidentales del Ecuador corresponde al ecosistema herbazal de páramo (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013), comúnmente conocido como páramo de pajonal. El Proyecto Loma Larga presenta rangos de elevación que van desde los 3400 hasta los 3900 m. Los detalles para el clima fueron analizados en un amplio rango de años, los cuales se pueden encontrar en la línea base física (sección 5.1.2.2.1. Climatología) donde se indica que las épocas climáticas muestran una estacionalidad de la precipitación poco marcada, lo cual coincide con lo descrito por Célleri para las estaciones de páramo de la cuenca del río Paute (Celleri, 2007). Herbazal denso dominado por gramíneas en penachos mayores a 50 cm de altura. Este ecosistema abarca la mayor extensión de los ecosistemas de montaña en el Ecuador; se extiende a lo largo de los Andes desde el Carchi hasta Loja (Valencia, R., Cerón, C., Palacios, W. Hofstede; Segarra & Mena, 2003; Beltrán y otros, 2009, en Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). Es característico del piso montano alto superior y se localiza generalmente en los valles glaciares, laderas de vertientes disectadas y llanuras subglaciales sobre los 3400 msnm. Está caracterizado por tener suelos andosoles con un profundo horizonte A rico en materia orgánica que puede alcanzar los 60 kg-carbono m² (Buytaert y otros, 2006; Farley y otros, 2010). Debido a esto y a las condiciones climáticas de alta humedad, el suelo contiene una gran cantidad de agua por unidad de volumen (80-90 % por cm³) con una excepcional capacidad de regulación hídrica (Buytaert, Sevink, De Leeuw & Deckers, 2005, en Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Especies diagnósticas: *Agrostis breviculmis*, *Calamagrostis intermedia*, *C. recta*, *Chrysactinium acaule*, *Festuca asplundii*, *Oreomyrrhis andicola*, *Pteridium arachnoideum*, *Puya pygmaea*, *Stipa ichu* y *Viola humboldtii*.



Figura 6-1 Especies Identificadas Durante el Levantamiento de Información A) *Chuquiraga jussieui* B) *Disterigma empetrifolium*

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

6.2.3.4 Caracterización del Paisaje

En la concesión minera Loma Larga se realizó la caracterización de la vegetación, que está dominada por una cobertura de páramo representado por *Calamagrostis intermedia*, *Stipa ichu* y especies de las familias Poaceae, Cyperaceae y Bromeliaceae. Estas especies forman la vegetación herbácea que representa aproximadamente el 50 % del área, seguido por grandes extensiones de almohadillas que recubren los humedales, en este tipo de vegetación predominan especies de los géneros: *Arcytophyllum*, *Azorella*, *Werneria*, *Xenophyllum*, *Plantago*, *Hypochaeris* y *Lachemilla*. Las formaciones vegetales representan el 30 % en el área de geográfica, seguido de plantaciones forestales de la especie *Pinus patula*; asimismo, se evidenciaron pequeños parches boscosos representados por *Polylepis*, *Buddleja*, *Ginoxys* y *Miconia*, ocupando un 10 % de cobertura vegetal.

Finalmente, se observó una cobertura vegetal de bosque nativo altoandino caracterizado por *Weinmannia fagaroides*, el cual ha venido perdiendo cobertura boscosa debido a las presiones antrópicas y cambio de uso de suelo que se ha dado para el pastoreo existiendo una pequeña franja de transición de este bosque nativo a especies arbustivas de páramo que son: *Brachyotum jamesonii*, *Arcytophyllum vernicosum*, *Gynoxys* sp., *Monticalia vaccinioides*, *Chuquiraga jussieui*, *Hypericum laricifolium* y *Miconia* sp.

6.2.4 Metodología

6.2.4.1 Flora

6.2.4.1.1 Introducción

Ecuador es uno de los 17 países megadiversos del mundo, con una riqueza florística registrada de 18 198 especies de plantas vasculares, de las cuales el 25 % son endémicas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016). Esta diversidad florística se distribuye en 91 ecosistemas vegetales en las tres regiones continentales, así como en la región insular del Ecuador.

El páramo es un ecosistema de pajonales, principalmente abierto comprendido en la franja entre el bosque montano y la nieve perpetua (aproximadamente 3000 a 5000 m) (Sklenar et al., 2005). Es uno de los ecosistemas de alta montaña más ricos del mundo (Smith y Cleef, 1988) con una gran diversidad y endemismo, pero desde el punto de vista ecológico es un ambiente frágil. Debido a su gran diversidad biológica y su importancia biogeográfica, evolutiva, ecológica y económica, el páramo es un ecosistema único y las especies que se han adaptado a él no se encuentran en ningún otro lugar (Sklenar et al., 2005).

Las plantas de páramo se han adaptado a las condiciones ecológicas físicas, químicas y climáticas de la alta montaña, las cuales han influenciado en su funcionamiento biológico. Dentro de estas condiciones se puede mencionar a la baja presión del aire y la baja temperatura, la radiación ultravioleta intensa, los cambios rápidos en la insolación, la sequedad fisiológica y el daño físico por granizo y en ocasiones por la nieve también. Como resultado de estas adaptaciones, las plantas han desarrollado varias formas de crecimiento características de los páramos, tales como plantas en rosetas acaulescentes o con tallos que forman almohadillas, pasos en macollas, arbustos micrófilos, arbustos enanos postrados y plantas vagrantes y geofitas (Luteyn, 1999).

Los pajonales de altura en el Neotrópico cubren el 2 % de la superficie de los países andinos de Sudamérica (Neill, 1999). Ocurren en el límite de la línea de bosque entre los 3200-3600 msnm hasta superar los 4000 msnm en el límite superior de vida vegetal, y se calcula que existen cerca de 3400 especies de plantas vasculares (Mena & Medina, 2001). En Ecuador el ecosistema páramo cubre aproximadamente un 5 % del territorio y contiene el 10 % del total de la flora vascular (Mena & Medina, 2001). La importancia biológica de esta área se debe al alto endemismo registrado, alrededor de 628 especies son endémicas, lo cual representa el 15 % de toda la flora endémica del país y el 4 % del total de la flora ecuatoriana (Mena et al., 2011).

La función más importante y fundamental que realizan los páramos está relacionada con la regulación hídrica tanto a escala regional como local (Mosquera et al., 2015; Lazo et al., 2019). En adición, representa un hábitat para varias especies de fauna altoandina (Jiménez-Rivillas et al., 2018). La constante interacción entre los diferentes sistemas de producción y los servicios ecosistémicos influyen en los procesos ecológicos del páramo, de ahí la importancia de caracterizar la situación actual de los páramos para un entorno sostenible (Beltrán et al., 2009).

6.2.4.1.2 Criterios Metodológicos

Fase de Campo

Los puntos cuantitativos y cualitativos se ubicaron dentro del proyecto minero Loma Larga a fin de conseguir una representación de toda el área geográfica.

Muestreo Cuantitativo

Parcela Permanente de 5 x 5 m

El método de parcela es muy efectivo para hábitats abiertos, como pajonales y arbustos en el páramo (Gentry, 1992; Minga et al., 2016). En particular, las hierbas se encuentran agregadas en conjuntos densos a manera de penachos haciendo complejo el conteo de individuos. Por tal motivo, las parcelas facilitan la representación de cada especie vía porcentaje de cobertura dentro de la parcela. Finalmente, las plantas leñosas (como arbustos, matorrales) al estar asociados con especies de hierbas dominantes también pueden ser representadas vía porcentaje de cobertura de la parcela.

Se realizó una medición general de todos los individuos ≥ 10 de DAP dentro de las parcelas permanentes, los cuales se marcaron con placas de aluminio, de ser el caso y existir dentro de las parcelas. Se ubicaron las coordenadas en el sistema WGS 84 mediante el uso de un receptor GPS.

Cada subparcela fue monitoreada, y se realizó un inventario de las plantas vasculares presentes. Las especies observadas fueron categorizadas de acuerdo con el método de Braun-Blanquet; esta técnica combina abundancia con la dominancia, donde los índices inferiores (“+” y “r”) registran abundancia, mientras que índices superiores (1, 2, 3, 4 y 5) tienen en cuenta la cobertura o dominancia (Alcaraz-Ariza, 2013).

Tabla 6-7 Escala de Abundancia-Dominancia de Braun-Blanquet y Porcentaje de Cobertura Florística en el Proyecto Loma Larga

Valor Asignado (índice)	Representación
r	Un solo individuo, cobertura despreciable
+	Un solo individuo, cobertura muy baja
1	cobertura menor al 5 %
2	Cobertura > 5 al 25 %
3	Cobertura > 25 al 50 %
4	Cobertura > 50 al 75 %
5	Cobertura > 75 %

Fuente: Alcaraz, 2013

Elaboración: Entrix, enero 2022

Fase de Gabinete

La identificación de las especies se realizó con las guías de campo de los páramos y evaluaciones botánicas del páramo de la región: Sklenár, Luteyn, Ulloa, Jørgensen & O Dillon, 2005; Ulloa, Álvarez,

Jørgensen & Minga, 2005; Aguilar, Ulloa & Hidalgo, 2009; Minga, Ansaloni, Verdugo & Ulloa-Ulloa, 2016. Además, se consultaron imágenes de los herbarios digitales del Field Museum (<http://fml.fiellmuseum.org>), JSTOR Global Plants (<https://plants.jstor.org>), Trópicos (<http://www.tropicos.org>) y Kew Herbarium (<http://apps.kew.org/herbcat/navigator.do>).

La nomenclatura científica de todas las especies fue revisada en el catálogo de *Plantas Vasculares del Ecuador* (Jørgensen & León-Yáñez, 1999) y en las bases de datos: Tropicos del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/>) y The plant list (<http://theplantlist.org>).

Los nombres comunes y los usos fueron consultados en De la Torre, Navarrete, Muriel, Macias & Balsley, 2008, *Enciclopedia de plantas útiles del Ecuador* e información proporcionada por los asistentes de campo.

El endemismo, estado de conservación y la inclusión en los apéndices CITES de las especies registradas se basó en el *Libro rojo de plantas endémicas del Ecuador* (León-Yáñez, y otros, 2011), la Lista roja de la (UICN, 2015) y la base de datos del convenio (CITES, 2015).

Muestreo Cualitativo

Para la ubicación de los muestreos cualitativos se consideró la cobertura vegetal según la fisonomía y estructura general de la vegetación, y junto con la experticia del técnico mediante observación directa fue posible identificar los cambios de la estructura, composición y nivel de intervención antrópica. La versión adaptada para el Ecuador contiene tres categorías amplias en las cuales se agrupan los ecosistemas en Bosque, Vegetación arbustiva y herbácea y Áreas sin cobertura vegetal o degradadas (MAE, 2013).

Esta metodología basada en los estudios de la Evaluación Ecológica Rápida (EER) diseñada por el Field Museum de Chicago fue desarrollada con la finalidad de obtener datos concretos de un área específica que permitan analizar y manejar información ecológica de una manera eficiente y eficaz en corto tiempo y a bajo costo (Sobrevilla & Bath, 1992; Sayre y otros, 2002). Esta información permite la toma de decisiones respecto a las áreas que sean consideradas como críticas, poco conocidas y que puedan presentar una alta biodiversidad (Sayre y otros, 2002).

Las características del muestreo dependieron de las dimensiones y heterogeneidad del área de observación (Graf & Sayagués, 2000). Considerando lo citado, esta adaptabilidad es válida para evaluar las áreas de interés para el proyecto teniendo así las áreas que serán intervenidas donde se realizarán recorridos por el perímetro del área de interés dependiendo de los cambios de cobertura vegetal, tipos de ecosistemas y niveles de intervención antrópica (cultivos, pastizales y áreas abiertas). Los transectos de observación cualitativa fueron de un kilómetro cada uno.

Sitios de Muestreo

A continuación, se incluyen en la tabla los ocho sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación y la metodología aplicada.

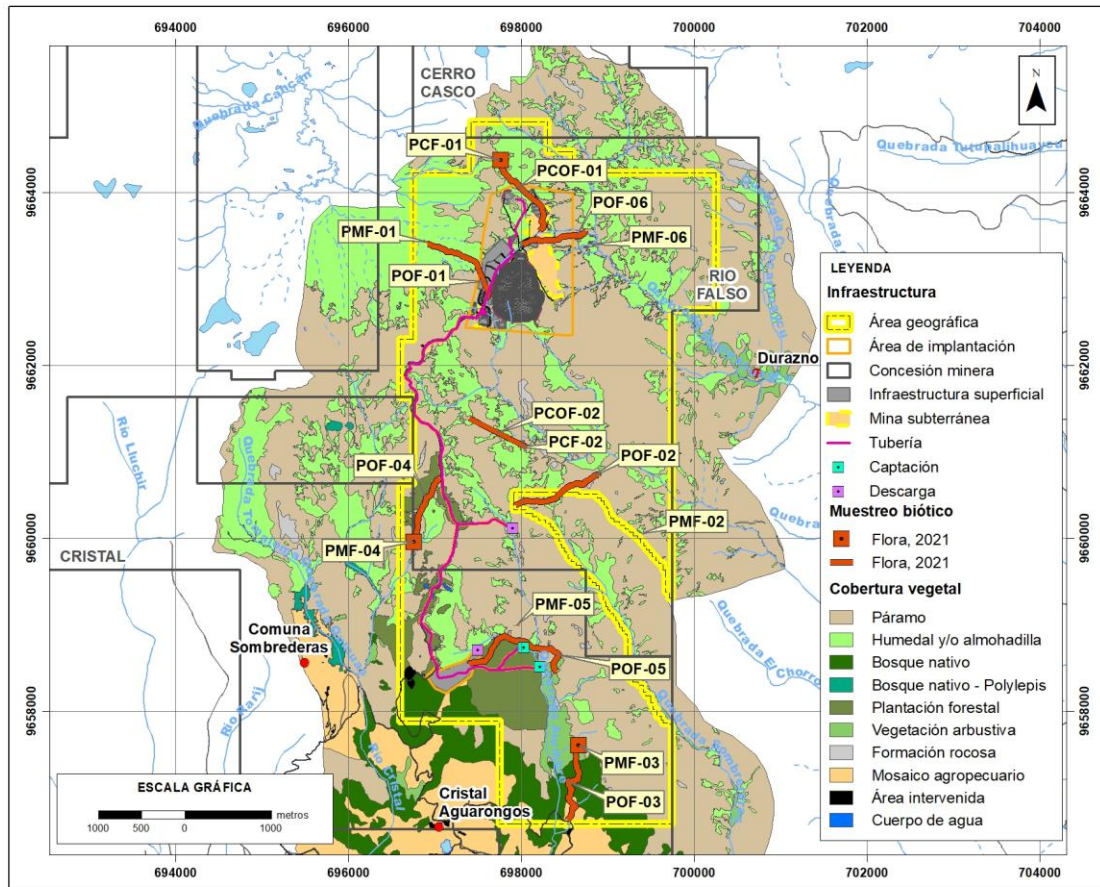


Figura 6-2 Levantamiento de Información del Componente Flora Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, Levantamiento de información en campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, abril 2022

Página en blanco

Tabla 6-8 Puntos de Muestreo Flora

Código	Fecha	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Tipo de Vegetación	Método	Extensión Muestral	Tipo de Muestreo
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PMF-01	03/12/2021	696897	9663419	696901	9663424	3664	Zona húmeda con presencia de almohadillas y rosetas acaulescentes así como arbustos.	Parcela	5 x 5 m	Cuantitativo
PMF-02	23/11/2021	699395	9660056	699393	9660062	3678	Vegetación de pajonal y almohadilla con especies arbustivas dispersas.	Parcela	5 x 5 m	Cuantitativo
PMF-03	06/12/2021	698662	9657602	698662	9657602	3538	Bosque intervenido asociado a un bosque nativo con su respectiva zona de transición.	Parcela	5 x 5 m	Cuantitativo
PMF-04	01/12/2021	696756	9659953	696756	9659954	3776	Plantación de <i>Pinus patula</i> , acompañado de un herbazal y una zona de humedal.	Parcela	5 x 5 m	Cuantitativo
PMF-05	05/12/2021	697943	9658987	697940	9658993	3650	Plantación de <i>Pinus patula</i> , acompañado de un herbazal y un pequeño parche de bosque nativo.	Parcela	5 x 5 m	Cuantitativo
PMF-06	27/11/2021	698804	9663408	698805	9663409	3664	Área cubierta en su mayoría por pajonal y pocos arbustos dispersos.	Parcela	5 x 5 m	Cuantitativo
PCF-01	28/11/2021	697765	9664372	697764	9664372	3820	Bosque de <i>Polylepis</i> acompañado de pajonal y almohadillas.	Parcela	5 x 5 m	Cuantitativo
PCF-02	24/11/2021	697999	9661055	697980	9661059	3705	Bosque de <i>Polylepis</i> asociado a herbazal de gramíneas.	Parcela	5 x 5 m	Cuantitativo
POF-01	02/12/2021	697595	9662783	696904	9663405	3795	Zona húmeda con presencia de almohadillas y rosetas acaulescentes así como arbustos.	Transecto	1000 m	Cualitativo

Estudio de Impacto Ambiental del Área Operativa del Proyecto Minero Loma Larga conformado por las Áreas Mineras Cerro Casco (Código 101580), Río Falso (Código 101577) y Cristal (Código 102195) para las Fases de Explotación y Beneficio de Minerales Metálicos bajo el Régimen de Gran Minería

Código	Fecha	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Tipo de Vegetación	Método	Extensión Muestral	Tipo de Muestreo
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
POF-02	25/11/2021	697934	9660384	698894	9660724	3600	Vegetación de pajonal y almohadilla con especies arbustivas dispersas.	Transecto	1000 m	Cualitativo
POF-03	06/12/2021	698534	9656741	698653	9657605	3540	Bosque Intervenido asociado a un bosque nativo con su respectiva zona de transición	Transecto	1000 m	Cualitativo
POF-04	01/12/2021	697050	9660690	696717	9659867	3726	Plantación de <i>Pinus patula</i> , acompañado de un herbazal y una zona de humedal.	Transecto	1000 m	Cualitativo
POF-05	05/12/2021	697396	9658540	698407	9658468	3614	Plantación de <i>Pinus patula</i> , acompañado de un herbazal y un pequeño parche de bosque nativo.	Transecto	1000 m	Cualitativo
POF-06	27/11/2021	698019	9663389	698732	9663556	3664	Área cubierta en su mayoría por pajonal y pocos arbustos dispersos.	Transecto	1000 m	Cualitativo
PCOF-01	28/11/2021	698220	9663560	697766	9664366	3800	Bosque de <i>Polylepis</i> acompañado de pajonal y almohadillas.	Transecto	1000 m	Cualitativo
PCOF-02	24/11/2021	697398	9661386	698064	966153	3705	Bosque de <i>Polylepis</i> asociado a herbazal de gramíneas.	Transecto	1300 m	Cualitativo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Descripción de los Sitios de Muestreo

PMF-01

Área dominada por zona de humedal con especies como *Plantago rigida*, *Azorella aretioides*, *Paspalum bonplandianum*, *Oreobolus venezuelensis*, *Viola* y *Carex pichinchensis*; la zona de pajonal está claramente marcada por *Calamagrostis intermedia* y *Stipa ichu*. En cuanto al estrato arbustivo se encuentra disperso por toda la zona con dominancia de los géneros *Chuquiraga*, *Hypericum*, *Miconia*, *Vaccinium* y *Puya*.

PMF-02

El área geográfica presentó tres estratos vegetativos bien diferenciados, con una dominancia de pajonal de la especie *Calamagrostis intermedia*, seguido por almohadillas presentes en los humedales representado por los géneros *Plantago* y *Azorella*; asimismo, se encontró un parche boscoso dominado por especies arbóreas, como *Buddleja incana* y *Gynoxys* sp.; en cuanto al estrato arbustivo, se encuentra disperso por toda la zona con dominancia de los géneros *Chuquiraga*, *Hypericum*, *Miconia*, *Vaccinium* y *Puya*. Cabe recalcar que este punto de muestreo es nuevo, propuesto en el 2021.

PMF-03

Este punto de muestreo es nuevo y ha sido propuesto en el 2021, donde presenta tres estratos vegetativos claramente diferenciados. Inicialmente es una zona intervenida donde se ha cambiado el uso de suelo para establecer potreros donde la especie dominante es el pasto azul *Dactylis glomerata*, asociado con *Trifolium repens*. El segundo estrato es bosque nativo representado por *Weinmannia fagaroides*, *Hedyosmum scabrum*, *Sessea* sp., *Fuchsia ayavacensis* y *Cyathea* sp. Finalmente, se evidenció la zona de transición de bosque nativo a páramo arbustivo representado por los géneros *Arcytophyllum*, *Brachyotum*, *Hypericum*, *Chuquiraga* y *Monticalia*.

PMF-04

La zona de estudio está dominada por pajonal (*Calamagrostis intermedia*) y plantación de *Pinus patula*, lo que ha generado presión a las especies arbustivas endémicas del páramo; sin embargo, se observó zonas de humedal representadas por *Azorella*, *Plantago*, *Xenophyllum*, *Lachemilla*, *Viola*, *Geranium*, *Erigyum* y *Werneria*. Las especies arbustivas se distribuyen a lo largo de la zona de estudio, como son: *Lupinus tauris*, *Monticalia empetroides*, *Chuquiraga jussieui* y *Gynoxys* sp. Esta zona de estudio es un punto de muestreo histórico.

PMF-05

La zona inicial del sitio está dominada por una plantación de *Pinus patula*, es una zona donde se diferencia humedal, pajonal y bosque nativo. En una zona de herbazal destaca *Calamagrostis intermedia*, y en las zonas arbustivas dominan *Monticalia*, *Gynoxy*, *Hypericum*, *Lachemilla*, *Pinguicula* y *Senecio*. Además, se pudo observar una zona de bosque nativo presentado por *Monticalia*, *Gentianella*, *Galium* y *Elaphoglossum*.

PMF-06

La zona de estudio está dominada por pajonal (*Calamagrostis intermedia*) y muestra un área de humedal representada por *Azorella*, *Plantago*, *Xenophyllum*, *Lachemilla*, *Geranium*, *Erigyum* y *Werneria*. Las especies arbustivas se distribuyen a lo largo de la zona de estudio y son: *Lupinus tauris*, *Ranunculus praemorsus*, *Senecio chionogeton*, *Vaccinium floribundum*, *Gynoxys* sp. y *Monticalia empetroides*.

PCF-01

En este punto se encontró la presencia de los parches boscosos de las especies *Polylepis incana* y *Polylepis reticulata* en una extensión de 0,5 ha aproximadamente. Además, es significativa la presencia de pajonal (*Calamagrostis intermedia*) en asocio con *Stipa ichu*. Sin embargo, se tiene una extensión de humedal aproximadamente de 2 ha con dominancia de los géneros *Arcytophyllum*, *Plantago*, *Azorella* y *Lachemilla*, y el estrato arbustivo se evidenció a lo largo del recorrido representado por los géneros *Hypericum*, *Lupinus*, *Baccharis* y *Loricaria*.

PCF-02

Presenta una zona boscosa de las especies *Polylepis incana* y *Polylepis reticulata*, asociadas con una zona herbazal de gramíneas dominada por *Calamagrostis intermedia*, *Stipa ichu* y *Aciachne flagellifera*. Además, esta área presenta una zona de humedal de aproximadamente 2 ha donde dominaban especies como: *Azorella pedunculata*, *Eryngium humile*, *Valeriana rigida* y especies de los géneros *Plantago*, *Lachemilla* y *Arcytophyllum*. El estrato arbustivo presenta una diversidad de hierbas en roseta, rastreras y diversas formas dominadas por los géneros *Hypericum*, *Lupinus*, *Baccharis* y *Loricaria*.

Esfuerzo de Muestreo

El levantamiento de información de flora se llevó a cabo entre el 23 de noviembre y el 9 de diciembre de 2021, donde se monitoreó de manera directa los ocho puntos cuantitativos (cada parcela de 5 x 5 m) y los ocho puntos cualitativos (cada transecto de 1000 m).

Tabla 6-9 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Flora

Código	Método	No. de Días	Horas por Día	Superficie Muestreada	Total Horas/Parcela
PMF-01	Parcela	2	8 horas x 2 observadores	5 x 5 m	32
PMF-02	Parcela	2	8 horas x 2 observadores	5 x 5 m	32
PMF-03	Parcela	2	8 horas x 2 observadores	5 x 5 m	32
PMF-04	Parcela	2	8 horas x 2 observadores	5 x 5 m	32
PMF-05	Parcela	2	8 horas x 2 observadores	5 x 5 m	32
PMF-06	Parcela	2	8 horas x 2 observadores	5 x 5 m	32
PCF-01	Parcela	2	8 horas x 2 observadores	5 x 5 m	32
PCF-02	Parcela	2	8 horas x 2 observadores	5 x 5 m	32
POF-01	Transecto	1	8 horas x 1 observador	1000 m	8
POF-02	Transecto	1	8 horas x 1 observador	1000 m	8
POF-03	Transecto	1	8 horas x 1 observador	1000 m	8
POF-04	Transecto	1	8 horas x 1 observador	1000 m	8
POF-05	Transecto	1	8 horas x 1 observador	1000 m	8
POF-06	Transecto	1	8 horas x 1 observador	1000 m	8
PCOF-01	Transecto	1	8 horas x 1 observador	1000 m	8
PCOF-02	Transecto	1	8 horas x 1 observador	1000 m	8

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio

Dentro de los factores que incidieron en los resultados se puede enunciar que la ausencia de estructuras reproductivas en los individuos registrados durante la fase de campo fue un limitante para obtener una

completa identidad taxonómica de varios individuos; esto, debido a que la taxonomía de varios géneros (*Carex*, *Plantago*, *Festuca*, *Lachemilla*, entre otros) está basada en estructuras reproductivas, y en su ausencia estos grupos pueden ser determinados tan solo a nivel de familia o de género.

Por otra parte, dentro del proyecto Loma Larga se evidencia alta intervención antrópica (presencia de personas que hacen prácticas con vehículos todoterreno).

Análisis de la Información

Análisis General

Riqueza y Cobertura General

La riqueza total de un sitio muestreado se refiere al número de especies registradas en el sitio; mientras tanto, el término cobertura hace referencia al porcentaje de cobertura de individuos registrados por cada especie dentro del área a muestrear.

Curva de Acumulación de Especies e Índice de Chao 2

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar la eficiencia del muestreo e indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad a través de la relación entre las especies nuevas y los individuos censados. A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional, cuando la curva de acumulación llega a su asíntota revela que no se registran nuevas especies y tan solo incrementa el número de individuos (Magurran A., 2013).

Debido a que en el presente muestreo se realiza un análisis de riqueza y cobertura de las especies, el índice que se utiliza es Chao 2, el cual es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra. Su fórmula es:

$$\text{Chao 2} = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

S representa el número de especies en una muestra

L es el número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas) y

M es el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras.

Con la finalidad de obtener la curva de acumulación se utilizaron los datos estimados e intervalos de confianza proporcionados por el programa EstimateS (V.9.1.0; (Colwell, 2013), software especializado que permite realizar este tipo de análisis basado en un proceso de remuestreo y rarefacción mediante iteraciones al azar del ordenamiento de especies.

Curvas Rango-Abundancia

Estas curvas integran información relativa al número de especies y a su distribución de abundancias a través del conjunto de la comunidad. En el eje X se ordenan las especies en rangos, de la más abundante hasta la más rara. En el eje Y se encuentra el porcentaje de cobertura total (Carmona & Carmona, 2013). Evaluando la abundancia relativa a cada especie es posible diferenciar las especies dominantes y en consecuencia brindar una idea clara de la estructura de la comunidad (Magurran A., 2013).

Índice de Valor de Importancia

Para el desarrollo del IVI se utilizó la dominancia y la frecuencia relativa. El IVI se usa para determinar la importancia ecológica relativa de cada especie, es decir el aporte que tienen las especies en la estructura dentro de una comunidad vegetal (Cottam & Curtis, 1956; Sonco, 2013).

Para obtener la dominancia absoluta tanto de especies herbáceas como arbustivas se usó el porcentaje promedio del método propuesto por Braun-Blanquet (1979). Para obtener una mejor representación a nivel de rango de cobertura las especies asignadas como “r” fueron agrupadas con las asignadas como “+” utilizando únicamente el valor “+” (Wikum & Shanholtzer, 1978; Braun-Blanquet, 1979) (Tabla 6-10). Por otra parte, el valor de frecuencia absoluta se obtuvo a través del número de subparcelas en las que se encuentra cada especie.

Tabla 6-10 Escala de Abundancia-Dominancia de Braun-Blanquet y Porcentaje de Cobertura Usado en el Componente de Flora

Escala de Braun-Blanquet	Rango de Cobertura (%)	Promedio de Rango de Cobertura (%)
5	75-100	87,5
4	50-75	62,5
3	25-50	37,5
2	5-25	15
1	< 5	2,5
+	Más individuos, cobertura muy baja	0,1

Fuente: Braun-Blanquet, 1979
Elaboración: Entrix, agosto 2021

La fórmula para calcular el IVI es una suma de parámetros relativos donde se consideran los valores de abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa (Sonco, 2013).

La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$IVI = (Dr + Fr + Ar)/3$$

Donde:

Dr es la dominancia relativa en porcentaje

Fr es la frecuencia relativa en porcentaje, y

Ar es la abundancia relativa en porcentaje

Sin embargo, especialmente cuando se trabaja con especies herbáceas, no es posible obtener estos tres parámetros. Para casos puntuales, se realiza el cálculo utilizando únicamente dos de estos parámetros, independientemente de la combinación (Mostacedo & Fredericksen, 2000). En este caso, la fórmula utilizada fue la siguiente:

$$IVI = (Dr + Fr)/ 2$$

Diversidad Alfa

La diversidad alfa mide el número de especies que están interactuando en un área de un determinado tamaño. Comprende la variabilidad de especies bajo los criterios de riqueza y heterogeneidad o equitatividad. En este contexto, la riqueza fue considerada como el número total de especies registradas, mientras que la abundancia relativa de especies se obtuvo a partir de la cobertura y medidas de dominancia en función del método de Braun-Blanquet (Mostacedo & Fredericksen, 2000; Beltrán y otros, 2009).

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener: Este índice “mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección”. Asume que los

individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Varía desde 0 en comunidades con una sola especie o taxón, hasta valores del logaritmo de S cuando existen comunidades con muchos taxones representadas por pocos individuos en el mismo número. Este índice incorpora el análisis de equidad de las especies presentes (Magurran A., 2013).

Se calcula con la siguiente fórmula:

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

Donde la proporción de especies i relativa al total de especies (pi) es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción (lnpi). El producto resultante es sumado entre las especies y multiplicado por -1.

Los valores de H que van de 0 a 1,5 pueden considerarse como sitios de baja diversidad, los valores que varían de 1,6 a 3,0 pueden ser considerados como sitios de mediana diversidad, mientras que los valores de diversidad mayores a 3,1 pueden considerarse como sitios de alta diversidad.

Diversidad Beta

La diversidad beta expresa el grado de similitud en composición de especies y sus abundancias entre dos o más muestras. Comprende el grado de heterogeneidad que puede existir dentro de un ecosistema, mediante las tasas de cambio en la composición de especies o medidas de similitud. El análisis de diversidad beta se realiza con la finalidad de comparar las diferencias en diversidad (Bray-Curtis) entre secciones de estudio y determinar los cambios a mediano y largo plazo en relación con el efecto de borde.

Índice de Bray-Curtis: El índice de disimilaridad de Bray-Curtis es un índice simple que refleja lo distintas que pueden ser dos localidades basado en los conteos de composición de especies en cada una (Bray & Curtis, 1957). Se calcula mediante la fórmula:

$$S_{ij} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^n |y_{ij} + y_{ik}|} \right\}$$

Donde y representa la abundancia de las especies en los sitios de muestreo ij e ik.

Si se acerca al 100 %, los lugares son similares completamente.

Estimación de la Biomasa Aérea

Se utilizó la fórmula propuesta por Nelson (2008), que considera un modelo de regresión que convierte el diámetro y densidad de la madera en un estimado del total de la biomasa aérea. Dicha fórmula es (Nelson, 1999):

$$AGBest = \text{EXP}(-1.997 + 2,413 \ln(D))$$

Donde:

AGB= Biomasa aérea

D= DAP

Estimación de Carbono Fijado

Para la estimación indirecta por hectárea del contenido de carbono en la biomasa aérea del bosque de roble se tiene estimado que aproximadamente el 50 % de la biomasa vegetal corresponde al carbono, por lo cual para estimar el carbono almacenado total se multiplicó la biomasa total (BT) por el factor 0,5 en ausencia de información específica.

$$CBT = BT * 0,5$$

Donde: CBT = carbono almacenado (ton/ha), BT = biomasa total (ton/ha).

Aspectos Ecológicos

Los estudios de vegetación son importantes desde la perspectiva de la dinámica de los ecosistemas, ya que la diversidad de especies que pueden coexistir en equilibrio en un ambiente dado depende directamente de la estructura y composición de la vegetación, lo cual resulta en mayores recursos y subdivisiones de hábitat para la fauna (MacArthur, 1996).

Por tal motivo, los principales aspectos ecológicos evaluados en el presente estudio fueron: Estado de conservación, estatus (nativo, endémico, introducido etc.), hábito de crecimiento, estratificación, uso local y regional del recurso.

Estructura vertical y hábito de crecimiento: Una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos y con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel (Bourgeron, 1983). Lo anterior sugiere que la evaluación de la estructura vertical se debe conducir de una forma diferente a la que se hace en los bosques de las zonas templadas. En estas, los ecosistemas boscosos presentan una estructura poblacional inversa a la de los bosques tropicales, es decir pocas especies representadas cada una por un número elevado de individuos, generando estructuras homogéneas con patrones simples de estratificación entre el dosel y el suelo; frecuentemente presentan tres niveles, que corresponden a los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo (Kageyama, 1994).

Especies indicadoras: Las especies indicadoras son aquellas que brindan información sobre el estado o salud de los ecosistemas en que se encuentran; además, estas especies son indicadoras de las diferentes etapas de desarrollo del ecosistema, condiciones de clima, tipo de suelo y en algunos casos pueden indicar perturbaciones antropogénicas en el ecosistema.

Especies sensibles: Las especies sensibles han sido determinadas tanto por su categorización dentro de las listas rojas de la UICN como por su rango de distribución. De esta manera, si las especies pertenecen a las categorías de Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN) o en Peligro Crítico (CR) en la UICN corresponden a especies de sensibilidad Alta; mientras que si pertenecen a las categorías de No Evaluado (NE) o Datos Insuficientes (DD), las especies se categorizan como de sensibilidad Media. Finalmente, si las especies pertenecen a categorías de Preocupación Menor (LC) corresponderán a una sensibilidad Baja. Además, a las especies de rango restringido se las categoriza de sensibilidad Alta por ser susceptibles a los cambios de hábitat y requieren especial atención para su conservación y desarrollo.

Como menciona literalmente la UICN en su publicación Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN, “la utilización de las categorías de No Evaluado o Datos Insuficientes indica que no se ha evaluado el riesgo de extinción, aunque por motivos diferentes. Hasta el momento en que se realice la evaluación, los taxones listados en estas categorías deberían ser tratados como si estuvieran “no amenazados”. Sería apropiado (esencialmente para aquellos listados como Datos Insuficientes) darles el mismo grado de atención que poseen los taxones amenazados, por lo menos hasta que su estado de conservación pueda ser evaluado” (UICN, 2012).

Especies endémicas y estado de conservación: Son aquellas especies o taxones que están restringidos a una ubicación geográfica muy concreta, y fuera de esta ubicación no se encuentran en otra parte. Se examinó con el *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*, 2.^a edición (León-Yáñez, y otros, 2011), la base de datos (Trópicos, 2020) y en *Adiciones a la flora del Ecuador*, segundo suplemento (Neill & Ulloa, 2005, 2010, 2011).

Uso regional y local del recurso florístico: La información recopilada se verificó con la *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador* (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macias & Balsley, 2008).

Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del componente Flora se tomó en cuenta un análisis estadístico comparativo de los resultados obtenidos de monitoreos bióticos históricos realizados dentro la concesión, siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares al aplicado durante el presente estudio.

En los monitoreos futuros se realizarán comparaciones más profundas de los estadísticos, ya que, como en este caso se trata de un estudio de línea base, los datos principalmente nos permiten conocer la riqueza del lugar y generar listas de especies; pero no se pueden realizar comparaciones de la diversidad a nivel cronológico, ya que los muestreos por lo general no suelen estar completos con una salida (Kunz y Parsons, 2009). Igualmente, a futuro también se incluirán especies de interés (endémicas, sensibles, etc.) ya que los muestreos futuros permitirán tener más factores como patrones de abundancia de cada taxa.

6.2.4.2 Fauna Terrestre

6.2.4.2.1 Avifauna

Introducción

Ecuador es un país megadiverso y se encuentra dentro del Neotrópico (Wiens et al., 2006). Los páramos tienen una alta diversidad en flora y fauna de especies que únicamente pueden vivir en esas condiciones extremas (Vásconez et al., 2001).

Las aves destacan de entre los otros organismos por ser un grupo muy carismático, que constantemente llaman la atención y admiración del ser humano. Afortunadamente, se ha visto un gran avance en los últimos años en cuanto al estudio de la ornitología del Neotrópico, aunque aún quedan varias áreas particulares por estudiar (Freile et al., 2014).

Existen guías de campo bien ilustradas (p. ej.: Ridgely y Greenfield, 2001; McMullan y Navarrete, 2013; Freile y Restall, 2018), guías auditivas, como la compilación de Moore et al. (2013); además su taxonomía está bastante bien entendida y se puede acceder fácilmente a cualquier actualización vía internet (Remsen et al., 2014). Todo esto junto a la experiencia del investigador permite una identificación certera de las especies.

Es importante conocer el estado de conservación de cada área a intervenir para analizar cómo cambia la estructura y la dinámica de las especies ante intervenciones antrópicas. En particular con la ornitofauna que además de ser un grupo de belleza admirable es un grupo clave en el ecosistema, pues existen especies para cada rol ambiental como son polinizadores, dispersores de semillas, presas o predadores, estas características pueden ser utilizadas para considerarlas como bioindicadores de los efectos antrópicos (Niemelä, 2000). Debido a que cada especie de ave responde independientemente a las variaciones ambientales a las que se enfrentan permitiendo que la presencia o ausencia de cada una de estas indica condiciones ecológicas particulares (Carignan y Villard, 2002). Muchas especies de aves necesitan ambientes relativamente complejos para tener mayores oportunidades de supervivencia, mientras que otras se adaptan fácilmente a las actividades antrópicas (White et al., 2005).

Para Ecuador se ha registrado la presencia de 1640 especies de aves (Freile y Restall, 2018), ubicándolo en el tercer puesto de diversidad de los países del Neotrópico y cuarto a nivel global (Freile y Santander, 2005). Según Sierra y colaboradores (1999) en los páramos herbáceos de frailejones se han reportado 41 especies; en el páramo seco, 35 especies; 39 especies, en el páramo de almohadillas; y 41 especies en el páramo arbustivo del sur. El componente ornitológico pretende hacer una línea base en el proyecto Loma Larga por medio de inventarios cuantitativos y cualitativos para determinar los cambios actuales del hábitat con el fin de prevenir y mitigar los posibles impactos.

Criterios Metodológicos

Fase de Campo

La fase de campo consistió en los muestreos cuantitativos y cualitativos, como se indica a continuación. Para la aplicación de metodologías cuantitativas se seleccionaron sitios que poseen características necesarias para la instalación de redes de neblina y puntos de conteo, que contemplaron varios microhabitats, así como sitios con bosques de *Polylepis*, área de pajonal y vegetación arbustiva conservada. Además de que cuente con características ecológicas imprescindibles como: recursos alimenticios, hábitats, refugio y sitios de anidación.

Adicionalmente debido a la similitud que el área geográfica presenta los sitios anteriormente descritos también fueron aprovechados para la ampliación de metodologías cualitativas mismas que permitieron registrar especies asociadas y con las cuales se complementa el listado de la riqueza ornitológica del sitio.

Muestreo Cuantitativo

Redes de Neblina

Se ubicó un transecto por cada punto de muestreo, donde se utilizaron 10 redes de neblina por estación para la captura de aves terrestres y de sotobosque; este método requirió de un trabajo intenso y una preparación y operación cuidadosas (Ralph et al., 1996). Las redes de neblina fueron colocadas durante tres días; se utilizarán redes de neblina de dimensiones de 12 m de largo y 3 m de alto durante un periodo de ocho horas diarias de 06h00 a 14h30; según el “Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres”, las redes deben operarse durante un mínimo de 4 horas al día, preferiblemente seis en el caso puntual en la zona de estudio se efectuaron en estas horas debido a las condiciones climáticas y a la presencia de neblina a prontas horas de la tarde lo cual dificulta la captura y registro visual de las mismas .

Las aves capturadas fueron revisadas para el registro de datos morfométricos, siguiendo las técnicas estandarizadas por literatura especializada para su correcta identificación, y previo a su liberación se tomó su registro fotográfico y fueron marcadas con un corte en la primera timonera derecha. Para la movilización de ejemplares desde las redes de neblina a la estación de revisión y fotografía se emplearon fundas de tela para evitar la manipulación directa durante el transporte de las especies y el estrés de estas. Todos los ejemplares capturados en este estudio fueron liberados.

Puntos de Conteo

El método denominado “puntos de conteo” es el más conocido y el más usado para las evaluaciones de aves en bosques de zonas templadas (Ralph et al., 1996; Bibby, Burgess & Hill, 2000; Hasmelmayer & Quinn, 2000), así como en los bosques tropicales (Blake, 1992; Cavarzere et al., 2012). Sin embargo, este método resulta ser altamente efectivo en zonas abiertas o en bosques con baja riqueza de especies, pero es poco efectivo en especies nocturnas, especies crepusculares y aquellas especies con bajas densidades (especies raras) (Bibby, Burgess & Hill, 2000).

El método consistió en situar un transecto de 1 km y cada 100 m ubicar un punto fijo y registrar todas las especies de aves identificadas por observación directa y auditiva. El registro de las especies abarcó un radio de observación variable o fijo, así como un periodo de tiempo determinado (Bibby, Burgess & Hill, 2000). Esto se realizó durante tres días, tratando de abarcar el área cercana a las redes.

Este método permitió aumentar el registro de la diversidad y riqueza del área geográfica puesto que los muestreos cuantitativos de captura determinan en su mayoría especies terrestres y de sotobosque pudiendo quedar un vacío en otras especies que prefieren otros estratos, como dosel, subdosel y aéreo. Para el registro óptimo de estos individuos se utilizaron binoculares Vortex con resolución de 10 x 50.

Muestreo Cualitativo

Observación Directa

Se realizó un transecto simple de 1 km (observación directa de aves). Los transectos fueron definidos para la toma de información. Manuwal y Carey en 1991 sugieren que el observador predetermine el transecto marcándolo en un mapa, el observador debe grabar todos los individuos detectados y mantener una velocidad de caminata promedio de 0,5-1,0 km/h si el terreno es de difícil acceso, y de 1,0-2,0 km/h si el terreno es de fácil acceso (Manuwal & Carey, 1991).

Con los datos obtenidos se realizaron análisis de riqueza, abundancia (con datos cuantitativos los dos últimos) y aspectos ecológicos relevantes del conjunto de especies registradas, así como su estado de conservación y sensibilidad.

Sitios de Muestreo

A continuación, se incluyen los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo.

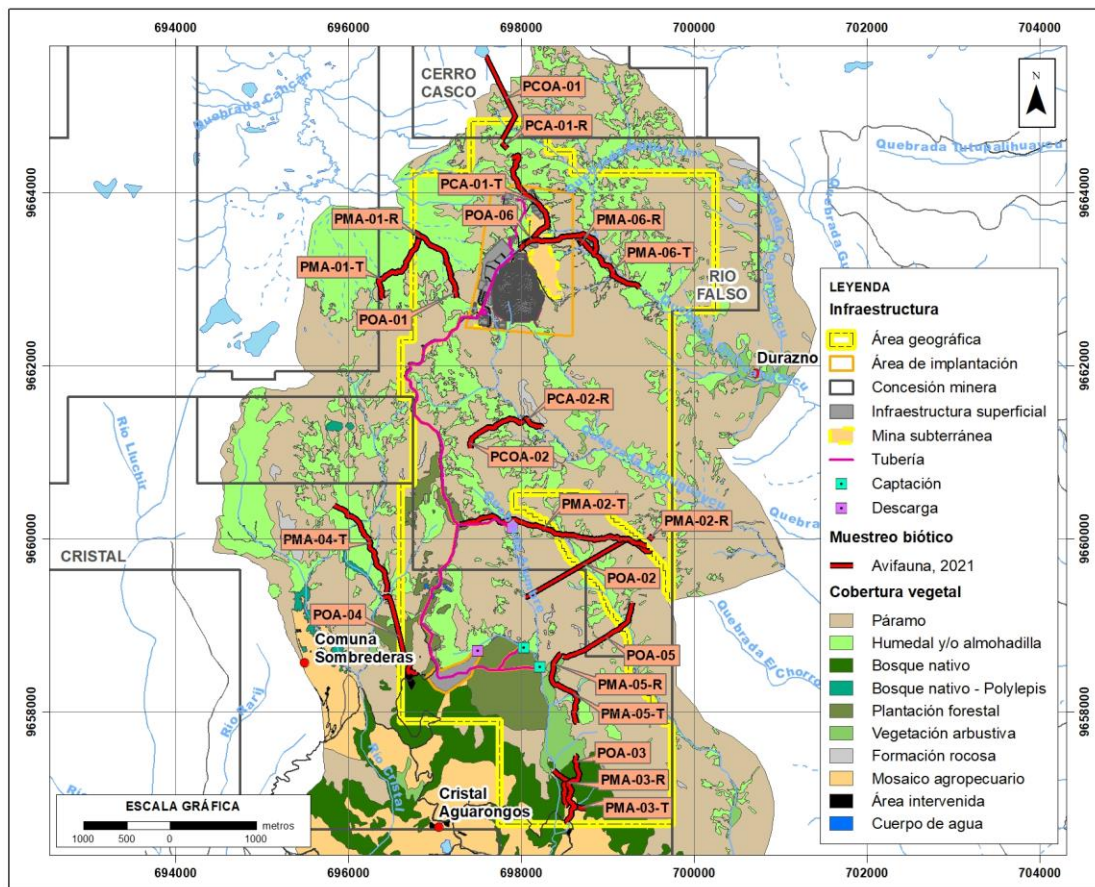


Figura 6-3 Levantamiento de Información del Componente Avifauna Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, Levantamiento de información en campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

Tabla 6-11 Sitios de Muestreo de Avifauna

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PCOA-02	24-26/11/2021	697411	9661038	698027	9661345	3700	Páramo de pajonal, parches de almohadillas	Cualitativo	1000	Transecto de observación y registros auditivos
PCA-02-R	24-26/11/2021	698051	9661381	698229	9661290	3700	Bosque de <i>Polylepis</i> sp., páramo de pajonal, parches de almohadillas cercanos, parches de chuquiragua y rocas alrededor.	Cuantitativo	215,58	Transecto de redes de neblina
PCA-02-T	24-26/11/2021	698163	9661304	698936	9661061	3700	Bosque de <i>Polylepis</i> sp., páramo de pajonal, parches de almohadillas cercanos, parches de chuquiragua y rocas alrededor.	Cuantitativo	1000	Transecto de conteo con puntos de observación y registros auditivos
POA-02	24-26/11/2021	699479	9659859	698045	9659324	3671	Páramo de pajonal, colinado, formaciones de roca.	Cualitativo	1000	Transecto de observación y registros auditivos

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PMA-02-R	24-26/11/2021	699527	9659985	699471	9660033	3671	Páramo de pajonal, parches de almohadillas, cuerpos de agua, sitio colinado.	Cuantitativo	73	Transecto de redes de neblina
PMA-02-T	24-26/11/2021	697281	9660163	699446	9659917	3671	Páramo de pajonal, parches de almohadillas, zonas inundables, sitio plano.	Cuantitativo	1000	Transecto de conteo con puntos de observación y registros auditivos
POA-06	28-30/11/2021	698068	9663401	698845	9663307	3682	Pocos parches de vegetación arbustiva dispersos, páramo de pajonal, parches de almohadillas cercanos, parches pantanosos con almohadillas.	Cualitativo	1000	Transecto de observación y registros auditivos

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PMA-06-R	28-30/11/2021	698708	9663392	698659	9663455	3682	Pocos parches de vegetación arbustiva dispersos, páramo de pajonal, parches de almohadillas cercanos, parches pantanosos con almohadillas.	Cuantitativo	191,58	Transecto de redes de neblina
PMA-06-T	28-30/11/2021	698667	9663462	699370	9662894	3682	Pocos parches de vegetación arbustiva dispersos, páramo de pajonal, parches de almohadillas cercanos, parches pantanosos con almohadillas.	Cuantitativo	1000	Transecto de conteo con puntos de observación y registros auditivos

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PCOA-01	28-30/11/2021	697779	9664607	697579	9665575	3798	Sitio colinado, pajonal, formaciones de roca, parches de vegetación arbustiva, zonas inundables.	Cualitativo	1000	Transecto de observación y registros auditivos
PCA-01-R	28-30/11/2021	697836	9664510	697770	9664583	3798	Sitio poco colinado, con pajonal, riachuelos cercanos.	Cuantitativo	315	Transecto de redes de neblina
PCA-01-R	28-30/11/2021	697968	9663351	697884	9664404	3798	Sitio poco colinado, pajonal, zonas inundables.	Cuantitativo	1000	Transecto de conteo con puntos de observación y registros auditivos
POA-01	02-04/12/2021	696761	9663543	697247	9662779	3790	Páramo inundado, pantanoso, parches de almohadilla y pocos parches de pajonal.	Cualitativo	1000	Transecto de observación y registros auditivos
PMA-01-R	02-04/12/2021	695548	9853808	695445	9853284	3790	Páramo inundado, pantanoso, parches de almohadilla y pocos parches de pajonal.	Cuantitativo	109.38	Transecto de redes de neblina

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PMA-01-T	02-04/12/2021	696814	9663489	696388	9662776	3790	Páramo inundado, pantanoso, parches de almohadilla y pocos parches de pajonal	Cuantitativo	1000	Transecto de conteo con puntos de observación y registros auditivos
POA-04	02-04/12/2021	696402	9659315	696775	9658446	3694	Páramo de pajonal, sitio poco colinado, riachuelo cercano, pequeño parche de bosque de <i>Polylepis</i> .	Cualitativo	1000	Transecto de observación y registros auditivos
PMA-04-R	02-04/12/2021	696543	9659291	696359	9659368	3694	Páramo de pajonal, cuerpo de agua cercano, zonas inundables, pequeño parche de bosque de <i>Polylepis</i> y vegetación arbustiva.	Cuantitativo	279	Transecto de redes de neblina
PMA-04-T	02-04/12/2021	696440	9659374	695831	9660383	3694	Sitio plano, páramo de pajonal, zonas inundables, pequeños parches de vegetación arbustiva.	Cuantitativo	1000	Transecto de conteo con puntos de observación y registros auditivos

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
POA-05	06-08/12/2021	698484	9658638	699283	9659257	3627	Parche de vegetación arbustiva relativamente grande, páramo de pajonal cercano, pocas almohadillas cercanas y rocas.	Cualitativo	1000	Transecto de observación y registros auditivos
PMA-05-R	06-08/12/2021	698449	9658622	698351	9658425	3627	Parche de vegetación arbustiva relativamente grande, páramo de pajonal cercano, pocas almohadillas cercanas y rocas.	Cuantitativo	223	Transecto de redes de neblina
PMA-05-T	06-08/12/2021	698445	9658673	698632	9657862	3627	Parche de vegetación arbustiva relativamente grande, páramo de pajonal cercano, pocas almohadillas cercanas y rocas.	Cuantitativo	1000	Transecto de conteo con puntos de observación y registros auditivos

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
POA-03	06-08/12/2021	698529	9656720	698628	9657484	3434	Parches de bosque secundario, potrero cercano y páramo de pajonal en la parte alta del punto.	Cualitativo	1000	Transecto de observación y registros auditivos
PMA-03-R	06-08/12/2021	698581	9657203	698513	9656913	3434	Parches de bosque secundario, potrero cercano y páramo de pajonal en la parte alta del punto.	Cuantitativo	340.44	Transecto de redes de neblina
PMA-03-T	06-08/12/2021	698376	9657319	698744	9656884	3434	Parches de bosque secundario, potrero cercano y páramo de pajonal en la parte alta del punto.	Cuantitativo	1000	Transecto de conteo con puntos de observación y registros auditivos

Fuente: Entrix, noviembre – diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 6-12 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Avifauna

Código del Informe	Método	Número Trampas/ Redes/Transecto	Horas por Día	N.º de Personas	Total, Trampas/Noche/ Punto de Muestreo
PCOA-02	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	2 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	2 horas/hombre
PCA-02-R	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	8 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	240 horas/hombre
PCA-02-T	Cuantitativo. Transecto de observación con puntos de conteo y registros auditivos	1 transecto	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre
POA-02	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	2 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	2 horas/hombre
PMA-02-R	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	8 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	240 horas/hombre
PMA-02-T	Cuantitativo. Transecto de observación con puntos de conteo y registros auditivos	1 transecto	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre
POA-06	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	2 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	2 horas/hombre
PMA-06-R	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	8 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	240 horas/hombre
PMA-06-T	Cuantitativo. Transecto de observación con puntos de conteo y registros auditivos	1 transecto	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre
PCOA-01	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	2 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	2 horas/hombre
PCA-01-R	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	8 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	240 horas/hombre
PCA-01-T	Cuantitativo. Transecto de observación con puntos de conteo y registros auditivos	1 transecto	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre
POA-01	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	2 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	2 horas/hombre

Código del Informe	Método	Número Trampas/ Redes/Transecto	Horas por Día	N.º de Personas	Total, Trampas/Noche/ Punto de Muestreo
PMA-01-R	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	8 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	240 horas/hombre
PMA-01-T	Cuantitativo. Transecto de observación con puntos de conteo y registros auditivos	1 transecto	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre
POA-04	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	2 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	2 horas/hombre
PMA-04-R	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	8 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	240 horas/hombre
PMA-04-T	Cuantitativo. Transecto de observación con puntos de conteo y registros auditivos	1 transecto	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre
POA-05	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	2 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	2 horas/hombre
PMA-05-R	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	8 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	240 horas/hombre
PMA-05-T	Cuantitativo. Transecto de observación con puntos de conteo y registros auditivos	1 transecto	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre
POA-03	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	2 horas/1 día	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	2 horas/hombre
PMA-03-R	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	8 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	240 horas/hombre
PMA-03-T	Cuantitativo. Transecto de observación con puntos de conteo y registros auditivos	1 transecto	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre

Fuente: Entrix, noviembre – diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio

La principal limitante metodológica fue el poco espacio disponible dentro del remanente de bosque natural, por lo que las metodologías se vieron obligadas a ser distribuidas de manera que se abarque los microhábitats presentes en la zona de estudio y que a su vez se encuentren dentro del área de influencia del proyecto. Adicionalmente, las condiciones climáticas, como las fuertes lluvias, neblinas pesadas y frío extremo jugaron un papel importante durante el muestreo, ya que impedían que las aves tengan mucha actividad. Así mismo, los fuertes vientos representaron una limitante específicamente a la instalación de las redes de neblina ya que, por su propia fuerza, hacen que las redes no puedan mantener su estabilidad. Además, la neblina pesada crea un espejo en las redes, la cual aumenta su visibilidad para las especies y dificulta su captura.

Fase de Gabinete

Análisis Cualitativos

Riqueza

Se presentará el número de especies y su composición taxonómica por cada punto de muestreo cualitativo. Se emplean los términos de riqueza para expresar la presencia o ausencia de especies en una determinada área (Moreno C., 2001).

Curva de Acumulación y Estimador de Chao 2

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad, mediante la relación de las especies capturadas (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las ordenadas y).

El índice Chao 2 es un método no paramétrico para estimar el número de especies en un ecosistema determinado. Este índice toma en cuenta las especies raras de la muestra para estimar el número de especies en la comunidad. Chao 2 estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas. Este estimador ha probado ser el menos sesgado para muestras pequeñas. Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Chao 2} = S + L^2/2M$$

Donde:

S: número de especies en una muestra

L: número de especies que ocurren solamente en una muestra

M: número de especies que ocurren exactamente en dos muestras

Análisis Cuantitativos

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1

Las curvas de acumulación indican la tasa a la cual se registran especies nuevas en relación con el número de individuos censados. A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación llega a su asíntota revela que el número de especies nuevas no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo, tan solo aumenta el número de individuos censados (Magurran, 2004). En adición, se calculó el estimador Chao 1, índice que estima el número de especies en una comunidad ponderando el número

de especies raras presentes en la comunidad, por lo que es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas. Su fórmula es (Moreno C. E., Métodos para medir la biodiversidad, 2001):

$$S_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2}$$

Donde:

Sobs representa el total de especies registradas,

F1 es el número de especies registradas por un solo individuo (*singletons*) y

F2 es la cantidad de especies representadas en la muestra por dos individuos (*doubletons*).

El estimador Chao 1 proporciona una medida de eficiencia del muestreo al comparar la riqueza observada frente a la diversidad regional estimada. Los índices fueron calculados en Estimates (V.9.1.0; (Colwell, 2013)).

Riqueza y Abundancia

La riqueza total de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados (colectados o liberados) por cada especie (Villareal y otros, 2004). En este análisis se toma en cuenta únicamente los datos cuantitativos.

Curva de Rango/Dominancia

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

Dependiendo del registro de especies obtenido en campo mediante las curvas de rango/dominancia es posible evaluar si una comunidad está dominada por pocas especies o, por el contrario, posee una mayor equidad.

Diversidad Alfa

La diversidad alfa mide el número de especies que están interactuando en un área de un determinado tamaño. Comprende la variabilidad de especies bajo los criterios de riqueza y heterogeneidad o equitatividad (Jost & González-Oreja, 2012).

Índice de Diversidad de Shannon: Este índice incorpora una medida sobre la equidad de las especies presentes, midiendo el grado de incertidumbre de la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a dos especies distintas. El índice varía desde 0 en comunidades con una sola especie o taxón, hasta valores del logaritmo de S cuando existen comunidades con muchos taxones representadas por pocos individuos (Magurran A., 2004).

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde la proporción de especies i relativa al total de especies (pi) es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción (lnpi).

Índice de Dominancia de Simpson: El índice de Simpson calcula la probabilidad de que dos individuos escogidos aleatoriamente de una comunidad infinitamente grande pertenezcan a la misma especie. Se calcula por la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde p_i es la proporción de individuos encontrados de la especie i .

Mientras menor sea el valor D , menor será la dominancia y mayor la diversidad, ya que se interpreta como que es más probable que la comunidad se encuentre formada por individuos de una o pocas especies (Magurran A., 2004).

Los índices de diversidad que se emplean en el presente trabajo (Shannon y Simpson) combinan la cantidad de especies y sus abundancias relativas dentro de una comunidad, evaluando tanto la riqueza específica como cuán equitativas son sus abundancias. El problema es que estos índices son a veces difíciles de interpretar. Un valor aislado de un índice de diversidad puede confundir la importancia relativa de sus dos componentes (riqueza y equitatividad). Por ejemplo, el mismo valor de un índice puede obtenerse tanto de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Es por esta razón que la interpretación que existía para los índices basándose en un rango de valores ha caído en desuso, por lo cual debe emplearse el valor de los índices y el número de especies (riqueza) que se ha registrado en estudios o investigaciones anteriores (Gotelli & Colwell, 2001).

Diversidad Beta

Índice de Bray-Curtis: El índice de disimilaridad de Bray-Curtis es un índice simple que refleja lo distintas que pueden ser dos localidades basado en los conteos de composición de especies en cada uno (Bray & Curtis, 1957). Se calcula mediante la fórmula:

$$S_{ij} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^n |y_{ij} + y_{ik}|} \right\}$$

Donde y representa la abundancia de las especies en los sitios de monitoreo ij e ik .

Si se acerca al 100 %, los lugares son similares completamente.

Aspectos Ecológicos

Gremios alimenticios: Los individuos del grupo de avifauna constituyen un eslabón importante en la estructura trófica, permitiendo el flujo de energía dentro del ecosistema. Varias especies de pequeño a mediano tamaño son la base de la alimentación de otros animales, así como de algunos mamíferos. También, todos los individuos de avifauna son predadores de insectos, pequeños frutos e invertebrados (Valencia & Garzón, 2011).

Distribución vertical: Se determinó utilizando la Guía de aves del Ecuador de Ridgely & Greenfield (2001), que se basa en cinco estratos: aéreo, aves que sobrevuelan el dosel; dosel, especies de aves que realizan sus actividades en la copa de los árboles; subdosel, aquellas especies ubicadas en la parte media del bosque; sotobosque, aquellas especies que realizan actividad en la parte baja del bosque; y, terrestre, que son especies con poca capacidad de vuelo.

Estado de conservación y amenaza: Las especies amenazadas a nivel nacional se presentan en listas especializadas, siendo la principal fuente el Libro rojo de aves del Ecuador (Freile, Guevara, Cisneros-Heredia, Amigo & Santander, 2019). Para especies amenazadas y en peligro de extinción se utilizó datos de la IUCN (2018).

Especies endémicas: Las especies endémicas son aquellas que presentan distribución restringida a una zona geográfica o ecológica determinada. En este caso, se van a tomar especies que se encuentren en las Áreas de Endemismo de Aves (EBA) (Statterdfeld, Crosby, Long & Wege, 1998) y especies de aves

restringidas a biomas (Stotz, Fitzpatrick, Parker III & Moskovits, 1996). Esta información se excluye cuando no hay especies dentro de dicha categoría.

Especies de interés: El estado de migración, boreal o austral está basado en Ridgely & Greenfield (2001).

Especies sensibles: Para determinar la respuesta de las especies de aves a los cambios en su hábitat, se establecieron tres categorías de sensibilidad: Alta, Media y Baja. Estas categorías fueron determinadas y establecidas (Stotz, Fitzpatrick, Parker III & Moskovits, 1996) de acuerdo con la importancia de las especies identificadas. A través de estos aspectos se trató de determinar qué especies son consideradas vulnerables a perturbaciones humanas.

- > Alta → Especies muy sensibles a la transformación de su hábitat, desaparecen del área intervenida.
- > Media → Especies que toleran una moderada transformación del hábitat.
- > Baja → Especies que toleran la transformación de su hábitat y se adaptan para sobrevivir.

Relaciones Inter o Intraespecíficas: De acuerdo con el tamaño y composición de los grupos, las aves se clasifican en gregarias, solitarias o en parejas.

Uso del recurso: Las especies se clasifican de acuerdo con su uso y pueden ser: especies comerciales identificadas con la CITES y especies para el consumo humano, por medio de entrevistas a los guías locales.

Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del componente Avifauna se tomó en cuenta un análisis estadístico comparativo de los resultados obtenidos de monitoreos bióticos históricos realizados dentro la concesión, siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares al aplicado durante el presente estudio.

En los monitoreos futuros se realizarán comparaciones más profundas de los estadísticos, ya que, como en este caso se trata de un estudio de línea base, los datos principalmente nos permiten conocer la riqueza del lugar y generar listas de especies; pero no se pueden realizar comparaciones de la diversidad a nivel cronológico, ya que los muestreos por lo general no suelen estar completos con una salida (Kunz y Parsons, 2009). Igualmente, a futuro también se incluirán especies de interés (endémicas, sensibles, etc.) ya que los muestreos futuros permitirán tener más factores como patrones de abundancia de cada taxa.

6.2.4.2.2 Mastofauna

Introducción

En la actualidad, la comunidad de mamíferos para el mundo está representada por 6567 especies, y su amplia diversidad se debe a la gran capacidad de adaptación a los diferentes tipos de hábitats (Burgin et al., 2018). El Ecuador por contar con una gran diversidad de ecosistemas cuenta con 456 especies de mamíferos, los cuales están perfectamente adaptados a los diferentes medios (Tirira et al., 2021). Por lo que es importante mencionar que la mastofauna del Ecuador además de contar con una gran riqueza de especies cumple relevantes roles ecológicos en el mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas (Emmons, 1990; Tirira, 2017). Además, ciertas especies de mamíferos constituyen una fuente principal de alimentación para los depredadores (Tirira, 2017; Brito et al., 2019).

Los mamíferos cumplen roles de gran importancia en la dinámica y mantenimiento de los ecosistemas, estos roles incluyen la descomposición de materia muerta y el reciclaje de nutrientes, la herbivoría, destrucción de plántulas y la polinización (Tirira, 2017). Así también, influyen en la regeneración y recuperación de las selvas a través de la dispersión y depredación de semillas de numerosas especies vegetales; además, actúan como depredadores y presas, así como controladores biológicos de insectos (Tirira, 2017).

Asimismo, muchos de estos mamíferos por sus características ecológicas presentan una elevada sensibilidad a los cambios ambientales y reaccionan ante ellos como si fueran estímulos específicos (Capó, 2002). Los pequeños mamíferos debido a su capacidad de adaptación también se encuentran bien representados en Ecuador y toda la cordillera de los Andes, pese a ello los conocimientos de la ecología son escasos y debido a esto no se conoce a profundidad sus requerimientos de nicho ecológico que cada especie posee generando una despreocupación por su hábitat y causando una acelerada destrucción de su ambiente natural como consecuencia de la falta de estrategias tendientes a la conservación de estos ecosistemas (Brito, 2012).

Uno de los primeros pasos en el estudio de los recursos biológicos es la evaluación de la diversidad con respecto a la riqueza de especies en un tiempo y en un lugar determinados (Wilson et al., 1996, en Sánchez et al., 2004); el monitoreo conjunto de vertebrados puede ser ciertamente una actividad legítima e importante de por sí para establecer la presencia de las especies y conocer parte de su historia natural (Feinsinger, 2003).

Los objetivos de este estudio fueron: Levantar una línea base de la comunidad de mamíferos para el proyecto Loma Larga, como parte del monitoreo periódico que se lleva a cabo en esta área y que sirve para la toma de medidas y decisiones en el manejo de dicha comunidad.

Criterios Metodológicos

Los métodos para la captura y registros de especímenes buscan identificar lugares con características específicas (recursos, refugios, cobertura vegetal, áreas de cruce), donde la probabilidad incrementa y permite la determinación real de la diversidad presente en el área a muestrear.

Fase de Campo

El trabajo de campo se llevó a cabo desde el 22 de noviembre al 9 de diciembre de 2021. El levantamiento de información se realizó en tres puntos cuantitativos y ocho puntos cualitativos. El esfuerzo total de muestreo cuantitativo para el área muestreada es de 3432 horas por punto de muestreo; adicionalmente, los transectos de recorridos de observación directa cumplieron un esfuerzo total de ocho horas de muestreo.

Los métodos utilizados para el levantamiento de información fueron: capturas de micromamíferos, trampas-cámara y recorridos de observación. La combinación de métodos de muestreos cualitativos y cuantitativos permite incrementar el esfuerzo de muestreo y asegurar que la mayor cantidad de especies de mamíferos pueda ser registrada en un tiempo relativamente corto.

Muestreo Cuantitativo

Trampas Sherman y Tomahawk

Para el estudio de mesomamíferos y micromamíferos no voladores se utilizaron 40 trampas Sherman y seis Tomahawk por punto de muestreo. Estas trampas fueron divididas en dos estaciones con una separación aproximada de 200 m y conformadas por 20 trampas Sherman y tres Tomahawk; a su vez, cada estación fue dividida en cinco subestaciones ubicadas cada 10 m y formadas por cuatro trampas Sherman, mientras que las trampas Tomahawk se ubicaron entre las subestaciones respectivamente.

Las trampas fueron colocadas sobre el suelo, huecos y troncos en sitios considerados adecuados para el tránsito de micro y mesomamíferos. Las trampas permanecieron activas durante tres días consecutivos en cada punto de muestreo y fueron revisadas todos los días en horas de la mañana. Como cebo o atrayente se utilizó una mezcla de avena, atún, pasta de maní y esencias de vainilla y coco (Wilson, Nichols, Rudran, Foster & Cole, 1996).

Trampas de Caída Pitfall

En cada punto de muestreo se establecieron dos estaciones de trampas de caída pitfall. Para la construcción de cada estación se instalaron seis baldes separados entre sí y enterrados a nivel del suelo; en cada uno se colocó una solución de agua, alcohol y detergente. Sobre estos se instaló verticalmente un plástico de 0,50 m de altura para formar una barrera con algunas intersecciones que permitió el choque y la caída de micromamíferos, abarcando de esta manera un área aproximada de 50 m². Cada estación se diseñó de acuerdo con las condiciones físicas del terreno. Estas trampas, al igual que las Sherman y Tomahawk, fueron revisadas todos los días en horas de la mañana (Wilson, Nichols, Rudran, Foster & Cole, 1996).

Captura Mediante Redes de Neblina

Para la captura de micromamíferos voladores se utilizaron 10 redes de neblina de 12 x 3 m, ubicadas cada 20 m en un transecto aproximado de 200 m y considerando los lugares adecuados para el cruce de murciélagos, como árboles en fructificación, riachuelos, cuevas, entre otros. El muestreo se realizó durante tres noches, de 18h00 a 22h00 (tres noches/cuatro horas/diez redes) logrando un esfuerzo total de muestreo de 120 horas/red. Las redes fueron revisadas en períodos de tiempo de 15 a 30 minutos según la intensidad de captura. Los individuos capturados fueron fotografiados, se tomaron las medidas respectivas y los datos de importancia para su identificación. Posteriormente, los individuos fueron liberados en la misma zona de su captura.

Justificación de mortandad y especímenes a colectarse

En la actualidad muchos mamíferos son registrados por métodos cualitativos (Transectos de observación directa e indirecta y registros por cámaras trampa) pero en algunos casos, las trampas mortales (Pitfall) o las trampas Sherman y Tomahawk incluidas en la metodología cuantitativa son importantes para registrar micromamíferos terrestres.

En este tipo de trampas se colectará, en su mayoría, roedores, marsupiales pequeños y musarañas. La colecta de estos animales es necesaria ya que para una correcta identificación se debe analizar en laboratorio sus caracteres craneales y mandibulares (cosas que no se pueden realizar en campo porque se necesita examinar el cráneo seco y limpio).

Por otro lado, las redes de neblina no son metodologías con alta mortandad y sirven para colectar micromamíferos voladores. En el caso de los murciélagos las colectas de individuos son específicas.

En ambos, casos tanto para mamíferos terrestres o voladores, se colecta solo las especies crípticas y aquellas que tienen una complejidad taxonómica. Nunca se colectan hembras gestantes o individuos juveniles.

Es importante mencionar que al realizar colectas de especímenes (que no excedan los 200 individuos) en trabajos de campo, se ha visto que las poblaciones de roedores y murciélagos no son afectadas por dichos eventos (Lee et al., 2006a; 2006b; 2008; 2010; 2011; 2015; 2018; 2021) de igual forma Hope et al. (2018), analiza los datos de diferentes colectas científicas y encuentran que los efectos son insignificantes tanto en la riqueza, diversidad o abundancia de las poblaciones de pequeños mamíferos, mientras que en 2020 la Academia Nacional de Ciencias, Ingeniería y Medicina de Estados Unidos (The National Academy of Sciences, Engineering and Medicine, USA, 2020) mencionan la importancia de las colecciones científicas, las cuales en los últimos años han sido de gran importancia para diferentes estudios como: descubrimiento de nuevas especies (*Pattonimus ecominga* y *Pattonomimus musseri*, Brito et al. (2020); *Thomasomys pardignasi*, Brito et al. (2021) y *Neacomys auriventer*, Brito et al. (2021) el estudio de enfermedades infecciosas emergentes, y sobre todo de acciones para conservación.

Muestreo Cualitativo

Transectos de Observación Directa e Indirecta

Se realizó un recorrido para la observación directa del individuo o grupo de individuos en el sitio de estudio. Dentro del transecto se realizaron observaciones directas de algunos mamíferos o sus huellas y otros

rastros (madrigueras, comederos, saladeros, lecks, vocalizaciones, fecas u osamentas), sobre todo de especies fáciles de observar. Los transectos se recorrieron durante dos horas entre las 07h00 y las 12h00 en la mañana o entre las 15h30 y las 18h30 en la tarde. Estos recorridos permitieron obtener registros directos e indirectos de especies de mamíferos de las cuales resulta difícil obtener registros frecuentes debido a sus costumbres, ámbito hogareño, patrón de actividad, entre otras causas. Para el establecimiento de este método se utilizaron las trochas o senderos establecidos o existentes dentro de las zonas de estudio.

Registro por Cámaras-Trampa

Para aumentar la posibilidad de registrar mesomamíferos y macromamíferos, en cada punto de muestreo se procedió a instalar dos cámaras trampa, espaciadas entre 100 y 200 m aproximadamente en lugares considerados estratégicos para el cruce de mamíferos. Estas cámaras permanecerán activas durante tres días (Tirira, 2007) para complemento de las metodologías cualitativas.

Sitios de Muestreo

A continuación, se incluyen la tabla, los sitio y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. El mapa de sitios de muestreos se incluye dentro del anexo cartográfico (Anexo B. Cartografía 6.2-4 MASTOFAUNA Mapa de Ubicación de Recorridos y Puntos de Muestreo Biótico). Adicionalmente, en la sección Anexos se pueden revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.1 Registros de Campo.

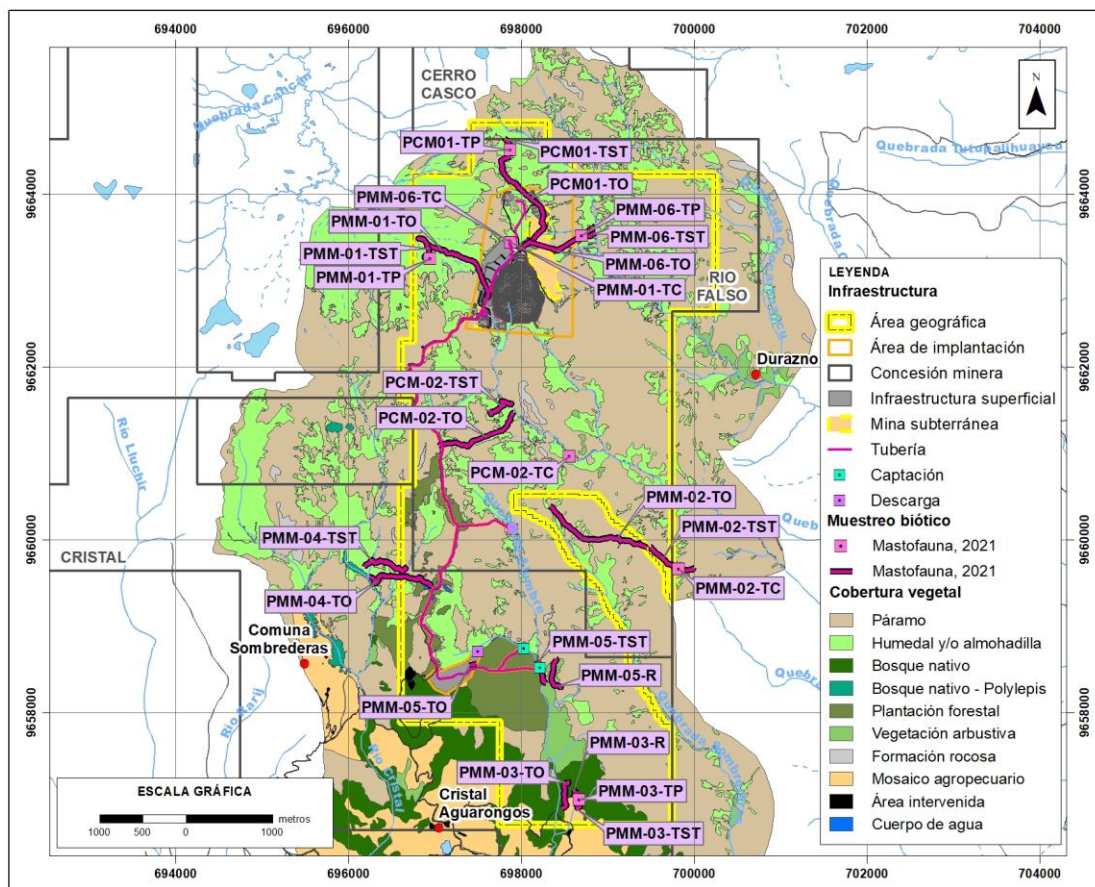


Figura 6-4 Levantamiento de Información del Componente Mastofauna del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, Levantamiento de información en campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Tabla 6-13 Sitios de Muestreo de Mastofauna

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PCM-02-TST	23-26/11-2021	697630	9661485	697879	9661583	3740	Páramo herbáceo	Trampa Sherman y Tomahawk	150 m	Cuantitativo
PCM-02-TP	23-26/11-2021	697912	9661522			3702	Páramo herbáceo	Trampas de caída	60 m	Cuantitativo
PCM-02-R	23-25/11-2021	698051	9661381	698229	9661290	3694	Páramo herbáceo	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PMM-06-TST	27-30/11-2021	698665	9663475	698852	9663543	3656	Páramo herbáceo	Trampa Sherman y Tomahawk	150 m	Cuantitativo
PMM-06-TP	27-30/11-2021	698694	9663513			3648	Páramo herbáceo	Trampas de caída	60 m	Cuantitativo
PMM-06-R	27-29/11-2021	698708	9663392	698659	9663455	3653	Páramo herbáceo	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PMM-01-TST	01-04/12-2021	696902	9663406	696923	9663221	3779	Páramo herbáceo	Trampa Sherman y Tomahawk	150 m	Cuantitativo
PMM-01-TP	01-04/12-2021	696943	9663249			3781	Páramo herbáceo	Trampas de caída	60 m	Cuantitativo
PMM-01-R	01-03/12-2021	696804	9663464	696829	9663510	3775	Páramo herbáceo	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PMM-03-TST	05-08/12/2021	698593	9657016	698669	9656889	3300	Páramo herbáceo	Trampa Sherman y Tomahawk	150 m	Cuantitativo
PMM-03-TP	05-08/12/2021	698668	9656985			3311	Páramo herbáceo	Trampas de caída	60 m	Cuantitativo
PMM-03-R	05-07/12/2021	698600	9657096	698659	9657068	3500	Páramo herbáceo	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PMM-05-TST	05-08/12/2021	698186	9658594	698278	9658341	3582	Páramo herbáceo	Trampa Sherman y Tomahawk	150 m	Cuantitativo
PMM-05-TP	05-08/12/2021	698256	9658384			3569	Páramo herbáceo	Trampas de caída	60 m	Cuantitativo

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PMM-05-R	05-07/12/2021	698397	9658618	698447	9658277	3616	Páramo herbáceo	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PCM-01-TST	27-30/11-2021	697814	9664636	697889	9664465	3700	Páramo herbáceo	Trampa Sherman y Tomahawk	150 m	Cuantitativo
PCM-01-TP	27-30/11-2021	697867	9664510			3789	Páramo herbáceo	Trampas de caída	60 m	Cuantitativo
PCM-01-R	27-29/11-2021	697830	9664614	697877	9664433	3800	Páramo herbáceo	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PMM-02-TST	23-26/11-2021	699495	9659912	699997	9659662	3500	Páramo herbáceo	Trampa Sherman y Tomahawk	150 m	Cuantitativo
PMM-02-TP	23-26/11-2021	699522	9659871			3671	Páramo herbáceo	Trampas de caída	60 m	Cuantitativo
PMM-02-R	23-25/11-2021	699453	9659957	699508	9659932	3700	Páramo herbáceo	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PMM-04-TST	05-08/12/2021	696177	9659677	696669	9659670	3600-3750	Páramo herbáceo	Trampa Sherman y Tomahawk	150 m	Cuantitativo
PMM-04-TP	05-08/12/2021	696376	9659588			3670	Páramo herbáceo	Trampas de caída	60 m	Cuantitativo
PMM-04-R	05-07/12/2021	695970	9659847	696240	9659547	3600-3750	Páramo herbáceo	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PCM-02-TO	23-26/11-2021	697043	9661087	697906	9661464	3701	Páramo herbáceo	Transecto de observación	500 m	Cualitativo
PCM-02-TC	23-26/11-2021	698551	9660958			3652	Páramo herbáceo	Trampas cámara		Cualitativo
PMM-06-TO	27-30/11-2021	697957	9663360	698808	9663633	3630	Páramo herbáceo	Transecto de observación	500 m	Cualitativo
PMM-06-TC	27-30/11-2021	697880	9663439			3774	Páramo herbáceo	Trampas cámara		Cualitativo
PMM-01-TO	01-04/12-2021	697604	9662795	696802	9663468	3775	Páramo herbáceo	Transecto de observación	500 m	Cualitativo

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PMM-01-TC	01-04/12-2021	697880	9663439			3774	Páramo herbáceo	Trampas cámara		Cualitativo
PMM-03-TO	05-07/12/2021	698533	9657199	698466	9656889	3300	Páramo herbáceo	Transecto de observación	500 m	Cualitativo
PMM-05-TO	05-08/12/2021	697391	9658538	697479	9658561	3677	Páramo herbáceo	Transecto de observación	500 m	Cualitativo
PCM-01-TO	27-30/11-2021	698049	9663471	697864	9664427	3800	Páramo herbáceo	Transecto de Observación	500 m	Cualitativo
PMM-02-TO	23-26/11-2021	699448	9659901	698331	9660384	3700	Páramo herbáceo	Transecto de observación	500 m	Cualitativo
PMM-02-TC	23-26/11-2021	699824	9659658			3518	Páramo herbáceo	Trampas cámara		Cualitativo
PMM-04-TO	05-08/12/2021	696238	9659565	696954	9659461	3600	Páramo herbáceo	Transecto de observación	500 m	Cualitativo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 6-14 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Mastofauna

Código del Informe	Método	Número Trampas/ Redes/Transecto	Horas por Día	N.º por Día	Total, Trampas/Noche/ Punto de Muestreo
PCM-02-TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (50 Sherman y 6 Tomahawk)	24 horas	3 días	4032 h/TST
PCM-02-TP	Trampas de caída <i>pitfall</i>	Trampas de caída (6 baldes)	24 horas	3 días	432 h/TP
PCM-02-R	Redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4 horas	3 días	120 h/R
PMM-06-TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (50 Sherman y 6 Tomahawk)	24 horas	3 días	4032 h/TST
PMM-06-TP	Trampas de caída <i>pitfall</i>	Trampas de caída (6 baldes)	24 horas	3 días	432 h/TP
PMM-06-R	Redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4 horas	3 días	120 h/R
PMM-01-TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (50 Sherman y 6 Tomahawk)	24 horas	3 días	4032 h/TST
PMM-01-TP	Trampas de caída <i>pitfall</i>	Trampas de caída (6 baldes)	24 horas	3 días	432 h/TP
PMM-01-R	Redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4 horas	3 días	120 h/R
PMM-03-TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (50 Sherman y 6 Tomahawk)	24 horas	3 días	4032 h/TST
PMM-03-TP	Trampas de caída <i>pitfall</i>	Trampas de caída (6 baldes)	24 horas	3 días	432 h/TP
PMM-03-R	Redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4 horas	3 días	120 h/R
PMM-05-TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (50 Sherman y 6 Tomahawk)	24 horas	3 días	4032 h/TST
PMM-05-TP	Trampas de caída <i>pitfall</i>	Trampas de caída (6 baldes)	24 horas	3 días	432 h/TP
PMM-05-R	Redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4 horas	3 días	120 h/R
PCM-01-TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (50 Sherman y 6 Tomahawk)	24 horas	3 días	4032 h/TST
PCM-01-TP	Trampas de caída <i>pitfall</i>	Trampas de caída (6 baldes)	24 horas	3 días	432 h/TP
PCM-01-R	Redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4 horas	3 días	120 h/R
PMM-02-TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (50 Sherman y 6 Tomahawk)	24 horas	3 días	4032 h/TST
PMM-02-TP	Trampas de caída <i>pitfall</i>	Trampas de caída (6 baldes)	24 horas	3 días	432 h/TP

Código del Informe	Método	Número Trampas/ Redes/Transecto	Horas por Día	N.º por Día	Total, Trampas/Noche/ Punto de Muestreo
PMM-02-R	Redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4 horas	3 días	120 h/R
PMM-04-TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (50 Sherman y 6 Tomahawk)	24 horas	3 días	4032 h/TST
PMM-04-TP	Trampas de caída <i>pitfall</i>	Trampas de caída (6 baldes)	24 horas	3 días	432 h/TP
PMM-04-R	Redes de neblina	10 redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4 horas	3 días	120 h/R
PCM-02-TO	Transecto de observación	1 transecto (1 km)	2 horas	3 días	6 h/TO
PCM-02-TC	Trampa cámara	1 cámara trampa	24 horas	3 días	72 h/TC
PMM-06-TO	Transecto de observación	1 transecto (1 km)	2 horas	3 días	6 h/TO
PMM-06-TC	Trampa cámara	1 cámara trampa	24 horas	3 días	72 h/TC
PMM-01-TO	Transecto de observación	1 transecto (1 km)	2 horas	3 días	6 h/TO
PMM-01-TC	Trampa cámara	1 cámara trampa	24 horas	3 días	72 h/TC
PMM-03-TO	Transecto de observación	1 transecto (1 km)	2 horas	3 días	6 h/TO
PMM-05-TO	Transecto de observación	1 transecto (1 km)	2 horas	3 días	6 h/TO
PCM-01-TO	Transecto de observación	1 transecto (1 km)	2 horas	3 días	6 h/TO
PMM-02-TO	Transecto de observación	1 transecto (1 km)	2 horas	3 días	6 h/TO
PMM-02-TC	Trampa cámara	1 cámara trampa	24 horas	3 días	72 h/TC
PMM-04-TO	Transecto de observación	1 transecto (1 km)	2 horas	3 días	6 h/TO

Fuente: Entrix, noviembre - diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio

La principal limitante metodológica fue el poco espacio disponible dentro del remanente de bosque natural, por lo que las metodologías se vieron obligadas a ser distribuidas de manera que se abarque los microhábitats presentes en la zona del Proyecto y que a su vez se encuentren dentro del área de influencia del proyecto. Las metodologías aplicadas también pueden tener sesgos ya que las técnicas empleadas podrían determinar diferentes patrones de abundancia de las especies y no reflejarían la riqueza real del lugar. Por eso es recomendable hacer un levantamiento de información de mastofauna en un periodo no menor a 10 días como se lo hizo en dicho proyecto donde se trabajó 14 días en campo empleando 3432 horas por punto de muestreo. Adicionalmente, las condiciones climáticas juegan un papel importante durante el muestreo, ya que puede existir alteraciones microclimáticas, varias oscilaciones térmicas, mayor exposición a vientos y fuertes precipitaciones constantes (Guixé y Camprodon, 2018).

Fase de Gabinete

Para determinar la diversidad se analizaron datos de riqueza y abundancia de especies, así como también índices de diversidad alfa. Complementando estos análisis se describe el estado de conservación y aspectos ecológicos de las especies de mamíferos reportadas durante los muestreos.

Análisis Cualitativos

Riqueza

Se presentará el número de especies y su composición taxonómica por cada punto de muestreo cualitativo. Se emplean los términos de riqueza para expresar la presencia o ausencia de especies en una determinada área (Moreno C., 2001).

Curva de Acumulación y Estimador de Chao 2

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad mediante la relación de las especies capturadas (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las ordenadas y).

El índice Chao 2, es un método no paramétrico para estimar el número de especies en un ecosistema determinado. Este índice toma en cuenta las especies raras de la muestra para estimar el número de especies en la comunidad. Chao 2 estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas. Este estimador ha probado ser el menos sesgado para muestras pequeñas. Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Chao 2} = S + L^2/2M$$

Donde:

S: número de especies en una muestra

L: número de especies que ocurren solamente en una muestra

M: número de especies que ocurren exactamente en dos muestras

Análisis Cuantitativos

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1

Las curvas de acumulación indican la tasa a la cual se registran especies nuevas en relación con el número de individuos censados. A medida que el número de especies crece la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación llega a su asíntota revela que el número de especies nuevas no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo, tan solo aumenta el número de individuos censados (Magurran, 2004). En adición, se calculó el estimador Chao 1, índice que estima el número de especies en una comunidad ponderando el número de especies raras presentes en la comunidad, por lo que es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas. Su fórmula es (Moreno C. E., 2001):

$$S_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2}$$

Donde:

Sobs representa el total de especies registradas,

F1 es el número de especies registradas por un solo individuo (*singletons*) y

F2 es la cantidad de especies representadas en la muestra por dos individuos (*doubletons*).

El estimador Chao 1 proporciona una medida de eficiencia del muestreo al comparar la riqueza observada frente a la diversidad regional estimada. Los índices fueron calculados en EstimateS (V.9.1.0) (Colwell, 2013).

Riqueza y Abundancia

La riqueza total de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados (colectados o liberados) por cada especie (Villareal y otros, 2004). En este análisis se toma en cuenta únicamente los datos cuantitativos.

Curva de Rango/Dominancia

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

Dependiendo del registro de especies obtenido en campo mediante las curvas de rango/dominancia es posible evaluar si una comunidad está dominada por pocas especies o, por el contrario, posee una mayor equidad.

Diversidad Alfa

La diversidad alfa mide el número de especies que están interactuando en un área de un determinado tamaño. Comprende la variabilidad de especies bajo los criterios de riqueza y heterogeneidad o equitatividad (Jost & González-Oreja, 2012).

Índice de Diversidad de Shannon: Este índice incorpora una medida sobre la equidad de las especies presentes midiendo el grado de incertidumbre de la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a dos especies distintas. El índice varía desde 0 en comunidades con una sola especie o taxón, hasta valores del logaritmo de S cuando existen comunidades con muchos taxones representados por pocos individuos (Magurran A., 2004).

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde la proporción de especies i relativa al total de especies (pi) es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción (lnpi).

Índice de Dominancia de Simpson: El índice de Simpson calcula la probabilidad de que dos individuos escogidos aleatoriamente de una comunidad infinitamente grande pertenezcan a la misma especie. Se calcula por la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde pi es la proporción de individuos encontrados de la especie i.

Mientras menor sea el valor D, menor será la dominancia y mayor la diversidad, ya que se interpreta como que es más probable que la comunidad se encuentre formada por individuos de una o pocas especies (Magurran A., 2004).

Los índices de diversidad que se emplean en el presente trabajo (Shannon y Simpson) combinan la cantidad de especies y sus abundancias relativas dentro de una comunidad, evaluando tanto la riqueza específica como cuán equitativas son sus abundancias. El problema es que estos índices son a veces difíciles de interpretar. Un valor aislado de un índice de diversidad puede confundir la importancia relativa de sus dos componentes (riqueza y equitatividad). Por ejemplo, el mismo valor de un índice puede obtenerse tanto de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Es por esta razón que la interpretación que existía para los índices basándose en un rango de valores ha caído en desuso, por lo cual debe emplearse el valor de los índices y el número de especies (riqueza) que se ha registrado en estudios o investigaciones anteriores (Gotelli & Colwell, 2001).

Diversidad Beta

Índice de Bray-Curtis: El índice de disimilaridad de Bray-Curtis es un índice simple que refleja lo distintas que pueden ser dos localidades basado en los conteos de composición de especies en cada uno (Bray & Curtis, 1957). Se calcula mediante la fórmula:

$$S_{ij} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^n |y_{ij} + y_{ik}|} \right\}$$

Donde y representa la abundancia de las especies en los sitios de monitoreo ij e ik

Si se acerca al 100 %, los lugares son similares completamente.

Aspectos Ecológicos

Gremios alimenticios: Se define como nicho ecológico al conjunto de condiciones físicas bajo las cuales una especie puede explotar un recurso energético de forma efectiva, de tal forma que permita reproducirse y colonizar otros ambientes de condiciones físicas similares. Jarrín (2020) discute que los animales reparten los recursos en el ambiente en tres formas básicas: trófica, espacial y temporalmente. A estas formas dicho autor se refiere como distintas dimensiones de nicho. Se presenta información sobre el gremio alimenticio según la información publicada en la página electrónica de los Mamíferos del Ecuador (Tirira D., 1999).

Hábito: Los mamíferos se clasificaron de acuerdo con su patrón de actividad en dos clases: nocturnos o diurnos. Algunos grupos de mamíferos tienen rangos más amplios, que son de hábitos diurnos y nocturnos, sin dejar de lado la especificidad de las especies dentro del área muestreada en la que se encuentran (Tirira D., 2017).

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

Sociabilidad: De acuerdo con el tamaño y composición de los grupos, los mamíferos se clasifican en gregarios, solitarios o en parejas.

Estado de conservación de las especies: El estado de conservación de las especies de mamíferos del presente estudio se caracterizó de acuerdo con lo publicado en el Libro rojo de los mamíferos del Ecuador (Tirira D., 1999) y a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (Versión 2016-3); además, se analizaron los criterios de la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2014).

Sensibilidad: Las especies sensibles se determinan por su naturaleza escasa, por pertenecer a poblaciones significativamente en reducción por causas antrópicas o por tener distribuciones restringidas

(endémicas). Generalmente, están incluidas dentro de listas de conservación, tanto nacionales como internacionales, lo que les brinda un reconocimiento legal por parte de la legislación nacional.

Para tomar en consideración a una especie como sensible se utilizó como información principal los criterios presentados por Emmons y Feer (1999) y Tirira (1999, 2007, 2011), así como los criterios establecidos en la UICN y CITES.

Como menciona literalmente la UICN en su publicación Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN, “La utilización de las categorías de No Evaluado o Datos Insuficientes indica que no se ha evaluado el riesgo de extinción, aunque por motivos diferentes. Hasta el momento en el que se realice la evaluación, los taxones listados en estas categorías no deberían ser tratados como si estuvieran ‘no amenazados’”. Sería apropiado (especialmente para aquellos listados como Datos Insuficientes) darles el mismo grado de atención que poseen los taxones amenazados, por lo menos hasta que su estado de conservación pueda ser evaluado...” (UICN, 2012); por lo tanto, las especies que se encuentran dentro de estas categorías serán evaluadas como especies que presentan sensibilidad Media.

Además, considerando que “...un taxón está Casi Amenazado cuando ha sido evaluado según los criterios y actualmente no satisface los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, pero está próximo a satisfacer los criterios o posiblemente los satisfaga en un futuro cercano...” (UICN, 2012), las especies que se encuentran dentro de esta categoría serán evaluadas como especies de sensibilidad Alta.

Tabla 6-15 Aspectos Considerados para el Análisis de Sensibilidad a Nivel de Especie

Niveles	Aspectos para Considerar	Categorías	Estado de Sensibilidad
Especie	Especies en categorías de amenaza-UICN (global)	En peligro crítico	Alto
		En peligro	Alto
		Vulnerable	Alto
		Casi amenazado	Alto
		Preocupación menor	Bajo
		Datos insuficientes	Medio
		No evaluado	Medio
	Especies en categorías de amenaza-libros rojos (nacional)	En peligro crítico	Alto
		En peligro	Alto
		Vulnerable	Alto
		Casi amenazado	Alto
		Preocupación menor	Bajo
		Datos insuficientes	Medio
		No evaluado	Medio
	Distribución	Especies endémicas y/o restringidas ciertas áreas	Alto
	Especies indicadoras	Especies indicadoras de buen estado de conservación	Alto
		Especies indicadoras de mal estado de conservación	Bajo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Especies indicadoras: Los indicadores biológicos son aquellas especies sensibles a las actividades humanas o aquellas que juegan un papel esencial en sus ecosistemas. A menudo, son seleccionadas para representar a una colección de especies con requerimientos similares (Noss, 1990). Las especies bioindicadoras no necesariamente se encontrarán amenazadas o en peligro de extinción. Para la selección de las especies de interés e indicadoras se revisó información con las características de cada especie de mastofauna registrada en el presente estudio, información tomada de la guía de campo de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017).

Uso del recurso: Se refiere al uso alimenticio, comercial o ancestral de las especies de mamíferos por parte de las comunidades adyacentes al estudio.

Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del componente Mastofauna se tomó en cuenta un análisis estadístico comparativo de los resultados obtenidos de monitoreos bióticos históricos realizados dentro la concesión, siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares al aplicado durante el presente estudio.

En los monitoreos futuros se realizarán comparaciones más profundas de los estadísticos, ya que, como en este caso se trata de un estudio de línea base, los datos principalmente nos permiten conocer la riqueza del lugar y generar listas de especies; pero no se pueden realizar comparaciones de la diversidad a nivel cronológico, ya que los muestreos por lo general no suelen estar completos con una salida (Kunz y Parsons, 2009). Igualmente, a futuro también se incluirán especies de interés (endémicas, sensibles, etc.) ya que los muestreos futuros permitirán tener más factores como patrones de abundancia de cada taxa.

6.2.4.2.3 Herpetofauna

Introducción

Ecuador es el país que concentra la mayor diversidad de anfibios y reptiles por unidad de área en el mundo (S. R. Ron, Merino-Viteri, & Ortiz, 2021); (Torres-Carvajal, Pazmiño-Otamendi, & Salazar-Valenzuela, 2021) y particularmente la región altoandina se caracteriza por presentar patrones elevados de endemismo en herpetofauna.

El ecosistema de páramo se caracteriza por presentar climas extremos, regímenes constantes de humedad y de radiación solar (Coppus, Mena Vasconez, Segarra, & Sevink, 2002), factores que han originado una configuración particular de flora y fauna en el paisaje, llevando a que el grupo de ranas terrestres del género *Pristimantis* —aquellas que no pasan por un estadio larvario acuático— predominen sobre otras especies.

Dadas estas características, los anfibios y reptiles son considerados como importantes indicadores de la calidad ambiental, ya que su diversidad se relaciona directamente con la calidad y cantidad de hábitat disponible (Steinicke, Gruber, Grimm, Grosse, & Henle, 2015), pudiendo desaparecer al estar sometidos a diferentes presiones ambientales. Por otra parte, este grupo de fauna se encuentra cumpliendo un rol fundamental en la cadena trófica, ya que actúan como consumidores y presas (Beard, Vogt, & Kulmatiski, 2002).

Sin embargo, durante las últimas décadas se ha registrado un descenso en sus poblaciones, donde las causas específicas de su desaparición siguen siendo desconocidas. Probablemente el desarrollo de actividades antrópicas ha promovido la destrucción de hábitats adecuados para anfibios y reptiles, así también el cambio climático y el aumento de temperatura puede haber causado la aparición de enfermedades y patologías emergentes en las poblaciones de anfibios siendo una de las causas principales para su desaparición (Voyles et al., 2009).

Por este motivo, es importante mantener un monitoreo biológico constante de este grupo tan sensible, especialmente en ecosistemas altoandinos, donde la fidelidad de hábitat que pueden respetar los anfibios

y reptiles en este ecosistema es muy alto, por lo que cualquier cambio ambiental puede tener graves consecuencias en sus poblaciones.

Criterios Metodológicos

Para tener precisión en los estimadores que se utilizarán durante el estudio, es necesario identificar las fuentes de variabilidad y sesgos: periodo del día, condiciones climáticas, distribución de especies, variación natural de los hábitats, etc. Los puntos de muestreo en el presente estudio no se encuentran distribuidos al azar, sin embargo, en cada uno de los puntos se realiza una búsqueda en cada uno de los microhábitats que son representativos del ecosistema. De esta manera, las muestras resultantes no subestiman ni sobreestiman la biodiversidad de herpetofauna. Para el caso específico de anfibios, las búsquedas se realizan en lugares donde existe presencia de vegetación (arbustiva o herbácea) que pueda brindar refugio y acumule la humedad necesaria para la supervivencia de este grupo; además, se realizan búsquedas bajo rocas o en las cercanías de cuerpos de agua lénticos o lóticos que brinden las condiciones necesarias para que las especies puedan completar su ciclo reproductivo. Para el caso de reptiles, tomando en cuenta las especies registradas en este tipo de ecosistemas altoandinos, las búsquedas se realizan durante el día entre la vegetación y en lugares donde puedan tomar sol para regular su temperatura.

Fase de Campo

El trabajo de campo se llevó a cabo desde el 22 de noviembre al 9 de diciembre de 2021. El levantamiento de información se realizó en tres puntos cuantitativos y ocho puntos cualitativos.

Muestreo Cuantitativo

El muestreo y catalogación de los anfibios y reptiles se fundamentó en recorridos diurnos y nocturnos sobre transectos. El procedimiento de registro y captura de estos organismos corresponde a las técnicas estandarizadas por Angulo, Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha, & La Marca, (2006), para evitar recuentos de especímenes que fueron capturados y liberados concluida la jornada de trabajo en cada punto.

Se establecieron transectos de 400 m de longitud. Los transectos fueron visitados diariamente para realizar recorridos diurnos y nocturnos por el investigador y un guía local. 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 de hasta tres metros de alto en el subdosel.

Transectos Lineales (T)

Esta técnica es usada para medir la composición de especies, la abundancia relativa, distribución espaciotemporal, épocas y lugares de reproducción (Lips R. Y., 1999). Para aplicar esta técnica se realizaron caminatas diurnas de tres horas de duración (de 9:00 a 12:00) y nocturnas, también de tres horas (de 19:00 a 22:00).

Transecto de Franjas Auditivas (RA)

Simultáneamente, en las áreas de los transectos lineales se realizaron Franjas Auditivas (Lips R. Y., 1999), las 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 *Anfibios del Ecuador* (S. R. Ron et al., 2021).

Muestreo Cualitativo

Para los muestreos cualitativos o denominados de observación se mantuvo la metodología de Transectos de Relevamientos de Encuentros Visuales (Crump y Scott, 1994), pero con una longitud de 1 km dependiendo de la accesibilidad del terreno. Esta técnica es apropiada para estudios de anfibios y reptiles

de hábitos fosoriales u ocultos. El procedimiento para el muestreo con esta metodología consistió en que el técnico caminó a través de un área determinada o hábitat por un período de tiempo predeterminado (una hora) buscando anfibios y reptiles de modo sistemático en microhábitats, como son: hojarasca, troncos caídos, raíces y árboles tablares, entre los principales sustratos.

Sitios de Muestreo

A continuación, se incluyen la tabla, los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo. En las áreas muestreadas, el punto PCH-02 presento muy poca cobertura vegetal dada la presencia de un incendio antiguo, por lo que los registros se vieron nulos en los recorridos realizados.

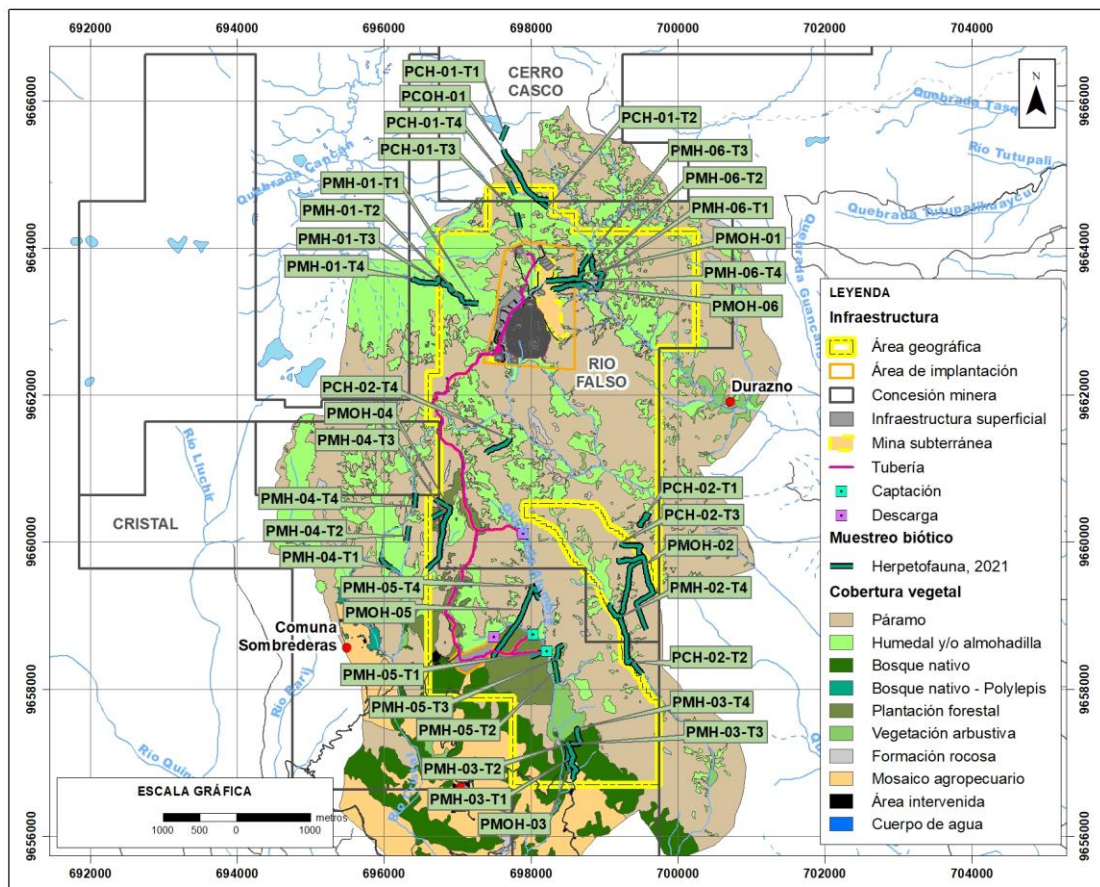


Figura 6-5 Levantamiento de Información del Componente Herpetofauna Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, Levantamiento de información en campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, abril 2022

Página en blanco

Tabla 6-16 Sitios de Muestreo de Herpetofauna

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Metodología															
		Inicio		Fin																				
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)																			
PCH-01	27-28-29/11/2021	697670	9665665	697590	9665467	3782	Herbazal de páramo	Cuantitativo	4 transectos lineales de 400 m x 4 m															
		698074	9664667	698237	9664546	3779																		
		697799	9664483	697849	9664277	3789																		
		697696	9664917	697782	9664725	3785																		
PCH-02	23-24-25/11/2021	697733	9661656	697993	9661411	3681				Herbazal de páramo	Cuantitativo	4 transectos lineales de 400 m x 4 m												
		698197	9661274	698500	9661041	3689																		
		698652	9661009	698765	9661361	3684																		
		697711	9661410	697391	9661215	3692																		
PMH-01	02-03-04/12/2021	697281	9663247	697074	9663266	3796							Herbazal de páramo	Cuantitativo	4 transectos lineales de 400 m x 4 m									
		697074	9663266	696934	9663429	3790																		
		696934	9663429	696742	9663597	3794																		
		696742	9663597	696395	9663597	3787																		
PMH-02	23-24-25/11/2021	699477	9660225	699598	9660383	3616										Herbazal de páramo	Cuantitativo	4 transectos lineales de 400 m x 4 m						
		699500	9658216	699364	9658392	3620																		
		699364	9658392	699204	9659987	3611																		
		699226	9658988	699101	9659157	3614																		
PMH-03	05-06-07/12/2021	698539	9656854	695811	9657050	3322													Herbazal de páramo	Cuantitativo	4 transectos lineales de 400 m x 4 m			
		695811	9657050	698468	9657251	3317																		
		698468	9657251	698672	9657260	3326																		
		698672	9657260	698627	9657459	3324																		
PMH-04	01-02-03/12/2021	696091	9659655	695960	9659790	3696																Herbazal de páramo	Cuantitativo	4 transectos lineales de 400 m x 4 m
		696339	9660221	696304	9660021	3690																		
		696650	9660329	696821	9660421	3687																		

Estudio de Impacto Ambiental del Área Operativa del Proyecto Minero Loma Larga conformado por las Áreas Mineras Cerro Casco (Código 101580), Río Falso (Código 101577) y Cristal (Código 102195) para las Fases de Explotación y Beneficio de Minerales Metálicos bajo el Régimen de Gran Minería

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Metodología
		Inicio		Fin					
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)				
		696432	9660669	696410	9660469	3699			
PMH-05	05-06-07 /12/2021	698207	9658525	697986	9658441	3575			
		698368	9658078	698309	9658430	3578			
		698427	9658586	698368	9658392	3584			
		698012	9659427	698104	9659238	3570			
PMH-06	29-30/11/2021-01/12/2021	698872	9663477	698845	9663678	3627			
		698845	9663678	698801	9663903	3621			
		698801	9663903	698682	9663740	3632			
		698682	9663740	698664	9663528	3625			
PCOH-01	30/11/2021	697622	9665343	698233	9664655	3748	Cualitativo	1 transecto de observación de 1 km x 4 m	
PCOH-02	26/11/2021	697411	9661038	698027	9661345	3700			
PMOH-01	05/12/2021	698202	9663550	698731	9663665	3768			
PMOH-02	26/11/2021	699197	9659780	699568	9658808	3663			
PMOH-03	08/12/2021	698556	9656777	698491	9657282	3308			
PMOH-04	04/12/2021	696688	9660583	696591	9659639	3724			
PMOH-05	08/12/2021	698114	9659374	697502	9658447	3672			
PMOH-06	02/12/2021	698302	9663425	698803	9663482	3750			

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 6-17 Esfuerzo de Muestreo Empleado para Herpetofauna

Código del Informe	Método	Número Trampas/Redes/Transecto	Horas/Día	N.º de Personas	Esfuerzo Total
PCH-01	Cuantitativo. Transecto lineal de 400 m	4 transectos de aproximadamente 400 m de longitud por 4 m de ancho	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	72 horas/hombre
PCH-02	Cuantitativo. Transecto lineal de 400 m	4 transectos de aproximadamente 400 m de longitud por 4 m de ancho	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	72 horas/hombre
PMH-01	Cuantitativo. Transecto lineal de 400 m	4 transectos de aproximadamente 400 m de longitud por 4 m de ancho	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	72 horas/hombre
PMH-02	Cuantitativo. Transecto lineal de 400 m	4 transectos de aproximadamente 400 m de longitud por 4 m de ancho	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	72 horas/hombre
PMH-03	Cuantitativo. Transecto lineal de 400 m	4 transectos de aproximadamente 400 m de longitud por 4 m de ancho	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	72 horas/hombre
PMH-04	Cuantitativo. Transecto lineal de 400 m	4 transectos de aproximadamente 400 m de longitud por 4 m de ancho	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	72 horas/hombre
PMH-05	Cuantitativo. Transecto lineal de 400 m	4 transectos de aproximadamente 400 m de longitud por 4 m de ancho	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	72 horas/hombre
PMH-06	Cuantitativo. Transecto lineal de 400 m	4 transectos de aproximadamente 400 m de longitud por 4 m de ancho	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	72 horas/hombre
PCOH-01	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de 1 km de longitud	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas/hombre
PMOH-01	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de 1 km de longitud	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas/hombre
PMOH-02	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de 1 km de longitud	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas/hombre
PMOH-03	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de 1 km de longitud	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas/hombre
PMOH-04	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de 1 km de longitud	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas/hombre
PMOH-05	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de 1 km de longitud	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas/hombre
PMOH-06	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de 1 km de longitud	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas/hombre
TOTAL					590 horas/hombre

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio

La principal limitante metodológica fue la presencia de luna llena durante el estudio. Además, durante los recorridos diurnos se presentaron cielos nublados sin radiación solar, mientras que en las noches las precipitaciones y las bajas temperaturas interrumpieron el proceso de monitoreo.

Fase de Gabinete

El trabajo de gabinete se compone tanto de la fase de identificación taxonómica de los individuos colectados en base a literatura, así como de la fase de procesamiento y análisis de datos. El análisis de datos sigue la misma estructura para todos los componentes de fauna terrestre.

Análisis Cualitativos

Riqueza

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

Curva de Acumulación y Estimador Chao 2

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad, mediante la relación de las especies capturadas (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las ordenadas y).

El índice Chao 2 es un método no paramétrico para estimar el número de especies en un ecosistema determinado. Este índice toma en cuenta las especies raras de la muestra para estimar el número de especies en la comunidad. Chao 2 estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas. Este estimador ha probado ser el menos sesgado para muestras pequeñas. Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Chao 2} = S + L^2/2M$$

Donde:

S: número de especies en una muestra

L: número de especies que ocurren solamente en una muestra

M: número de especies que ocurren exactamente en dos muestras

Análisis Cuantitativos

Curva de Acumulación de Especies y Estimador Chao 1

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad, mediante la relación de las especies capturadas (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las ordenadas y). A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación es asintótica revela que el número de especies no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo (Magurran, 2004).

Con la finalidad de obtener la curva de acumulación, se utilizaron los datos estimados e intervalos de confianza proporcionados por el programa EstimateS (Aranda, 2012) (Colwell, Mao, & Chang, 2004), software especializado que permite realizar este tipo de análisis basado en un proceso de remuestreo y rarefacción mediante iteraciones al azar del ordenamiento de especies.

El índice Chao 1 estima el número de especies en una comunidad, basado en el número de especies raras presentes en la muestra, razón por la cual su valor es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas (Magurran, 2004). Su fórmula es:

$$S_{Chao1} = S_{obs} + F122F2$$

Donde:

Sobs representa el total de especies registradas,

F1 es el número de especies registradas por un solo individuo (singletons) y

F2 es la cantidad de especies representadas en la muestra por dos individuos (doubletons).

La representatividad del muestreo fue evaluada en base al índice de Chao 1 y a los valores de número de especies registrado en el muestreo.

Riqueza y Abundancia Relativa

La riqueza total de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados (colectados o liberados) por cada especie (Villareal y otros, 2004). Se analizó la abundancia relativa, que permite caracterizar la muestra a través de la curva de abundancia relativa-diversidad. El empleo de esta curva es considerado como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y seminaturales (Magurran, 2004); (Moreno, 2001). Se basa en el cálculo de la abundancia relativa dividiendo el número de individuos de la especie *i* para el total de individuos capturados extrapolando este valor con la riqueza específica.

$$P_i = n_i / N$$

Donde:

n_i = es el número de individuos de la especie *i* dividido para el número total de individuos de la muestra (*N*).

De acuerdo con la abundancia relativa de los individuos capturados, se separaron en cuatro grupos en base al número de individuos:

Tabla 6-18 Interpretación de Abundancia Relativa

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

Fuente: modificado de Stotz, Fitzpatrick, Parker III, & Moskovits, (1996)

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Rango-Dominancia

Las curvas de rango/dominancia son un modelo de distribución mediante el cual se puede desarrollar una interpretación ecológica del estado de los ecosistemas evaluados. En las abscisas (eje x) se representan

las especies dispuestas desde la más abundante hasta la menos abundante, mientras que en el eje de las ordenadas (eje y) se presenta el número total de individuos por especie.

Dependiendo del registro de especies obtenido en campo mediante las curvas de rango/dominancia es posible evaluar si una comunidad está dominada por pocas especies o posee una mayor equidad.

Diversidad Alfa

La diversidad alfa mide el número de especies que están interactuando en un área de un determinado tamaño. Comprende la variabilidad de especies bajo los criterios de riqueza y heterogeneidad o equitatividad (Jost & González-Oreja, 2012).

Índice de Diversidad de Shannon: Este índice “mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección”. Varía desde 0 en comunidades con una sola especie o taxón, hasta valores del logaritmo de S cuando existen comunidades con muchos taxones representadas por pocos individuos en el mismo número.

Se calcula con la siguiente fórmula:

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

Donde la proporción de especies i relativa al total de especies (pi) es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción (lnpi). El producto resultante es sumado entre las especies y multiplicado por -1.

Para una correcta interpretación del valor de H' obtenido se procederá a calcular el número de especies efectivas de la comunidad (Jost, 2006) con la siguiente fórmula:

$$\exp \left(- \sum p_i \ln(p_i) \right)$$

Esto permitirá obtener un valor de diversidad que podrá ser comparable entre comunidades y monitoreos.

Índice de Dominancia de Simpson: El índice de Simpson calcula la probabilidad de que dos individuos escogidos aleatoriamente de una comunidad infinitamente grande pertenezcan a la misma especie. Se calcula con la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde pi es la proporción de individuos encontrados de la especie i. Mientras menor sea el valor D, menor será la dominancia, ya que se interpreta como que es más probable que la comunidad se encuentre formada por individuos de una o pocas especies (Magurran, 2004).

Los índices de diversidad que se emplearán en el presente trabajo (Shannon y Simpson) combinan la cantidad de especies y sus abundancias relativas dentro de una comunidad, evaluando tanto la riqueza específica como cuán equitativas son sus abundancias. El problema es que estos índices son a veces difíciles de interpretar. Un valor aislado de un índice de diversidad puede confundir la importancia relativa de sus dos componentes (riqueza y equitatividad). Por ejemplo, el mismo valor de un índice puede obtenerse tanto de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad, como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Es por esta razón que la interpretación que existía para los índices basándose en un rango de valores ha caído en desuso, por lo que debe emplearse el valor de los índices y el número de especies (riqueza) que se ha registrado en estudios o investigaciones anteriores (Colwell et al., 2004).

Diversidad Beta

Índice de Bray-Curtis: El índice de disimilaridad de Bray-Curtis es un índice simple que refleja lo distintas que pueden ser dos localidades basado en los conteos de composición de especies en cada uno (Bray & Curtis, 1957). Se calcula mediante la fórmula:

$$S_{ij} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^n |y_{ij} + y_{ik}|} \right\}$$

Donde y representa la abundancia de las especies en los sitios de monitoreo ij e ik

Si se acerca al 100 %, los lugares son completamente similares.

Aspectos Ecológicos

Las identificaciones de especímenes se dieron mediante la experiencia del investigador apoyadas en bibliografía, en conjunto con información obtenida de los sitios web Anfibios del Ecuador (S. R. Ron et al., 2021), Reptiles del Ecuador (Torres-Carvajal et al., 2021) y Reptiles of Ecuador: Life in the middle of the world (Arteaga, Bustamante, Vieira, & Guayasamin, 2021).

Gremio o nicho trófico: El nicho trófico se refiere a la posición de los organismos en la cadena alimenticia considerando el flujo de energía y materia en un ecosistema: productor, herbívoro o carnívoro. En el caso de anfibios y reptiles, se tomó en cuenta las siguientes clasificaciones: insectívoro generalista, carnívoro generalista, insectívoro especialista, carnívoro especialista, insectívoro-carnívoro, omnívoro y detritívoro.

Hábito: Es el comportamiento que poseen los seres vivos donde poseen mayor estado de actividad, este puede ser diurno, nocturno o diurno/nocturno.

Distribución vertical (estrato): Se refiere al espacio o hábitat que ocupan las especies dentro de un nicho. En el caso de anfibios y reptiles, este espacio puede ser: fosorial, semifosorial, terrestre, arbóreo (>2 m), subdosel (<2 m), semiarbóreo, acuático y semiacuático (Lynch & Duellman, 1997).

Patrones reproductivos: Según Wells (2007), los anfibios presentan un total de 39 modos reproductivos. Esta clasificación varía según el tipo de nido, el sitio de colocación de los huevos y el hábitat de desarrollo de las larvas. En el caso de reptiles, presentan tres modos reproductivos: ovíparos, ovovivíparos y vivíparos.

Estado de conservación de las especies: La evaluación del estado de conservación de la herpetofauna se realizó mediante los criterios regionales de la IUCN, (2020), listas rojas nacionales de Carrillo, Aldás, & Altamirano, (2005) y de Ortega Andrade et al., (2021); y portales Web: Anfibios del Ecuador (S. R. Ron et al., 2021) y Reptiles del Ecuador (Torres-Carvajal et al., 2021). También se utilizaron los criterios establecidos por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (UNEP-WCMC (Comps.), 2020).

Especies sensibles: Para evaluar la sensibilidad, se considerará los criterios de estatus de protección, distribución geográfica, uso local y movilidad, apoyado con información bibliográfica pertinente.

A continuación, se detallan los criterios biológicos antes mencionados:

Tabla 6-19 Criterios Biológicos para Evaluación de Sensibilidad de las Especies

Criterios	Descripción	Categoría		Puntuación
Estatus de protección	Nivel de protección que puede recaer en una especie, definido por la categorización de especies amenazadas internacional (IUCN) y nacionalmente (libro rojo)	Nivel de protección	Estatus de protección más alto (6)	6
			Estatus de protección más bajo (cero) con las especies sin estatus de protección	0
		Local	Endemismo local	5

Criterios	Descripción	Categoría		Puntuación
Distribución geográfica	El criterio de distribución geográfica se define en tres niveles, los que están referidos al rango de distribución que presenta cada una de las especies.	Regional	Distribución en Sudamérica	2
		Amplia	Ampliamente distribuida	0
Uso local	Se define también en tres niveles: uso permanente, uso estacional y especies sin uso.	Permanente	Usado durante todo el año o frecuentemente	2
		Estacional	Usado estacionalmente o solo ocasionalmente	1
		Ninguno	No usada o muy raramente usada	0
Movilidad	El criterio de movilidad está relacionado con la habilidad del organismo para moverse o huir a consecuencia de un disturbio en su hábitat natural.	Inmóvil	Animales pequeños, con una limitada habilidad para huir desde sus zonas de refugios (reptiles, anfibios, mamíferos pequeños) y plantas	2 fauna 1 flora
		Móvil	Aves y mamíferos grandes, como los felinos y camélidos, que pueden escapar fácilmente de los lugares perturbados.	0

Fuente: Domus Consultoría Ambiental SAC, 2009
Modificado: Taller MAE 25 Ago 2015

Se desarrolló un esquema de calificación de la sensibilidad de especies para identificar a qué categorías pertenecen, donde los valores de puntuación de cada criterio descrito anteriormente son sumados para cada especie. Las especies de Alta sensibilidad son aquellas que tienen un puntaje mayor o igual a 11; la sensibilidad Media corresponde a las especies con un puntaje entre 6 y 10; y las especies con un puntaje entre 1 y 5 son categorizadas como especies de Baja sensibilidad; y, aquellas con un puntaje de 0 son consideradas como no sensibles.

Uso del recurso: Mediante entrevistas con los habitantes de la zona, se determinó si algunas de las especies registradas eran utilizadas con fines de alimentación, comercio o cazadas por considerarse peligrosas.

Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del componente Herpetofauna se tomó en cuenta un análisis estadístico comparativo de los resultados obtenidos de monitoreos bióticos históricos realizados dentro la concesión, siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares al aplicado durante el presente estudio.

En los monitoreos futuros se realizarán comparaciones más profundas de los estadísticos, ya que, como en este caso se trata de un estudio de línea base, los datos principalmente nos permiten conocer la riqueza del lugar y generar listas de especies; pero no se pueden realizar comparaciones de la diversidad a nivel cronológico, ya que los muestreos por lo general no suelen estar completos con una salida (Kunz y Parsons, 2009). Igualmente, a futuro también se incluirán especies de interés (endémicas, sensibles, etc.) ya que los muestreos futuros permitirán tener más factores como patrones de abundancia de cada taxa.

6.2.4.2.4 Entomofauna

Introducción

Los invertebrados constituyen un grupo de fauna muy común en el ecosistema terrestre, abarcan todos los pisos geográficos, desde los 0 msnm hasta las zonas cercanas a las nieves perpetuas. Se los puede encontrar en la hojarasca del suelo, troncos, cúmulos de hojas secas suspendidas, follaje, inflorescencias, etc. En los paisajes naturales los invertebrados intervienen en varios procesos ecológicos, así: polinización, descomposición de materia orgánica, reciclaje de nutrientes, dispersión de polen, control de poblaciones, etc. En los diferentes ecosistemas del Neotrópico se estima la presencia de más de un millón de especies de invertebrados, esta alta cantidad de especies ha llevado a que se califique a los invertebrados como un grupo de megadiversidad (Erwin, 1990).

Este estudio está enfocado en los páramos ecuatorianos, que son un ecosistema alpino tropical que se extiende en los Andes desde el norte de Perú hasta la cordillera de Talamanca en Costa Rica, por encima de la línea forestal continua (3400-3600 m) y por debajo de la línea de nieve permanente (4800-5000 m), con características particulares como: temperaturas ambiente bajas, oscilaciones diarias más altas que las estacionales y una alta frecuencia de heladas nocturnas durante todo el año. Está formado por pastos de matas, plantas cojín y arbustos esclerófilos.

A diferencia de otros ecosistemas, los páramos del Ecuador han sido poco estudiados, la mayoría de los estudios están enfocados a la ecología, biogeografía y especies faunísticas mayores. Sin embargo, los insectos en general rara vez son incluidos en estos estudios (Perrault, 1994; Sturm, 1994; Moret, 2001; Smithers & Atkins, 2001; Camero, 2003). No obstante, los Carabidae han demostrado ser de gran utilidad para los estudios ecológicos, ya que muchos de ellos son estenotópicos y están vinculados a nichos específicos (Thiele, 1977; Desender et al., 1994; Dajoz, 2002). Además, en las comunidades de gran altitud su alta tasa de endemismo proporciona datos valiosos para los análisis biogeográficos (Noonan et al., 1992; Liebherr, 1994).

Con el fin de abarcar la mayor información posible de la entomofauna se consideró a todos los taxones como focales excelentes para estudios de las interacciones entre perturbaciones antropogénicas y estructura de la comunidad (Edmons, 1982), características que permiten reflejar el estado de conservación del bosque y el grado de intervención en los ecosistemas naturales (Edmons, 1982). Para esto se utilizó varias metodologías estandarizadas y modificadas según el área de muestreo con el fin de registrar la mayor cantidad de taxones presentes.

En este estudio se realizó un levantamiento de información en la provincia del Azuay, cantones Cuenca, San Fernando y Girón, localidad: Loma Larga. Se aplicó trampas pitfall (caída) para registro de escarabajos, trampas Van Someren (aéreas) para mariposas diurnas, trampas de luz para insectos nocturnos y trampas de platos para insectos voladores, y los datos obtenidos fueron utilizados para análisis cuantitativos. Además, se realizó un transecto donde se registró a todos los grupos de insectos presentes en el área mediante técnicas cualitativas. En conjunto, ambas técnicas fueron aplicadas con el fin de conocer las especies, el estado y conservación de cada una de ellas y de los ecosistemas presentes en la zona y los posibles impactos que atentan contra ellos.

Criterios Metodológicos

Para realizar el levantamiento de información y la correspondiente caracterización faunística se utilizaron inventarios cuantitativos, debido a que las metodologías utilizadas registran a la mayoría de los grupos que proporcionan información sobre el estado del ecosistema. La descripción de los métodos usados para determinar el componente entomofaunístico del Proyecto ha sido utilizada por varios autores (Moret, 2005, Carvajal, Villamarín-Cortez & Ortega, 2011; Favila, 1993; Celi & Dávalos, 2001; Sayre et al., 2002) y se describe a continuación:

Fase de Campo

Durante la fase de campo todos los sitios de muestreo fueron operados por dos personas durante tres días, en los cuales se llevó a cabo un muestreo intensivo desde las 09h00 hasta las 16h00, horario en que los insectos presentan sus picos de actividad (Droege, 2005). Las características que se buscaron en cada uno de los lugares a muestrear fueron: sitios no inundables para la correcta instalación y actuación de trampas pitfall y trampas platos que permitieran la captura de especímenes durante el tiempo especificado, sin el riesgo de que las trampas se inunden y se pierda la información recopilada. Así mismo, se buscó zonas con vegetación arbustiva que permitiera la instalación y actuación de las trampas VRS y de luz que colectan mariposas diurnas y nocturnas y que metodológicamente dependen de una estructura vertical para su funcionamiento. De manera general se procuró trabajar en sitios con características ecológicas imprescindibles para insectos como vegetación, recursos (alimenticios, hábitats, refugio, sitios de nidación). Sin embargo, cabe recalcar que para ciertos puntos no se pudo aplicar todas las metodologías nombradas a continuación, debido a las condiciones del entorno o por el clima del lugar.

Muestreo Cuantitativo

Trampas Pitfall para Escarabajos

En cada uno de los sectores se instalaron dos transectos de 200 m de largo por 2 m de ancho donde se colocaron 20 trampas pitfall “vivas” (tarrinas de plástico de 120 mm de diámetro por 140 mm de profundidad) dispuestas cada 20 m de manera longitudinal. Diez trampas fueron cebadas con excremento humano y diez trampas con carroña (camarón en descomposición). La actividad de cada trampa fue de 48 horas. Las trampas fueron revisadas diariamente procediendo a la identificación, tabulación y liberación de los individuos de fácil determinación, colectando únicamente aquellos individuos que no pudieron ser identificados in situ; transcurridas las 48 horas las trampas fueron retiradas.

Trampas Aéreas Van Someren Rydon (VSR)

En cada punto de muestreo se tomaron registros mediante trampas Van Someren Rydon (VSR) para captura de mariposas diurnas, mediante la colocación de diez trampas en un transecto de 200 m de longitud por 2 m de ancho distanciadas 20 m entre sí y a una altura aproximada de 1,50 m desde el suelo (Villareal et al., 2006). Para atraer a las mariposas, en cada trampa se colocaron cebos compuestos por carne en estado de descomposición y frutas en descomposición fermentadas con levadura. Este método es bastante sencillo y muy utilizado para la captura de mariposas diurnas. Las trampas instaladas actuaron durante aproximadamente 48 horas.

Trampas de Luz

Esta trampa se utilizó en jornadas nocturnas y sirvió como atrayente de insectos voladores con fototropismo positivo, con énfasis en polillas (Heteroceros). Una alta diversidad de insectos nocturnos es atraída a la luz, entre ellos varios de los más exóticos. La trampa de luz utiliza una variedad de herramientas y equipos, pero siempre con el mismo principio. Cuenta generalmente con un foco de luz blanca que se conecta a una fuente de electricidad, el foco fue colocado en la parte media o superior de una manta blanca extendida que actuó como reflector de la luz y fue en ella donde se posó la mayoría de los organismos. Cabe recalcar que es poco eficiente colectar en noches con luna (Marquez, 2005).

Trampas de Platos

Este método consiste en la colocación de recipientes medianos (alrededor de 20 cm de diámetro) con fluido preservante (agua jabonosa) a cielo abierto, en sitios de alta visibilidad, los cuales atraerán insectos voladores por medio de su coloración, similar al de las flores o plantas de las que normalmente se alimentan. Este método se desarrolló para evaluar poblaciones de áfidos en los cultivos entre 1950 y 1951, por lo que inicialmente se utilizaba solo platos amarillos. Actualmente es un método muy usado para

evaluar poblaciones de insectos voladores, siendo los colores más comunes blanco, amarillo, azul y rojo. Se colocaron 10 platos en cada transecto. Se utilizaron tres colores diferentes (rojo, amarillo y azul).

Con los datos cuantitativos obtenidos se realizaron análisis de riqueza, abundancia, diversidad y aspectos ecológicos relevantes del conjunto de especies registradas, así como su estado de conservación y sensibilidad.

Muestreo Cualitativo

Transecto de Observación y Colecta Manual

Para el muestreo cualitativo, se realizaron recorridos de observación directa y colecta manual en un rango de 500 m de longitud durante dos horas en los diferentes hábitats y microhábitats; todos los individuos observados fueron registrados fotográficamente.

Sitios de Muestreo

A continuación, se incluyen la tabla y figura de los sitios y fechas de muestreo, así como también el tipo de vegetación, la metodología aplicada y el tipo de muestreo.

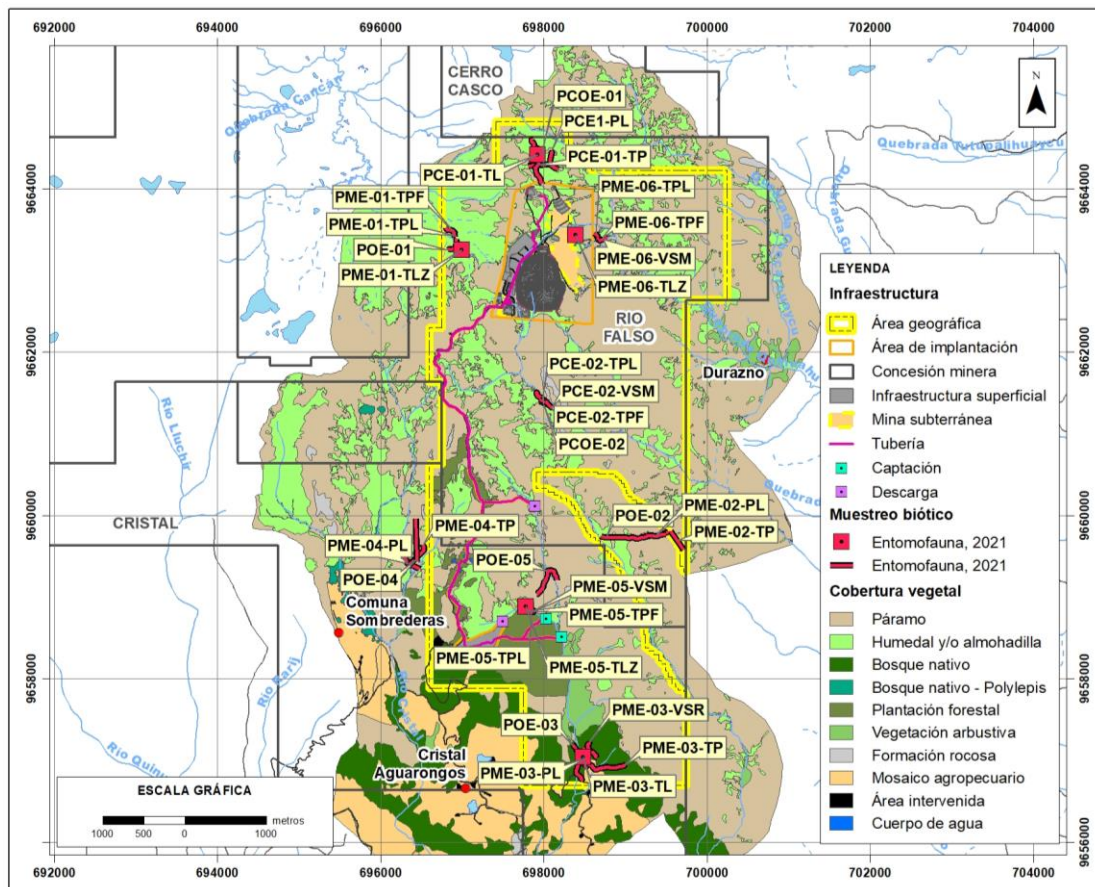


Figura 6-6 Levantamiento de Información del Componente Entomofauna Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, Levantamiento de información en campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, abril 2022

Tabla 6-20 Sitios de Muestreo de Entomofauna

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PCE-01-PL	27-29/11/2021	698165	9664246	698094	9664453	3779	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas de platos
PCE-01-TL	27-29/11/2021	697924	9664418	-	-	3805	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	N/A	Estación de muestreo con trampa de luz
PCE-01-TP	27-29/11/2021	698065	9664302	697813	9664286	3780	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas pitfall
PCE-02-PL	23-25/11/2021	697925	9661477	698056	9661368	3686	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas de platos
PCE-02-TL	23-25/11/2021	697948	9661425	-	-	3805	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	N/A	Estación de muestreo con trampa de luz
PCE-02-TP	23-25/11/2021	697950	9661404	698078	9661346	3689	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas pitfall

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PCE-02-VSR	23-25/11/2021	697913	9661509	698096	9661321	3696	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas VSR
PCOE-01	28/11/2021	697863	9664606	697976	9664063	3810	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cualitativo	500	Cualitativo: Transecto de observación
PCOE-02	23/11/2021	698016	9661382	697950	9661427	3692	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cualitativo	500	Transecto de observación
PME-01-PL	1/3-12/2021	696908	9663420	696838	9663498	3781	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas de platos
PME-01-TL	1/3-12/2021	696994	9663250			3750	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	N/A	Estación de muestreo con trampa de luz
PME-01-TP	1/3-12/2021	696912	9663416	696803	9663521	3781	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas pitfall

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PME-02-PL	23-25/11/2021	699523	9659805	699219	9659775	3580	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas de platos
PME-02-TL	23-25/11/2021	699219	9659775	-	-	3750	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	N/A	Estación de muestreo con trampa de luz
PME-02-TP	23-25/11/2021	699556	9659811	699714	9659577	3665	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas pitfall
PME-03-PL	5-7/12/2021	698521	9657129	698504	9656906	3375	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas de platos
PME-03-TL	5-7/12/2021	698482	9657041	—	—	3393	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	N/A	Estación de muestreo con trampa de luz

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PME-03-TP	5-7/12/2021	698483	9657155	698989	9656941	3362	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas pitfall
PME-03-VSR	5-7/12/2021	698556	9657221	695745	9855910	3364	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas VSR
PME-04-PL	1/3-12/2021	696476	9659344	696228	9659483	3615	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Estación de muestreo con trampa de luz
PME-04-TL	1/3-12/2021	696425	9659950	—	—	3393	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	N/A	Estación de muestreo con trampa de luz
PME-04-TP	1/3-12/2021	606519	9659637	696371	9659397	3680	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas pitfall

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PME-04-VSR	1/3-12/2021	696338	9659373	696217	9659559	3520	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas VSR
PME-05-PL	5-7/12/2021	697881	9658831	697818	9658831	3632	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas de platos
PME-05-TL	5-7/12/2021	697777	9658889	697777	9658889	3636	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	N/A	Estación de muestreo con trampa de luz
PME-05-TP	5-7/12/2021	697885	9658828	697781	9658836	3637	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas pitfall
PME-05-VSR	5-7/12/2021	697784	9658841	697869	9658823	3623	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas VSR
PME-06-PL	27-29/11/2021	698660	9663422	698617	9663461	3662	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas de platos

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PME-06-TL	27-29/11/2021	698386	9663435			3747	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	N/A	Estación de muestreo con trampa de luz
PME-06-TP	27-29/11/2021	698713	9663395	698654	9663439	3643	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas pitfall
PME-06-VSR	27-29/11/2021	698775	9663397	698683	9663372	3632	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cuantitativo	200	Transecto de 200 m con trampas VSR
POE-01	2/12/2021	696929	9663387	696821	9663254	3768	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cualitativo	500	Transecto de observación
POE-02	24/11/2021	699492	9659767	698703	9659743	3670	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cualitativo	500	Transecto de observación
POE-03	6/12/2021	698461	9656750	698350	9657192	3350	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cualitativo	500	Transecto de observación

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral (m)	Metodología
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
POE-04	2/12/2021	696430	9659959	696448	9659434	3700	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	500	Transecto de observación
POE-05	6/12/2021	697912	9659036	698158	9659208	3625	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cualitativo	500	Transecto de observación
POE-06	28/11/2021	698660	9663422	698617	9663461	3662	Páramo de pajonal, almohadillas, humedales y pantanos	Cualitativo	500	Transecto de observación

Nota: la metodología de Trampas VSR no pudo ser ejecutada en los sitios PME-01, PME-02 y PCE-01 debido a las condiciones físicas y climáticas del área de muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 6-21 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Entomofauna

Código del Informe	Método	Número Trampas/Redes/Transecto	Horas por Día	N.º de Personas	Total Trampas/Noche/ Punto de Muestreo
PCE-01-PL	Cuantitativo	10 platos	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
PCE-01-TL	Cuantitativo	Estación de muestreo con trampa de luz	2 horas/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PCE-01-TP	Cuantitativo	20 trampas pitfall	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	960 horas
PCE-02-PL	Cuantitativo	10 platos	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
PCE-02-TP	Cuantitativo	20 trampas pitfall	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	960 horas
PCE-02-TL	Cuantitativo	Estación de muestreo con trampa de luz	2 horas/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PCE-02-VSR	Cuantitativo	10 trampas Van Someren	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
PCOE-01	Cualitativo	Transecto de observación	4 horas/1 día	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PCOE-02	Cualitativo	Transecto de observación	4 horas/1 día	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PME-01-PL	Cuantitativo	10 platos	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
PME-01-TL	Cuantitativo	Estación de muestreo con trampa de luz	2 horas/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PME-01-TP	Cuantitativo	20 trampas <i>pitfall</i>	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	960 horas
PME-02-PL	Cuantitativo	10 platos	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
PME-02-TL	Cuantitativo	Estación de muestreo con trampa de luz	2 horas/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PME-02-TP	Cuantitativo	20 trampas <i>pitfall</i>	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	960 horas
PME-03-PL	Cuantitativo	10 platos	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
PME-03-TL	Cuantitativo	Estación de muestreo con trampa de luz	2 horas/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PME-03-TP	Cuantitativo	20 trampas <i>pitfall</i>	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	960 horas
PME-03-VSR	Cuantitativo	10 trampas Van Someren	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
PME-04-PL	Cuantitativo	10 platos	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
PME-04-TL	Cuantitativo	Estación de muestreo con trampa de luz	2 horas/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PME-04-TP	Cuantitativo	20 trampas pitfall	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	960 horas
PME-04-VSR	Cuantitativo	10 trampas Van Someren	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas

Código del Informe	Método	Número Trampas/Redes/Transecto	Horas por Día	N.º de Personas	Total Trampas/Noche/ Punto de Muestreo
PME-05-PL	Cuantitativo	10 platos	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
PME-05-TL	Cuantitativo	Estación de muestreo con trampa de luz	2 horas/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PME-05-TP	Cuantitativo	20 trampas <i>pitfall</i>	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	960 horas
PME-05-VSR	Cuantitativo	10 trampas Van Someren	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
PME-06-PL	Cuantitativo	10 platos	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
PME-06-TL	Cuantitativo	Estación de muestreo con trampa de luz	2 horas/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PME-06-TP	Cuantitativo	20 trampas <i>pitfall</i>	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	960 horas
PME-06-VSR	Cuantitativo	10 trampas Van Someren	24/2 días	2 (1 técnico-1 guía)	480 horas
POE-01	Cualitativo	Transecto de observación	4 horas/1 día	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
POE-02	Cualitativo	Transecto de observación	4 horas/1 día	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
POE-03	Cualitativo	Transecto de observación	4 horas/1 día	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
POE-04	Cualitativo	Transecto de observación	4 horas/1 día	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
POE-05	Cualitativo	Transecto de observación	4 horas/1 día	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
POE-06	Cualitativo	Transecto de observación	4 horas/1 día	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio

La principal limitante metodológica para el componente entomológico son las condiciones climáticas fluctuantes que se presentan en la zona pues son altamente susceptibles al cambio climático. Se considera una limitante debido a que las especies que se distribuyen allí dependen de ciertas condiciones específicas que solo se encuentran en dicho lugar y por ende la riqueza se ve disminuida y reflejada en los registros levantados durante campo.

En la metodología de trampa de luz, los fuertes vientos representaron una limitante específicamente en el momento de la instalación y actuación, ya que la tela por su propia fuerza no podía mantener su estabilidad. Además, que, por la presencia de neblina y lluvia, la luz no se reflectaba adecuadamente y la tela se mojaba, por ende no atraía con eficacia estos insectos.

También la temporalidad jugó un papel importante sobre el registro de especies polinizadoras durante la fase de campo, esto se contrasta con la ausencia de estructuras florales evidenciada por los técnicos del componente flora.

Fase de Gabinete

Para determinar la diversidad se analizaron datos de riqueza y abundancia de especies e índices de diversidad alfa. Complementando estos análisis, se describe el estado de conservación y aspectos ecológicos de las especies de anfibios y reptiles reportadas durante los muestreos.

Análisis Cualitativos

Riqueza

Se presentará el número de especies y su composición taxonómica por cada punto de muestreo cualitativo. Se emplean los términos de riqueza para expresar la presencia o ausencia de especies en una determinada área (Moreno C., 2001).

Curva de Acumulación y Estimador de Chao 2

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad, mediante la relación de las especies capturadas (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las ordenadas y).

El índice Chao 2 es un método no paramétrico para estimar el número de especies en un ecosistema determinado. Este índice toma en cuenta las especies raras de la muestra para estimar el número de especies en la comunidad. Chao 2 estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas. Este estimador ha probado ser el menos sesgado para muestras pequeñas. Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Chao 2} = S + L^2/2M$$

Donde:

S: número de especies en una muestra

L: número de especies que ocurren solamente en una muestra

M: número de especies que ocurren exactamente en dos muestras

Análisis Cuantitativos

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1

Las curvas de acumulación indican la tasa a la cual se registran especies nuevas en relación con el número de individuos censados. A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación llega a su asíntota revela que el número de especies nuevas no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo, tan solo aumenta el número de individuos censados (Magurran A., 2004). En adición, se calculó el estimador Chao 1, índice que estima el número de especies en una comunidad ponderando el número de especies raras presentes en la comunidad, por lo que es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas. Su fórmula es (Moreno E., 2001):

$$S_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2}$$

Donde:

Sobs representa el total de especies registradas,

F1 es el número de especies registradas por un solo individuo (*singletons*) y

F2 es la cantidad de especies representadas en la muestra por dos individuos (*doubletons*).

El estimador Chao 1 proporciona una medida de eficiencia del muestreo al comparar la riqueza observada frente a la diversidad regional estimada. Los índices fueron calculados en EstimateS (V.9.1.0) (Colwell, 2013).

Riqueza y Abundancia

La riqueza total de un sitio muestreado se refiere al número total de especies registradas en este, mientras que el término abundancia es el número de individuos registrados (colectados o liberados) por cada especie (Villareal y otros, 2004). En este análisis se toma en cuenta únicamente los datos cuantitativos.

Curva de Rango/Dominancia

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

Dependiendo del registro de especies obtenido en campo mediante las curvas de rango/dominancia es posible evaluar si una comunidad está dominada por pocas especies o, por el contrario, posee una mayor equidad.

Diversidad Alfa

La diversidad alfa mide el número de especies que están interactuando en un área de un determinado tamaño. Comprende la variabilidad de especies bajo los criterios de riqueza y heterogeneidad o equitatividad (Jost & González-Oreja, 2012).

Índice de Diversidad de Shannon: Este índice incorpora una medida sobre la equidad de las especies presentes, midiendo el grado de incertidumbre de la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a dos especies distintas. El índice varía desde 0 en comunidades con una sola especie o taxón hasta valores del logaritmo de S cuando existen comunidades con muchos taxones representadas por pocos individuos (Magurran A., 2004).

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde la proporción de especies i relativa al total de especies (p_i) es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción ($\ln p_i$).

Índice de Dominancia de Simpson: El índice de Simpson calcula la probabilidad de que dos individuos escogidos aleatoriamente de una comunidad infinitamente grande pertenezcan a la misma especie. Se calcula por la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde p_i es la proporción de individuos encontrados de la especie i .

Mientras menor sea el valor D , menor será la dominancia y mayor la diversidad, ya que se interpreta como que es más probable que la comunidad se encuentre formada por individuos de una o pocas especies (Magurran A., 2004).

Los índices de diversidad que se emplean en el presente trabajo (Shannon y Simpson) combinan la cantidad de especies y sus abundancias relativas dentro de una comunidad, evaluando tanto la riqueza específica como cuán equitativas son sus abundancias. El problema es que estos índices son a veces difíciles de interpretar. Un valor aislado de un índice de diversidad puede confundir la importancia relativa de sus dos componentes (riqueza y equitatividad). Por ejemplo, el mismo valor de un índice puede obtenerse tanto de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Es por esta razón que la interpretación que existía para los índices basándose en un rango de valores ha caído en desuso, por lo cual debe emplearse el valor de los índices y el número de especies (riqueza) que se ha registrado en estudios o investigaciones anteriores (Gotelli & Colwell, 2001).

Diversidad Beta

Índice de Bray-Curtis: El índice de disimilaridad de Bray-Curtis es un índice simple que refleja lo distintas que pueden ser dos localidades basado en los conteos de composición de especies en cada uno (Bray & Curtis, 1957). Se calcula mediante la fórmula:

$$S_{ij} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^n |y_{ij} + y_{ik}|} \right\}$$

Donde y representa la abundancia de las especies en los sitios de monitoreo ij e ik

Si se acerca al 100 %, los lugares son similares completamente.

Aspectos Ecológicos

Gremios alimenticios: Oficio de una especie dentro de su población o la función de esta. Dentro de la comunidad no hace referencia al espacio físico que ocupa el organismo, sino a su función. Para conocer el gremio trófico, se ha trabajado con el libro de Lista roja de invertebrados de Colombia 2009 y con el libro de *Escarabajos del Ecuador* (2011).

Para el resto de los invertebrados terrestres, de igual manera, se analizaron las diferentes estrategias alimenticias, como: herbívoros, depredadores, saprófagos, hematófagos, etc.

Distribución vertical de las especies: En ecosistemas terrestres la estratificación depende de la vegetación que compite por la luz. En un bosque se distinguen las siguientes capas: nivel arbóreo, compuesto por árboles de más de cinco metros de altura y plantas trepadoras que los usan como soporte; nivel arbustivo, lo forman plantas leñosas de hasta cinco metros de alto; nivel herbáceo, son plantas herbáceas de hasta un metro de alto; nivel criptogámico, musgos y líquenes, que crecen a ras de suelo; y, nivel subterráneo, es el lugar donde se asientan las plantas, que a su vez está dividido en capas.

Para la distribución, se tomó en cuenta la vegetación asociada a los escarabajos en el Ecuador, con referencia al libro *Escarabajos del Ecuador* (Carvajal, Villamarín-Cortez & Ortega, 2011). La distribución vertical para la entomofauna se determina en función del estrato en donde habitan los diferentes grupos de insectos dentro del bosque: suelo, sotobosque, subdosel y dosel.

Hábito: Es la práctica o costumbre adquirida por la repetición constante de la misma actividad. Para el hábito se basó en el libro de *Escarabajos del Ecuador* (Carvajal, Villamarín-Cortez & Ortega, 2011).

Estado de conservación de las especies: El estado de conservación de las especies está dado por el listado presente en el libro rojo de la UICN 2017 o de la CITES 2017.

Especies sensibles: Son aquellas especies que se asocian a condiciones específicas del hábitat o cuyo rango de amplitud es muy restringido a los parámetros fijos. Se basó en la diversidad y riqueza hallada en el punto de muestreo, los resultados obtenidos de los índices aplicados, la sensibilidad o amenaza que presentan estado de conservación en base a las listas UICN y CITES y en base a ScarabNet (2008).

Los criterios de sensibilidad de las especies están basados en un análisis de estructura de individuos donde se clasifica a las especies en cuatro categorías: 1) Raras o sensibles, de uno a tres individuos; 2) especies Comunes o de mediana sensibilidad, de cuatro a nueve individuos, que indican ecosistemas medianamente conservados al presentar una capacidad de adaptabilidad a cierto grado de alteración; 3) especies Abundantes (sensibilidad Baja), de 10 a 49 individuos; y, 4) especies Dominantes, de sensibilidad Baja, de 50 individuos en adelante, que son capaces de adaptarse a un entorno intervenido (Araujo, 2005).

Uso del recurso: Se refiere al tipo de uso que están sometidas las especies de insectos del estudio, sean de uso comercial, artesanal, cultural o ritual, que afecten a la disminución de las poblaciones de la entomofauna del área muestreada.

Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del componente de Entomofauna se tomó en cuenta un análisis estadístico comparativo de los resultados obtenidos de monitoreos bióticos históricos realizados dentro la concesión, siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares al aplicado durante el presente estudio.

En los monitoreos futuros se realizarán comparaciones más profundas de los estadísticos, ya que, como en este caso se trata de un estudio de línea base, los datos principalmente nos permiten conocer la riqueza del lugar y generar listas de especies; pero no se pueden realizar comparaciones de la diversidad a nivel cronológico, ya que los muestreos por lo general no suelen estar completos con una salida (Kunz y Parsons, 2009). Igualmente, a futuro también se incluirán especies de interés (endémicas, sensibles, etc.) ya que los muestreos futuros permitirán tener más factores como patrones de abundancia de cada taxa.

6.2.4.3 Fauna Acuática

6.2.4.3.1 Ictiofauna

Introducción

Los peces son los vertebrados más abundantes en el planeta, de igual forma la riqueza de especies es considerable. Este grupo constituye alrededor de 54 711 especies reconocidas (Nelson, 2006). Uno de los lugares que presenta la mayor concentración de especies es el Neotrópico, que se destaca por presentar alrededor de 7000 especies, y en la cuenca del Amazonas unas 3000 especies (Gery, 1977).

Los estudios realizados en Ecuador revelan la existencia de más de 900 especies de peces. En la cordillera de los Andes nacen las principales cuencas hidrográficas de las vertientes del Pacífico y Atlántico, que abarcan 85 518 km² de superficie. La temperatura del agua de los ríos de la alta serranía oscila entre 8 °C y 17 °C y el pH de 6,8 a 7,2 (Barriga R., 2012). En la Sierra no se ha delimitado zonas ictiohidrográficas, ya que los peces nativos no viven sobre los 2800 msnm de acuerdo con varios estudios realizados a lo

largo del Ecuador. Este sector altoandino ha sido incluido en la zona SC. En algunos entornos lóticos y lénticos viven peces introducidos, como: la trucha arcoíris (*Onchorynchus mykiss*) y la carpa (*Carassius carassius*). La trucha arcoíris alcanza altitudes superiores a los 3000 msnm de acuerdo con Barriga R., Lista de peces de agua dulce e intermareales del Ecuador (2012); sin embargo, se han dado registros en altitudes hasta los 4000 msnm (Base de datos UDA, 2014).

La integridad biológica de una población contiene información para la evaluación del pasado de la cuenca hidrográfica, referidos 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.

Criterios de Metodológicos

Para la valoración de la comunidad de peces se utilizaron técnicas (activas y pasivas) apropiadas para los sitios de muestreo (Angermeier & Smogor, 1995). La relevancia de un buen muestreo se basa en el número de las medidas de diversidad y abundancia que dependen fuertemente de la calidad y esfuerzo de muestreo (Barthem & Goulding, 1997). Son técnicas de pesca de períodos cortos, basados en la metodología que proporciona información cuantitativa necesaria de fauna íctica local (RAMSAR, 2010).

Fase de Campo

Muestreo Cuantitativo

La heterogeneidad de los sistemas dulceacuícolas en los Andes tropicales ha promovido diversos métodos de monitoreo (Galvis y otros, 2006; Maldonado-Ocampo y otros, 2005). En el Ecuador los inventarios ictiológicos se han realizado con diferentes metodologías basadas principalmente en el uso de redes pasivas y activas, con el fin de registrar la riqueza máxima de especies (Barriga R., 1994; Barriga & Olalla, 1983; Barriga R., 2007). Dentro de este marco, los peces fueron colectados utilizando las metodologías ajustadas a las características de los cuerpos de agua de la región:

Red Manual

Se utilizará una red triangular de 50 cm de base, 45 cm de alto y 40 cm de profundidad con un ojo de malla de ~0,5 cm. La red será dispuesta hacia un costado u orilla del cuerpo de agua y a contracorriente. Así, un observador en frente de la entrada de la red y a una distancia no mayor de 2 m remueve el sustrato y dirige a los peces dentro de la red. Este proceso se repite a lo largo del cuerpo de agua y a contracorriente por 50 m de longitud, para capturar individuos que podrían estar dispuestos a través de quebradas o riachuelos. Una vez capturados los especímenes, estos serán fotografiados y devueltos a la quebrada, pero alejados del espacio de muestreo (~115 m aguas abajo) para evitar doble conteo (Barriga & Olalla, 1983; Tufiño & Ramiro-Barrantes, 2013).

Sitios de Muestreo

A continuación, se incluye una tabla y figura de los sitios y fechas de muestreo, así como también una descripción de cada cuerpo de agua, la metodología aplicada y el tipo de muestreo.

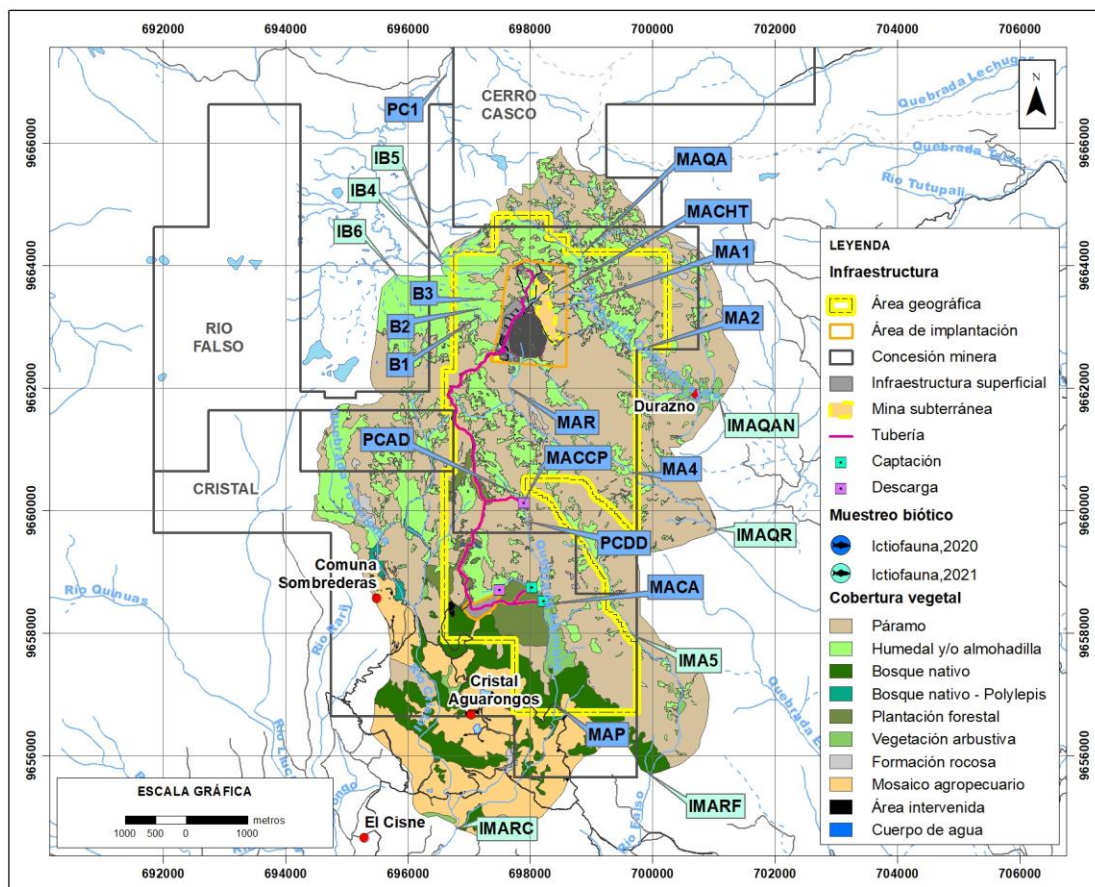


Figura -6-7 Levantamiento de Información del Componente Ictiofauna Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, Levantamiento de información en campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, abril 2022

Tabla 6-22 Sitios de Muestreo para Ictiofauna

Sitio de Muestreo/ Localidad	Fecha D/M/A	Punto de Muestreo	Nombre del Cuerpo de Agua	Coordenadas UTM-Sistema WGS84			Tipo de Vegetación	Descripción del Cuerpo de Agua	Tipo de Muestreo
				Este	Norte	Altura msnm			
Loma Larga	04/12/2021	IMA5	Quebrada S/N	9655796	699673	3300	Área de páramo herbazal	Quebrada de aproximadamente 1,5 m de ancho, con una profundidad variable entre 0,30 a 100 cm de profundidad, presenta aguas lólicas totalmente expuestas con rocas de tamaño medio y sustrato combinado, arena y arcilla, aguas cristalinas. Vegetación acuática presente.	Cuantitativo
Loma Larga	04/12/2021	IMARF	Quebrada S/N	9655712	699924	3300	Área de páramo herbazal	Quebrada de aproximadamente 4 m de ancho, con una profundidad variable entre 0,50 a 120 cm de profundidad, presenta aguas lólicas totalmente expuestas con rocas de gran tamaño y poca presencia de arena, aguas cristalinas.	Cuantitativo
Loma Larga	02/12/2021	IB4	Afluente de la quebrada Bermejos	9663840	695824	3765	Área de páramo herbáceo y almohadilla	El cuerpo de agua es afluente de la quebrada Bermejos, aguas semisuperficiales y pequeñas áreas descubiertas, se observa agua corriente en pequeñas cantidades.	Cuantitativo
Loma Larga	02/12/2021	IB5	Afluente de la quebrada Bermejos	9664141	696531	3764	Área de páramo herbáceo y almohadilla	El cuerpo de agua es afluente de la quebrada Bermejos, aguas expuestas y estancadas, sin un cauce definido, varios ramales, área muy fangosa y de difícil acceso, vegetación acuática presente, aguas con visibilidad moderada.	Cuantitativo
Loma Larga	05/12/2021	IMAQR	Quebrada S/N	9659697	701029	3470	Área de páramo herbazal	Quebrada aproximadamente de 4 m de ancho, con una profundidad variable entre 0,30 a 0,70 cm de profundidad, presenta aguas lólicas totalmente expuestas con rocas de tamaño medio y pequeño además de arena y arcilla, aguas cristalinas.	Cuantitativo

Sitio de Muestreo/ Localidad	Fecha D/M/A	Punto de Muestreo	Nombre del Cuerpo de Agua	Coordenadas UTM-Sistema WGS84			Tipo de Vegetación	Descripción del Cuerpo de Agua	Tipo de Muestreo
				Este	Norte	Altura msnm			
Loma Larga	03/12/2021	IMARC	Quebrada S/N	9654800	696791	2856	Área de potreros y ganado	Río cristal aproximadamente de 6 m de ancho, con una profundidad 0,80 cm de profundidad, presenta aguas lólicas totalmente expuestas con rocas de gran tamaño y presencia de arena, aguas poco turbias y presencia de algas en rocas en zonas con caudal más lento.	Cuantitativo
Loma Larga	02/12/2021	IB6	Afluente de la quebrada Bermejós	9663840	695824	3762	Área de páramo herbáceo y almohadilla	El cuerpo de agua es afluente de la quebrada Bermejós, aguas expuestas con secciones cubiertas por almohadilla, aproximadamente con 1,5 m de ancho, con profundidades superiores a 150 cm, aguas lólicas con sustrato de tipo arcilloso, vegetación acuática presente, aguas cristalinas.	Cuantitativo
Loma Larga	05/12/2021	IMAQAN	Quebrada S/N	9661809	701087	3366	Área de potreros y ganado	Quebrada aproximadamente de 5 m de ancho, con una profundidad 100 cm de profundidad, presenta aguas lólicas totalmente expuestas con rocas de tamaño variado y presencia de arena, aguas poco turbias y presencia de algas en rocas en zonas con caudal más lento.	Cuantitativo
Simbología: I: Ictiofauna.									

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Esfuerzo de Muestreo

En la siguiente tabla se indica el esfuerzo de muestreo realizado para el componente de fauna acuática en el área de monitoreo.

Tabla 6-23 Esfuerzo de Muestreo Empleado para Ictiofauna

Fecha D/M/A	Código de Punto de Muestreo	Metodología	Horas/Día	N.º Personas	Total, Horas
04/12/2021	IMA5	Red de mano-líneas de pesca	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
04/12/2021	IMARF	Red de mano-líneas de pesca	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
02/12/2021	IB4	Red de mano-líneas de pesca	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
02/12/2021	IB5	Red de mano-líneas de pesca	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
05/12/2021	IMAQR	Red de mano-líneas de pesca	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
03/12/2021	IMARC	Red de mano-líneas de pesca	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
02/12/2021	IB6	Red de mano-líneas de pesca	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
05/12/2021	IMAQAN	Red de mano-líneas de pesca	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
Simbología: I: Ictiofauna.					

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre - diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Limitantes Metodológicos

Los puntos de muestreo presentaron como principal limitante su morfología y tamaño, ya que son pequeños riachuelos de poca profundidad propios de áreas de herbazal de páramo, en donde la colocación de redes mayores se hace complicada e innecesaria. Sin embargo, la red de mano se determina como un método asequible al presentar un manejo simple en sistemas hídricos de características muy particulares (Galvis y otros, 2006).

Fase de Gabinete

Para la identificación de la ictiofauna registrada se utilizaron claves taxonómicas de la Guía de Peces para aguas continentales de la vertiente occidental (Jiménez-Prado y otros, 2015; Maldonado-Ocampo y otros, 2005). En cuanto al análisis, tabulación, ordenamiento e interpretación de los datos obtenidos en el campo, se realizó con el apoyo de los programas Bio Diversity Pro-Versión 2 y Past. Los especímenes muestreados fueron identificados en base a una comparación morfológica.

Análisis de Datos

Debido a que el número de especies registradas durante todo el muestreo fue reducido, los análisis de diversidad alfa (Shannon, Dominancia y estimador Chao 1) y de diversidad beta (Jaccard) no fueron incluidos (ver resultados).

Riqueza

Número total de especies, familias y órdenes registrados, datos analizados por punto monitoreado.

Abundancia Absoluta

Es el número de total de individuos por especie (Villareal y otros, 2004), datos analizados por punto monitoreado.

Abundancia Relativa

Corresponde a la proporción de todos los individuos de cada especie dentro de la muestra. La determinación del valor de P_i (un medidor de la abundancia relativa de una especie) se ejecutó con el fin de caracterizar las especies mediante la curva de abundancia-diversidad. Esta curva es considerada como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y seminaturales (Magurran, 1987).

Las categorías de abundancia o abundancia relativa se determinan de acuerdo con el número de individuos registrados para cada especie, así: Raro 1 individuo, Poco Común de 2-4, Común de 5-9 y Abundante más de 10 individuos (César Garzón Santomaro & Olmedo, 2016).

Aspectos Ecológicos

Gremio trófico: Es la afinidad alimenticia de un animal dentro de su ecosistema, es decir la relación de este con todos los recursos disponibles (García, 1983). El conocimiento de los hábitos alimenticios de las especies permite evaluar su estatus en la comunidad (omnívoro, insectívoro, herbívoro, carnívoro) y así entender el rol de un grupo de especies en el estado de los ecosistemas acuáticos; por ejemplo, calidad de agua.

Para la determinación del gremio trófico se basó en fuentes bibliográficas fundamentadas en el análisis del contenido de tractos digestivos, así como el uso de guías ilustradas de ictiofauna regional (Tufiño & Barrantes, 2013; Galvis y otros, 2006).

Especies indicadoras: Para determinar especies indicadoras dentro de una comunidad de peces se realiza un análisis en base a los hábitos y preferencias alimentarias de especies afines entre sí. Este enfoque es válido, ya que dentro de la estructura ecológica las especies pertenecen a gremios y estos a comunidades (Scott & Hall, 1997). Esto determina a las especies bentívoras (asociados al fondo) como buenos indicadores de la calidad del agua (Scott & Hall, 1997), como son las especies de la familia Astroblepidae, mientras que ciertas especies piscívoras son de interés especial para la conservación (Schlosser, 1991).

Especies sensibles: Para establecer el grado de sensibilidad de la ictiofauna registrada, se consideraron cinco categorías aplicadas basadas en el libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica, Usma, Álvarez & Laso, 2012), las cuales se detallan a continuación:

- > Distribución geográfica
- > Aspectos biológicos
- > Alteraciones del hábitat
- > Medidas de protección
- > Uso

Estado de conservación de las especies: Se menciona si las especies halladas en el estudio presentan algún grado de preocupación o nivel de amenaza.

Uso del recurso: Tomando en cuenta la información proporcionada por los pobladores del sector, se determina si el recurso de ictiofauna registrado es utilizado en consumo o comercialización.

Comparación con Estudios Anteriores

Se tomó en cuenta dentro del componente de ictiofauna un análisis a nivel de riqueza y abundancia registradas en los diferentes años muestreados en el área de la concesión minera de Loma Larga, generando así un comparativo con el actual monitoreo, donde se ha podido observar dos especies ícticas (*O. mykiss* y *S. trutta*) registradas en diferentes puntos. En el estudio presentado con información del 2018-

2020 donde fueron muestreados 23 cuerpos de agua diferentes se obtuvo un registro total de 59 individuos de *O. mykiss* y una captura de *S. trutta*, mientras que en el actual muestreo donde se consideró únicamente ocho cuerpos de agua, se logró capturar un total de nueve individuos de la especie de *O. mykiss*.

En los monitoreos futuros se realizarán comparaciones más profundas de los estadísticos, ya que, como en este caso se trata de un estudio de línea base, los datos principalmente nos permiten conocer la riqueza del lugar y generar listas de especies; pero no se pueden realizar comparaciones de la diversidad a nivel cronológico, ya que los muestreos por lo general no suelen estar completos con una salida (Kunz y Parsons, 2009). Igualmente, a futuro también se incluirán especies de interés (endémicas, sensibles, etc.) ya que los muestreos futuros permitirán tener más factores como patrones de abundancia de cada taxa

6.2.4.3.2 Macroinvertebrados Acuáticos

Introducción

Los páramos son biomas exclusivos de las montañas neotropicales, con presencia en los sistemas andinos de Venezuela, Colombia y Ecuador y con extensiones en Costa Rica y Panamá. Se ubican en un intervalo de elevación entre los 2900 y 4700 msnm, en el cual se encuentran los subsistemas subpáramo, páramo y superpáramo (Cabrera y Ramírez, 2014). Albergan un elevado número de sistemas lenticos y lóticos y soportan una variada riqueza biológica, genética y paisajística. Los páramos andinos son fundamentales para la gestión de los recursos hídricos de los países sudamericanos. Su función principal es la de recolección, regulación, mantención y suministro de agua (Groot, Wilson, and Boumans 2002; Oteroa et al., 2011).

En Ecuador las zonas de páramo tienen una altura promedio de 3300 msnm y cubre el 7 % de su territorio, estos ecosistemas proveen servicios ecosistémicos, como recursos hídricos de calidad y sumideros de carbono principalmente. Sus suelos con densidad aparentemente baja y estructura abierta y porosa posibilitan la retención de agua y una conductividad hidráulica alta, donde se desarrollan plantas endémicas y diversidad faunística (Chuncho, 2019). Sin embargo, es importante mencionar que para el Ecuador el estudio de los macroinvertebrados acuáticos de estas zonas altas es escaso, y se desconoce la diversidad y relaciones tróficas de la comunidad de macroinvertebrados que es donde radica la importancia de estos estudios.

En las últimas décadas los sistemas fluviales han estado sometidos a una fuerte presión de explotación y cambio en el uso de la tierra, afectando la calidad del agua por las principales actividades que se desarrollan y que están asociadas a las cuencas hidrográficas. Estas alteraciones han promovido cambios microclimáticos importantes, afectando el nicho de la fauna acuática, considerando que la dinámica de este taxa es muy susceptible a perturbaciones. Dicho esto, los macroinvertebrados como bioindicadores juegan un papel muy importante en el manejo adecuado de los recursos hídricos (Gamboa et al., 2008). Los macroinvertebrados acuáticos son utilizados como medio de evaluación de la calidad de agua en ríos, esteros, remansos, lagos y lagunas principalmente. La presencia o ausencia de estos individuos puede estar directamente relacionada con la capacidad de autodepuración y preservación de un ecosistema acuático (Terneus y Vásconez, 2004).

Estos organismos han demostrado ser buenos indicadores de la calidad del ambiente acuático (Gabriels, Lock, De Pauw y Goethals, 2010), ya que proporcionan una respuesta cuantificable frente a diversas perturbaciones del medio. Son actualmente una herramienta ideal para la caracterización biológica e integral de la calidad del recurso hídrico, siendo necesario para un apropiado control y conservación de un determinado ecosistema (Roldán, 1996). La naturaleza sedentaria de algunas especies facilita la evaluación espacial de efectos adversos a largo plazo en la comunidad. A su vez, son de amplia distribución y abundancia, viven y se alimentan sobre los sedimentos donde tienden a acumularse las toxinas, las cuales pueden estar presentes tanto en el agua como en el sedimento (Gamboa et al., 2008). Cabe recalcar que no todos los organismos acuáticos podrán ser tomados como bioindicadores; sin embargo, las adaptaciones evolutivas a diferentes condiciones ambientales, así como sus límites de

tolerancia, determinan la sensibilidad de ciertos organismos ante perturbaciones ambientales. Estos cambios de estructura y composición de las comunidades bióticas pueden ser utilizados para identificar y evaluar el estado de salud de un ecosistema acuático (Giacometti y Bersosa, 2006).

El uso de estos organismos como bioindicadores para valorar el estado ecológico de los cuerpos de agua se ha convertido en uno de los principales componentes de la legislación relacionada con el agua en todo el mundo (Moya y otros, 2011; Pond, Bailey y Lowman, 2013).

El objetivo del presente estudio se basa en una caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y así determinar el estado de salud de los cuerpos de agua que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto; para ello se trabajó en ocho puntos de muestreo (MA5, MARF, MAQR, MARC, MAQAN, B4, B5, B6). En general se colectaron 865 individuos divididos en cuatro phylum, siete clases, 11 órdenes, 29 familias y 46 géneros.

Criterios de Metodológicos

El levantamiento de información de la fauna bentónica del sitio a estudiar se desarrolló de manera cuantitativa con ayuda de una red D Net, donde el marco es colocado sobre el fondo de la corriente y con ayuda de las manos se remueve el material del fondo quedando así atrapadas las larvas de los insectos en la red. Como un método cualitativo se considera el uso de la red de mano con la finalidad de obtener una abundante y variada fauna bentónica. Al sostener la red en contra de la corriente y remover el fondo aguas arriba, las larvas presentes son arrastradas por la corriente y atrapadas en la red. Dentro de este método cualitativo también se considera la caracterización morfológica de los cuerpos hídricos, como: ancho, profundidad, sustrato, vegetación ribereña, caudal, etc.

Estas técnicas se estandarizaron para que se ajusten a los criterios metodológicos utilizados en estudios de impacto ambiental y monitoreos bióticos.

Fase de Campo

Muestreo Cuantitativo

La recolección de muestras fue realizada mediante dos métodos descritos a continuación:

Red D Net

La red D - Net es una red triangular sujeta a un mango de madera o de aluminio y es una de las más usadas al momento de realizar un barrido a lo largo de las orillas con vegetación; posee un marco metálico que sostiene la red y se la ubica a contracorriente mientras se remueve el material del fondo, quedando así atrapadas las larvas en la red (Roldán, 1988; Carrera y Fierro, 2001). Esta operación fue replicada dentro del cauce del cuerpo de agua, obteniendo una muestra representativa de cada sitio evaluado.

Colecta Manual

La metodología anterior se complementa con un método cuantitativo: colección manual en piedras y hojarasca, que se hallan tanto en el fondo como en la superficie y a las orillas de los ríos/esteros; para esto, se dedicará un tiempo estimado de 15 minutos por punto de muestreo (Carrera y Fierro, 2001).

Estos procedimientos fueron aplicados en cada sitio de muestreo por nueve ocasiones, para obtener una muestra de 1 m² de sustrato y procurando abarcar los principales hábitats y microhábitats en los que se desarrollan los organismos acuáticos. Esta metodología, al proporcionar datos cuantitativos permite ponderar los resultados de riqueza y abundancia por área (Ramírez, Restrepo & Viña, 1997).

Las muestras obtenidas fueron limpiadas, individualizadas en frascos plásticos, con alcohol al 75 % y etiquetadas para su identificación en el laboratorio.

Página en blanco

Tabla 6-24 Sitios de Muestreo para Macroinvertebrados Acuáticos

Sitio de Muestreo/ Localidad	Fecha D/M/A	Punto de Muestreo	Nombre del Cuerpo de Agua	Coordenadas UTM-Sistema WGS84			Tipo de Vegetación	Descripción del Cuerpo de Agua	Tipo de Muestreo
				Este	Norte	Altura m snm			
Loma Larga	04/12/2021	MA5	Quebrada S/N	9655796	699673	3300	Área de páramo herbazal	Quebrada aproximadamente de 1,5 m de ancho, con una profundidad variable entre 0,30 a 100 cm de profundidad, presenta aguas lólicas totalmente expuestas con rocas de tamaño medio y sustrato combinado, arena y arcilla, aguas cristalinas. Vegetación acuática presente.	Cuantitativo
Loma Larga	04/12/2021	MARF	Quebrada S/N	9655712	699924	3300	Área de páramo herbazal	Quebrada aproximadamente de 4 m de ancho, con una profundidad variable entre 0,50 a 120 cm de profundidad, presenta aguas lólicas totalmente expuestas con rocas de gran tamaño y poca presencia de arena, aguas cristalinas.	Cuantitativo
Loma Larga	02/12/2021	B4	Afluente de la quebrada Bermejos	9663840	695824	3765	Área de páramo herbáceo y almohadilla	El cuerpo de agua es afluente de la quebrada Bermejos, aguas semi superficiales, pequeñas áreas descubiertas, se observa agua corriente en pequeñas cantidades.	Cuantitativo
Loma Larga	02/12/2021	B5	Afluente de la quebrada Bermejos	9664141	696531	3764	Área de páramo herbáceo y almohadilla	El cuerpo de agua es afluente de la quebrada Bermejos, aguas expuestas y estancadas, sin un cauce definido, varios ramales, área muy fangosa y de difícil acceso, vegetación acuática presente, aguas con visibilidad moderada.	Cuantitativo
Loma Larga	05/12/2021	MAQR	Quebrada S/N	9659697	701029	3470	Área de páramo herbazal	Quebrada aproximadamente de 4 m de ancho, con una profundidad variable entre 0,30 a 0,70 cm de profundidad, presenta aguas lólicas totalmente expuestas con rocas de tamaño medio y pequeño además de arena y arcilla, aguas cristalinas.	Cuantitativo
Loma Larga	03/12/2021	MARC	Quebrada S/N	9654800	696791	2856	Área de potreros y ganado	Río cristal aproximadamente de 6 m de ancho, con una profundidad 0,80 cm de profundidad, presenta aguas lólicas totalmente expuestas con rocas de gran tamaño y presencia de	Cuantitativo

Sitio de Muestreo/ Localidad	Fecha D/M/A	Punto de Muestreo	Nombre del Cuerpo de Agua	Coordenadas UTM-Sistema WGS84			Tipo de Vegetación	Descripción del Cuerpo de Agua	Tipo de Muestreo
				Este	Norte	Altura m snm			
								arena, aguas poco turbias y presencia de algas en rocas en zonas con caudal más lento.	
Loma Larga	02/12/2021	B6	Afluente de la quebrada Bermejos	9663840	695824	3762	Área de páramo herbáceo y almohadilla	El cuerpo de agua es afluente de la quebrada Bermejos, aguas expuestas con secciones cubiertas por almohadilla, aproximadamente con 1,5 m de ancho, con profundidades superiores a 150 cm, aguas loticas con sustrato de tipo arcilloso, vegetación acuática presente, aguas cristalinas.	Cuantitativo
Loma Larga	05/12/2021	MAQAN	Quebrada S/N	9661809	701087	3366	Área de potreros y ganado	Quebrada aproximadamente de 5 m de ancho, con una profundidad 100 cm de profundidad, presenta aguas lólicas totalmente expuestas con rocas de tamaño variado y presencia de arena, aguas poco turbias y presencia de algas en rocas en zonas con caudal más lento.	Cuantitativo
Simbología: PM: Punto de muestreo; MI: Macroinvertebrados acuáticos.									

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Esfuerzo de Muestreo

En la siguiente tabla se indica el esfuerzo de muestreo realizado para el componente de fauna acuática en el área de monitoreo.

Tabla 6-25 Esfuerzo de Muestreo Empleado para Macroinvertebrados Acuáticos

Fecha D/M/A	Código de Punto de Muestreo	Metodología	Horas/Día	N.º Personas	Total, Horas
04/12/2021	MA5	Cuantitativa: Red D-Net, colecta manual	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
04/12/2021	MARF	Cuantitativa: Red D-Net, colecta manual	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
02/12/2021	B4	Cuantitativa: Red D-Net, colecta manual	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
02/12/2021	B5	Cuantitativa: Red D-Net, colecta manual	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
05/12/2021	MAQR	Cuantitativa: Red D-Net, colecta manual	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
03/12/2021	MARC	Cuantitativa: Red D-Net, colecta manual	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
02/12/2021	B6	Cuantitativa: Red D-Net, colecta manual	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
05/12/2021	MAQAN	Cuantitativa: Red D-Net, colecta manual	2 horas/1 día	1 técnico	2 horas
Simbología: PM: Punto de muestreo; MI: Macroinvertebrados acuáticos.					

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Limitantes Metodológicos

Durante el presente monitoreo se consideró como limitante a las condiciones que presentaba el cuerpo de agua, es decir la escasa vegetación ribereña en los márgenes dificultó un poco el muestreo de macroinvertebrados acuáticos impidiendo abarcar ciertos hábitats donde se desarrollan estos organismos. A su vez, algunos puntos de muestreo presentaron como principal limitante su morfología y tamaño, ya que son pequeños riachuelos de poca profundidad propios de áreas de herbazal de páramo donde la colocación de redes mayores se hace complicada e innecesaria. Sin embargo, la red de mano se determina como un método factible al presentar un manejo simple en sistemas hídricos de características muy particulares (Galvis y otros, 2006).

Otra de las limitantes encontradas es la falta de bibliografía y estudios para el Ecuador acerca de este componente, por ello algunas identificaciones se las realizó hasta el nivel taxonómico de familia.

Fase de Gabinete

Las muestras fueron almacenadas en fundas ziploc de 500 ml y preservadas en una solución de alcohol y formol al 75 % hasta su posterior análisis en laboratorio. Una vez en el laboratorio se limpiaron las muestras con ayuda de bandejas plásticas para facilitar su visibilidad. Una vez separados los macroinvertebrados acuáticos del sustrato se colocan en cajas petri por punto de muestreo para su posterior identificación.

Para la identificación de los macroinvertebrados se utilizaron los equipos y materiales que se detallan a continuación: estereomicroscopio marca Snell, cajas petri y pinzas entomológicas. Para analizar las muestras obtenidas de los cuerpos de agua, se identificó a las morfoespecies por phylum, clase, orden y

familia, con la ayuda de las guías fotográficas pertinentes (Roldán, 1988; Carrera & Fierro, 2001; Domínguez & Fernández, 2009; Merritt & Cummins, 1996) y con información de claves dicotómicas. Una vez que las muestras fueron identificadas se colocaron en criotubos con su respectiva etiqueta y preservadas en alcohol preferentemente al 90 % para su depósito en el museo correspondiente. Los datos obtenidos permitieron realizar un análisis cuantitativo de cada uno de los puntos de muestreo.

Análisis de Datos

Se elaboró una matriz con la identificación de los especímenes y la cantidad de individuos colectados para cada punto de muestreo. A partir de estos datos, se calculó la riqueza, abundancia y diversidad de macroinvertebrados, y otras métricas relacionadas con la calidad biológica del agua de los diferentes puntos de muestreo.

Índice de Chao 1

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

Donde:

S es el número de especies en una muestra,

a es el número de especies que están representadas por un único individuo en la muestra, y

b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (Moreno C., Métodos para medir la biodiversidad, 2001).

Este índice es un estimador del número de especies en una comunidad, basado en el número de especies raras en la muestra (Chao, 1984).

Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma cómo las especies van apareciendo en las unidades de muestreo o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es por esto que en una gráfica de curvas de acumulación el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que se tiene un buen muestreo (Álvarez et al., 2004).

Riqueza

Es el número total de especies registradas. Bode (1988) considera >26 = no impactado, 19-26 = levemente impactado, 11-18 = moderadamente impactado y < 11 = severamente impactado.

Abundancia Absoluta

Es el número de individuos registrados de una especie (Villarreal et al., 2004).

Abundancia Relativa

Es la abundancia y distribución de individuos entre los tipos. Dos comunidades pueden tener la misma cantidad de especies, pero ser muy distintas en términos de la abundancia relativa o dominancia de cada especie. Es normal el caso en que la mayoría de las especies son raras, mientras que un moderado número son comunes, con muy pocas especies verdaderamente abundantes (Villareal H., 2004).

Diversidad

Para determinar la diversidad de especies, se utilizaron los índices de Shannon-Wiener (Magurran A., 1988), con su interpretación del resultado numérico; y de Simpson, con su interpretación correspondiente.

Índice de Diversidad de Shannon: Se calcula en base a la siguiente fórmula:

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

Donde H' es la abundancia proporcional de la especie i, es decir el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. El índice adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S (número de especies) cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran A., 1988; Moreno C., 2001). Es decir, este índice refleja una mayor uniformidad de la comunidad cuando los valores del índice son altos.

Índice de Diversidad de Simpson: Se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Este índice demuestra la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra pertenezcan a diferentes especies y está influenciado por la dominancia de las especies (Magurran A., 1988; Moreno C., 2001). El índice adquiere valores entre 0 y 1, y cuanto más se acerca el valor a la unidad, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; cuanto más se acerque el valor a cero, mayor es la biodiversidad.

El índice de Simpson se encuentra en un rango de 0-1, cuando el valor se acerca a 1, se interpreta como completa homogeneidad en la comunidad; mientras el valor se acerca más a 0, la comunidad es más diversa.

Índices Ecológicos

Índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera): Se calcula dividiendo el total de individuos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera 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 6-26 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

Fuente: Carrera, C. & Fierro, K. 2001

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice BMWP/Col.: Es un método simple de puntaje para todos los grupos de macroinvertebrados identificados hasta nivel de familia y que requiere solo datos cualitativos (presencia/ausencia). Para determinar la calidad del agua se utilizó el Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party para Colombia), el cual da valores de 1 a 10 a los macroinvertebrados identificados a nivel de familia. Las familias que no toleran la pérdida de la calidad de agua tienen puntajes altos; mientras que familias que toleran la pérdida de calidad tienen puntajes bajos.

La suma total de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio proporciona el valor de la calidad del agua. BMWP/Col es una variación de este índice aplicado a la fauna macrobentónica de Antioquia-Colombia (Roldán, 1999).

Tabla 6-27 Puntajes de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col

Familias	Puntaje
Perlidae – Oligoneuridae – Euthyplociidae – Polymtarcyidae – Odontoceridae – Glossosomatidae – Rhyacophilidae – Calamoceratidae – Hydroptilidae – Anomalopsychidae – Atriplecridae – Psephenidae – Ptilodactylidae – Lampyridae – Polythoridae – Blepharoceridae – Unionidae – Athericidae – Lymnysiidae – Hirdidae	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 – Pseudohelphidae – Chironomidae – Blaberidae – Trichodactylidae – Ocypodidae – Ancylidae – Neritidae – Viviparidae – Parastacidae	8
Tricorythidae – Leptohyphidae – Polycentropodidae – Elmidae – Staphylinidae – Aeshnidae – Naucoridae – Notonectidae – Mesoveliidae – Corixidae – Psychodidae – Ancylidae – Planorbidae – Melaniidae – Hydrobiidae	7
Limnichidae – Lutrachidae – Libellulidae – Belostomatidae – Hydrometridae – Gelastocoridae – Nepidae – Dolichopodidae – Corydalidae – Sialidae – Atyidae – Hyalellidae – Planariidae – Dugesidae	6
Chrysomelidae – Haliplidae – Curculionidae – Tabanidae – Stratiomyidae – Empididae – Thiaridae	5
Hydrophilidae – Noteridae – Hydraenidae – Noteridae – Tipulidae – Ceratopogonidae – Limnaeidae – Sphaeriidae	4
Culicidae – Muscidae – Sciomyzidae – Physidae – Glossiphoniidae – Cyclobdellidae – Cylicobdellidae – Lymnaeidae	3
Chironomidae – Ephyridae – Syrphidae – Todas las familias de Haplotaxida (Excepto Tubifex)	2
Tubificidae (Tubifex)	1

Fuente: Adaptada de Zamora, 2007; Álvarez, 2005; Ríos, Acosta & Prat, 2014

Tabla 6-28 Clases de Calidad de Agua, Valores BMWP/Col y su Significado

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

Fuente: Roldán, 2003

Índice Andean Biotic Index (ABI): El ABI es un índice basado en el índice BMWP, pero adaptado para las estribaciones de los Andes sobre los 2000 msnm. En este índice están incluidas menos familias de macroinvertebrados que en otras partes del mundo donde se aplica el índice BMWP debido a que la altura restringe la distribución de muchas familias (Ríos-Touma et al., 2014).

El ABI (Ríos-Touma et al., in prep. Acosta, Ríos-Touma, Rieradevall & Prat, 2009) es un índice biótico que sirve para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos andinos. Este

Índice se construye asignando valores numéricos entre 1 y 10 a cada familia registrada durante un muestreo dependiendo de su nivel de tolerancia a la contaminación. En esta escala, el valor de 1 se asigna a las familias más tolerantes y el de 10 a las familias más sensibles. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio determinado equivale al puntaje ABI total el cual es un indicador de la calidad de agua de dicho sitio.

Tabla 6-29 Puntuación de la Calidad de Agua, mediante el Índice (ABI)

Puntuación	Calidad
>98	Muy Bueno
61-97	Bueno
36-60	Moderado
16-35	Malo
<15	Crítico

Fuente: (Acosta., et al, 2019)

Aspectos Ecológicos

En base a la interpretación de los resultados obtenidos con el muestreo de macroinvertebrados acuáticos, se evaluaron los siguientes aspectos ecológicos:

Gremio o nicho trófico: Determinado por el papel que juega cada una de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados en la dinámica fluvial, de acuerdo con las características alimenticias (Roldán, 2003).

Distribución vertical: En ecosistemas acuáticos, la estratificación depende sobre todo de la luz y del agua. Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación. Los estratos tomados en cuenta son los siguientes:

Neuston: Se refiere a los organismos que viven sobre las superficies del agua caminando, patinando o brincando (Roldán, 2003).

Necton: Está conformado por todos aquellos organismos que nadan libremente en el agua (Roldán, 2003).

Bentos: Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos, lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, resto de vegetación y sustratos similares (Roldán, 2003).

Morfoespecies de interés: Morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos que por su Alta sensibilidad o por su inusual registro son de interés para posteriores estudios (Roldán, 2003).

Sensibilidad y morfoespecies indicadoras: Morfoespecies macrobentónicas 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 6-30 Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos de acuerdo con su Valor BMWP/Col.

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

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 su BMWP/Col (Roldán, 2003), modificado para los criterios de sensibilidad, tal como se observa en la Tabla 6-31. Para determinar la sensibilidad del agua se emplea la siguiente escala establecida en base al análisis del BMWP/Col:

Tabla 6-31 Sensibilidad de los Cuerpos de Agua según el Índice BMWP/Col

BMWP	Sensibilidad
101-150	Alta
36-100	Media
≤ 15-35	Baja

Fuente: Biological Monitoring Working Party/Col, adaptación para Colombia por Roldan (Roldan 2003)
Elaboración: Entrix enero 2022

Comparación con Estudios Anteriores

Se tomó en cuenta dentro del componente de macroinvertebrados, un análisis estadístico comparativo de los resultados obtenidos de monitoreos bióticos históricos realizados dentro de la concesión, siempre y cuando los resultados obtenidos presenten metodologías y esfuerzos de muestreos similares al aplicado durante el presente estudio.

En los monitoreos futuros se realizarán comparaciones más profundas de los estadísticos, ya que, como en este caso se trata de un estudio de línea base, los datos principalmente nos permiten conocer la riqueza del lugar y generar listas de especies; pero no se pueden realizar comparaciones de la diversidad a nivel cronológico, ya que los muestreos por lo general no suelen estar completos con una salida (Kunz y Parsons, 2009). Igualmente, a futuro también se incluirán especies de interés (endémicas, sensibles, etc.) ya que los muestreos futuros permitirán tener más factores como patrones de abundancia de cada taxa

6.2.5 Resultados y Aspectos Ecológicos

6.2.5.1 Flora

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos (Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.1 Registros de Campo; Anexo G. Registro Fotográfico, G.2 Biótico).

6.2.5.1.1 Análisis General

Riqueza Global

Dentro del Proyecto Loma Larga, en base a la metodología cualitativa y cuantitativa para el análisis de los datos del monitoreo realizado en diciembre 2021 se registraron 191 especies diferentes agrupadas en 125 géneros y 60 familias (Figura 6-9). Es importante recalcar que para el presente estudio se encontraron tres especies cuya identificación taxonómica fue imposible, por lo que fueron catalogadas y morfotipadas como Indeterminado sp. 1, Indeterminado sp. 2 e Indeterminado sp. 3; esto representa un incremento en términos de diversidad. Esta clasificación taxonómica incierta se debe a falta de caracteres vegetativos (hojas) y/o reproductivos (flores y frutos) en los individuos censados.

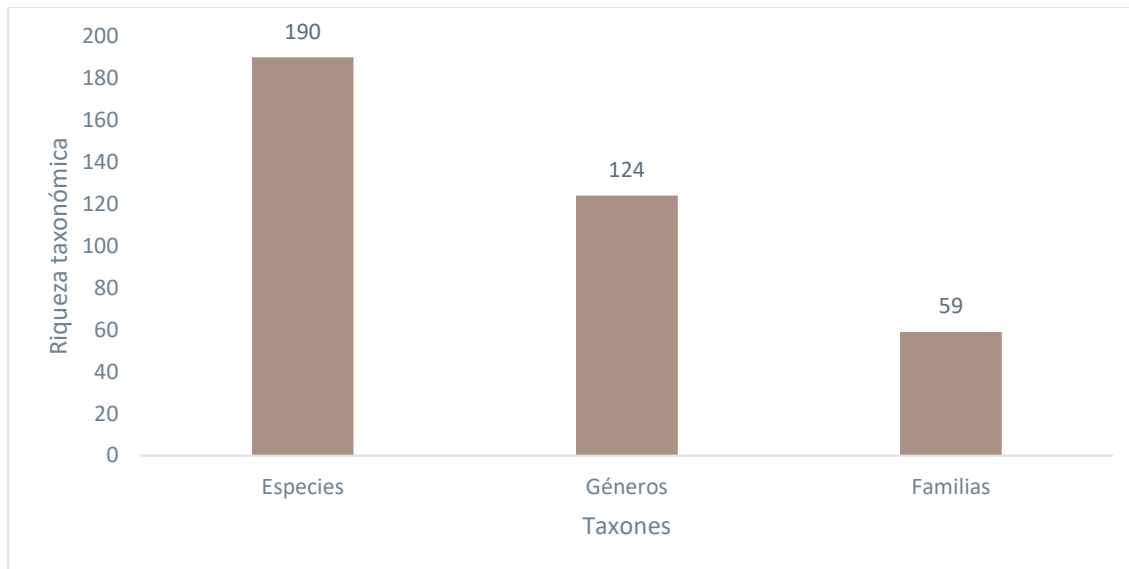


Figura 6-9 Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Al realizar una comparación de la diversidad de familias, géneros y especies de cada uno de los puntos de muestreo (punto cualitativo + punto cuantitativo), se observa que los puntos PMF-06 y POF-06 son los más diversos en especies, registrando entre ambas unidades muestrales un total de 72 especies. En cuanto a la diversidad de géneros y familias, las unidades muestrales más diversas fueron PMF-02 y POF-02, que registraron 59 géneros y 32 familias.

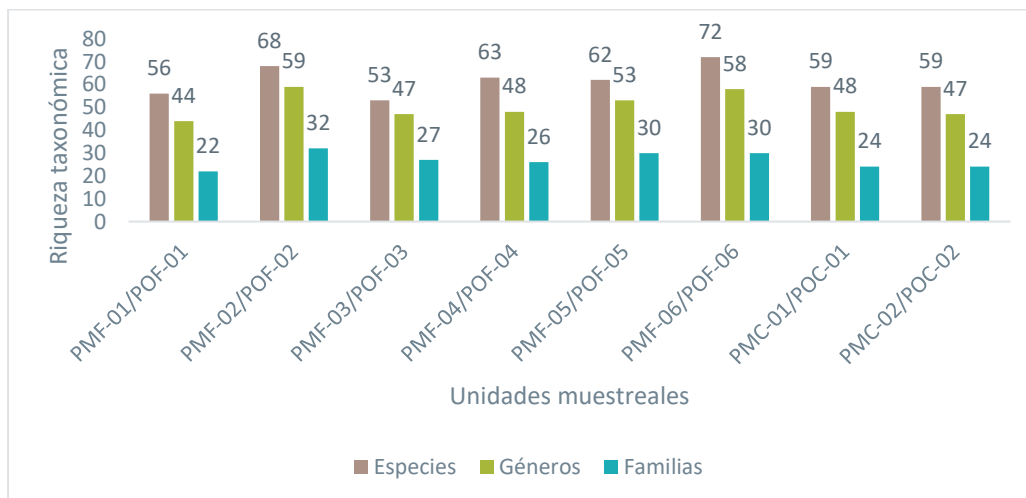


Figura 6-10 Riqueza de Especies de Flora Registradas en los Transectos Cualitativos y las Parcelas Cuantitativas dentro del Proyecto Loma Larga.

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Riqueza y Abundancia por Familia

Al analizar la riqueza por familias se observa que la más diversa en términos de géneros y especies fue Asteraceae, que reportó la presencia de 22 géneros y 37 especies; seguida de la familia Poaceae, que registró 12 géneros y 14 especies (Figura 6-11).

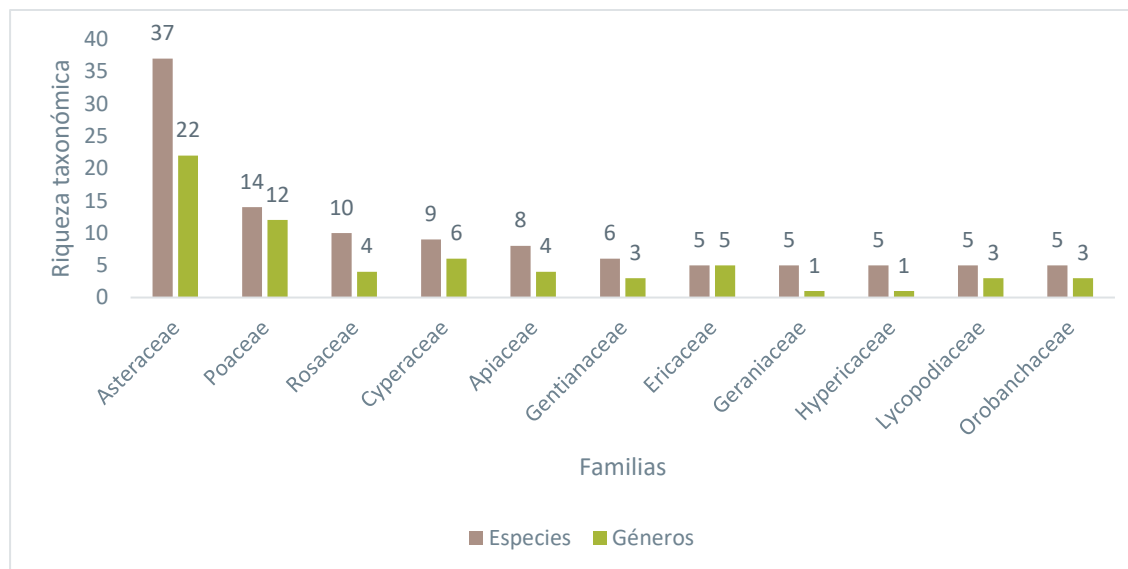


Figura 6-11 Riqueza de las Familias Florísticas más Representativas en Términos de Diversidad en el Proyecto Loma Larga.

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación de Especies

El análisis de curva de acumulación de especies para el área total de estudio se realizó de manera acumulada, tomando en cuenta las ocho parcelas del análisis cuantitativo y los ocho transectos de observación de los muestreos cualitativos.

Al analizar la curva de acumulación de especies se observó que está cercana a la asíntota, lo que supone que la mayoría de las especies del área han sido muestreadas dentro del presente monitoreo (Figura 6-12).

El índice de Chao 2 alcanzó 251 especies, por lo que el dato reportado en el campo (190 spp.) representa un 75,579 % de las especies estimadas, determinando que el esfuerzo de monitoreo es representativo.

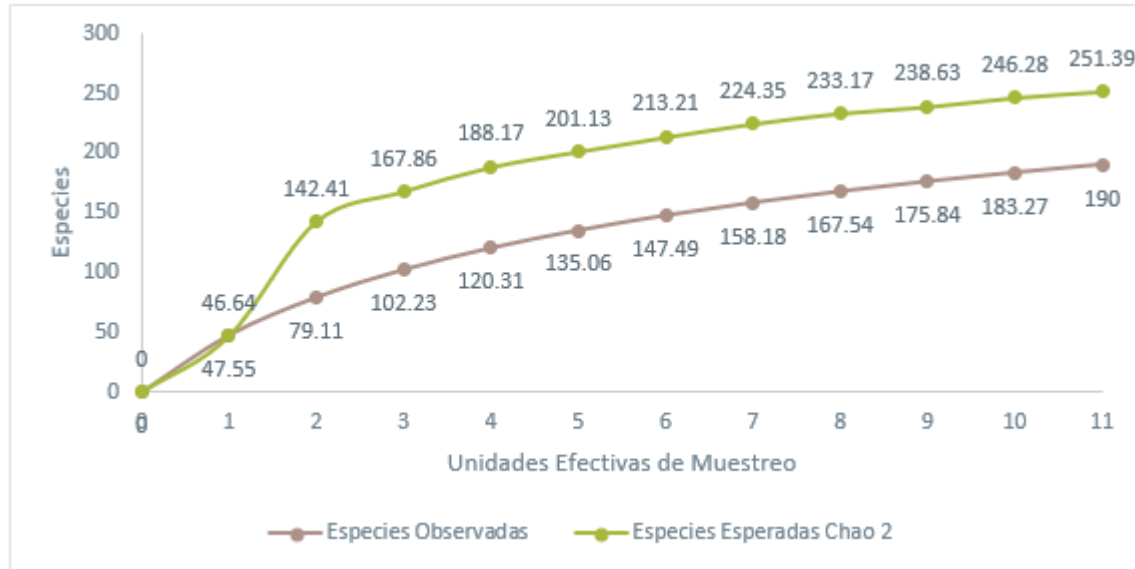


Figura 6-12 Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

6.2.5.1.2 Análisis Cualitativo

Riqueza

Dentro de los ocho transectos cualitativos se registró la presencia de 51 familias, 108 géneros y 162 especies. En la Tabla 6-32 se registra la diversidad de cada uno de los transectos de observación.

Tabla 6-32 Lista de las Especies Registradas en los Muestreos Cualitativos Dentro del Proyecto Loma Larga

Especies	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	PCOF-01	PCOF-02
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	-	-	-	-	-	-	x	-
<i>Aciachne flagellifera</i> Laegaard	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.	x	x	-	x	-	-	x	x
<i>Arcytophyllum vernicosum</i> Standl.	-	x	x	-	x	-	-	-
Asteraceae sp. 1	-	-	-	-	-	x	-	-
Asteraceae sp. 2	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Axinaea luteynii</i> E. Cotton	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Azorella biloba</i> (Schltdl.) Wedd.	-	-	-	-	-	-	x	-
<i>Azorella</i> sp. 1	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Azorella aretioides</i> (Kunth) Willd. ex DC	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Mathias & Constance	-	x	-	-	-	-	-	x
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	-	-	-	-	-	x	x	-

Especies	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	PCOF-01	PCOF-02
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Bartsia pedicularoides</i> Benth.	-	-	-	X	-	X	X	-
<i>Bartsia stricta</i> (Kunth) Benth.	-	X	X	-	-	-	-	X
<i>Berberis rigida</i> Hieron	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Bidens andicola</i> Kunt	-	X	-	-	X	-	-	X
<i>Blechnum auratum</i> (Fée) R.M. Tryon & Stolze	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Blechnum loxense</i> (Kunth) Hook. ex Salomon	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Brachyotum jamesonii</i> Triana	-	-	X	X	X	-	-	-
<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	-	X	X	-	-	-	X	X
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	X	X	X	X	X	-	X	X
<i>Campyloneurum amphostenon</i> (Kunze ex Klotzsch) Fée	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Cardamine jamesonii</i> Hook	-	-	-	X	-	X	X	-
<i>Carex tamana</i> Mart.	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Carex pichinchensis</i> Kunth	X	-	-	-	X	-	-	-
<i>Castilleja nubigena</i> Kunth	-	X	-	X	-	-	-	-
<i>Castilleja fissifolia</i> L.f.	X	-	-	-	-	X	-	X
<i>Cerastium floccosum</i> (Benth)	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Cerastium danguyi</i> J.F. Macbr.	X	-	-	-	-	-	X	-
<i>Chrysactinium acaule</i> (Kunth) Wedd. i	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Chuquiraga jussieui</i> J. F. Gmelin	-	X	X	X	-	-	-	X
<i>Chusquea villosa</i> (L.G. Clark) L.G.Clark	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	-	-	-	-	X	X	X	X
<i>Cortaderia sericantha</i> (Steud.) Hitchc.	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Cyathea</i> sp.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Dactylis glomerata</i> L.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Diphasiastrum thyoides</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Holub	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Diplostephium</i> sp. 1	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Nied.	-	X	X	X	X	X	X	X
<i>Elaphoglossum cuspidatum</i> (Willd.) T. Moore	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Elaphoglossum engelii</i> (H. Karst.) Christ	-	X	-	-	X	-	-	-
<i>Epidendrum tenuicaule</i> F. Lehm. & Kraenzl.	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Epilobium denticulatum</i> Ruiz & Pav.	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Eryngium humile</i> Cav.	X	X	-	X	-	X	X	X
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Festuca subulifolia</i> Benth	-	-	-	-	-	-	X	-

Especies	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	PCOF-01	PCOF-02
<i>Fuchsia ayavacensis</i> Kunth	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Fosberg	-	X	-	-	X	X	-	-
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	X	X	X	X	-	-	X	-
<i>Gentianella hirculus</i> (Griseb.) Fabris	-	-	-	-	X	X	X	X
<i>Gentianella hyssopifolia</i> (Kunth) Fabris	-	X	X	X	X	-	-	-
<i>Gentianella longibarbat</i> (Gilg) Fabris	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gentianella rapunculoides</i> (Willd. ex Schult.) J.S. Pringle	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Geranium maniculatum</i> H.E. Moore	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Geranium multipartitum</i> Benth.	-	-	-	X	X	-	X	-
<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	X	-	-	-	-	-	X	-
<i>Gynoxys cuicochensis</i> Cuatrec.	-	-	X	X	X	X	X	-
<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Gynoxys</i> sp.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Halenia minima</i> C.K. Allen	X	X	-	X	X	X	X	X
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Holcus lanatus</i> L.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss	-	X	X	-	-	X	X	X
<i>Hypericum quitense</i> R. Keller	-	-	-	X	X	X	X	-
<i>Hypericum aciculare</i> Kunth	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Hypericum lancoides</i> Cuatrec.	X	X	-	-	-	X	X	X
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	X	X	X	X	-	-	X	X
<i>Isidrogalvia falcata</i> Ruiz & Pav.	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Isoetes andina</i> Spruce ex Hook	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Isoetes</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Jamesonia goudotii</i> (Hieron.) C. Chr.	-	X	X	X	-	X	X	X
<i>Jamesonia</i> sp. 1	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Jamesonia pulchra</i> Hook. & Grev.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jungia</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	X	-	-	-	-	X	-	-
<i>Lachemilla</i> sp. 2	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Lachemilla hispidula</i> (L.M. Perry) Rothm.	X	-	-	X	X	X	X	-

Especies	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	PCOF-01	PCOF-02
<i>Lachemilla rupestris</i> (Kunth) Rothm.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Lasiocephalus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Lasiocephalus lingulatus</i> Schltld.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C. Chr.	-	-	-	X	X	-	-	-
<i>Loricaria ilinissae</i> (Benth.) Cuatrec.	X	X	-	-	-	-	-	X
<i>Loricaria thuyoides</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Loricaria antisanensis</i> Cuatrec.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Loricaria azuayensis</i> Cuatrec.	X	-	-	X	X	X	X	X
<i>Loricaria thuyoides</i> (Lam.) Sch.Bip.	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Lupinus tauris</i> Benth	X	X	-	-	X	X	X	X
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	X	X	-	X	X	-	X	-
<i>Lysipomia vitreola</i> McVaugh	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Melpomene moniliformis</i> (Lag. ex Sw.) A.R. Sm. & R.C. Moran	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Miconia salicifolia</i> Bonpl. ex Naudin	-	X	-	-	X	-	-	-
<i>Miconia chionophila</i> Naudin	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Monnina arbuscula</i> Chodat	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Monticalia empetroides</i> (Cuatrec.) C. Jeffrey	-	-	-	X	X	-	-	-
<i>Monticalia vacciniodes</i> (Kunth) Cuatrec.	-	-	X	X	-	-	-	-
<i>Monticalia arbutifolia</i> (Kunth) C. Jeffrey	-	-	-	X	X	X	-	-
<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Myrteola phyllicoides</i> (Benth.) Landrum	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Niphogeton</i> sp. 1	-	-	X	X	-	-	X	-
<i>Niphogeton dissecta</i> (Benth.) J.F. Macbr.	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Oreobolus venezuelensis</i> Steyererm.	X	-	-	-	X	X	-	-
<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. ex Hook. f.	X	-	-	X	-	-	-	-
<i>Oritrophium crocifolium</i> (Kunth) Cuatrec.	-	X	-	-	-	X	X	X
<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatrec.	X	-	-	X	X	-	-	X
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	-	X	X	-	X	X	X	X
<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	-	-	-	-	X	X	-	-
<i>Oxalis phaeotricha</i> Diels	-	X	-	-	-	-	-	X
<i>Paspalum bonplandianum</i> Fluggé	-	X	X	X	-	X	X	-
<i>Pedicularis incurva</i> Benth.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.	X	-	-	-	-	-	-	-

Especies	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	PCOF-01	PCOF-02
<i>Peperomia</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Perezia pungens</i> Less.	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) D.C.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phlegmariurus compactus</i> (Hook.) B. Øllg.	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Phlegmariurus crassus</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) B. Øllg.	X	-	-	X	-	-	X	-
<i>Phlegmariurus</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Pinguicula calyptata</i> Kunth	-	-	-	-	X	X	-	-
<i>Pinus patula</i> Schltld. & Cham.	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Plantago rigida</i> Kunth	-	X	-	X	-	X	-	X
<i>Pleopeltis</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-
Poaceae sp. 1	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Polylepis incana</i> Kunth	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Polylepis reticulata</i> Hieron.	-	-	-	-	X	X	X	-
<i>Puya clava-herculis</i> Mez & Sodiro	-	-	-	X	X	X	X	X
<i>Puya eryngioides</i> André	-	-	X	-	X	-	-	-
<i>Puya hamata</i> L.B.Sm.	X	-	-	-	-	X	X	-
<i>Ranunculus flagelliformis</i> Sm.	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Ranunculus limoselloides</i> Turcz.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC.	X	X	-	-	X	-	-	X
<i>Rhynchospora</i> sp. 1	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckeler	X	-	X	X	-	-	-	-
<i>Ribes lehmannii</i> Jancz	-	X	-	-	X	-	-	-
<i>Rubus coriaceus</i> Holuby	-	-	-	-	X	X	-	X
<i>Rubus nubigenus</i> Kunth	-	X	-	-	-	X	-	-
<i>Rumex crispus</i> L.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Rumex acetosella</i> L.	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Senecio chionogeton</i> Wedd.	X	X	-	X	X	X	X	X
<i>Sessea</i> sp.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Sisyrinchium tinctorium</i> Kunth	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Stachys</i> sp.1	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Stachys elliptica</i> Kunth	X	X	-	-	-	X	X	X
<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav) Kunth	-	X	-	-	-	-	-	X
<i>Taraxacum officinale</i> L.	-	-	X	-	-	X	-	-
<i>Trifolium repens</i> L.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	-	X	X	-	-	X	X	-

Especies	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	PCOF-01	PCOF-02
<i>Valeriana bracteata</i> Benth	-	-	-	-	-	-	x	-
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	-	-	-	x	x	-	-	-
<i>Valeriana rigida</i> Ruiz & Pav.	-	-	-	-	-	-	x	-
<i>Valeriana</i> sp.	-	-	x	x	-	-	-	-
<i>Viola pygmaea</i> (Poir)	-	x	-	x	-	-	-	x
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	-	x	-	-	-	-	x	-
<i>Werneria nubigena</i> Kunth	x	x	-	x	x	-	x	x
<i>Xenophyllum humile</i> (Kunth) V.A. Funk	x	-	-	x	x	x	x	-
<i>Xenophyllum roseum</i> (Hieron.) V.A. Funk	-	-	-	x	-	x	x	-

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

En la siguiente figura se observa la riqueza de cada uno de los transectos en el área muestreada del proyecto Loma Larga. En el transecto POF-01 se registró la presencia de 19 familias, 36 géneros y 43 especies. En el transecto POF-02 se registraron 25 familias, 43 géneros y 47 especies. En el transecto POF-03 se registraron 26 familias, 37 géneros y 39 especies. En el transecto POF-04 se registraron 23 familias, 39 géneros y 47 especies. En el transecto POF-05 se registraron 27 familias, 43 géneros y 47 especies. En el transecto POF-06 se registraron 23 familias, 43 géneros y 54 especies. En el transecto PCOF-01 se registraron 22 familias, 42 géneros y 52 especies. Finalmente, en el transecto PCOF-02 se registraron 23 familias, 37 géneros y 42 especies.

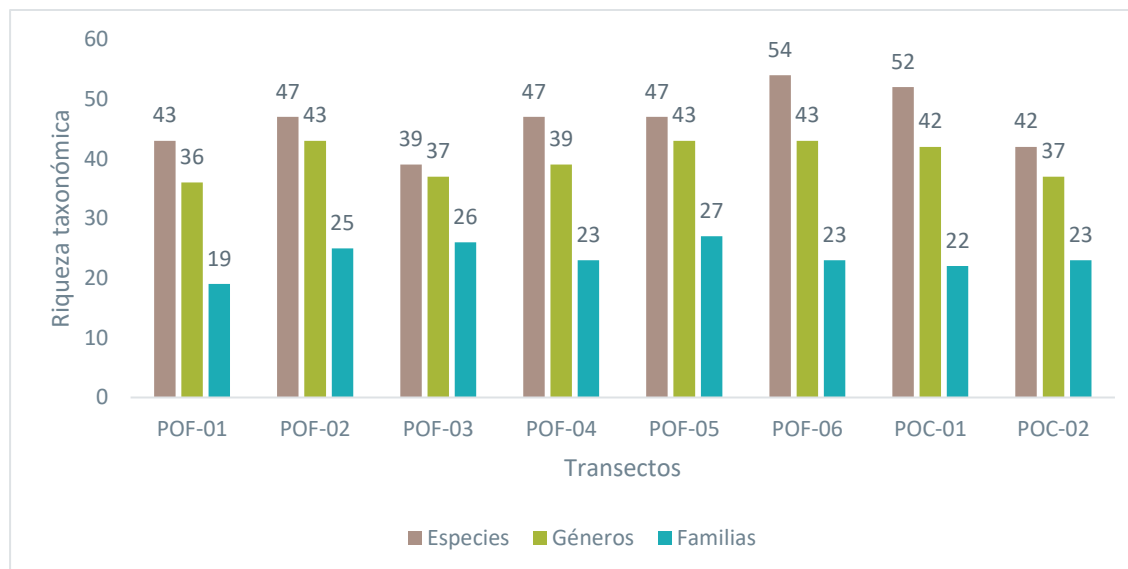


Figura 6-6-13 Comparación de la Riqueza Taxonómica de los Transectos en el Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Riqueza por Familia en base al Muestreo Cualitativo

Al analizar la riqueza por familias en base a los ocho transectos del análisis cualitativo, se observó que la familia más diversa a nivel de género y especies fue Asteraceae, con 35 géneros y 22 especies; la siguiente familia más diversa en términos de género y especies fue Poaceae, que registró 10 géneros y 10 especies.

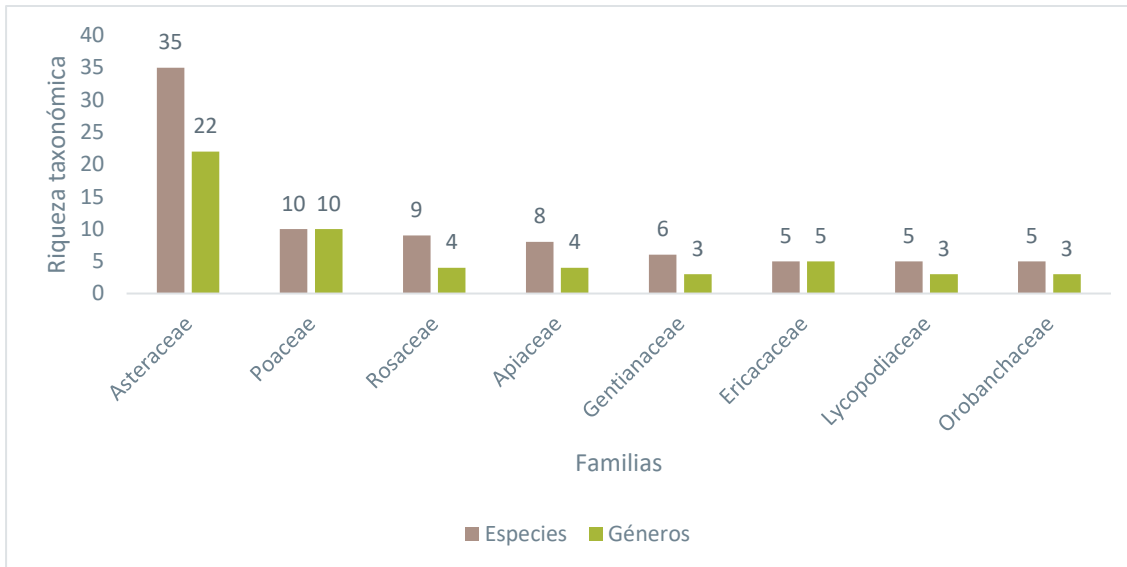


Figura 6-14 Riqueza de las Familias Florísticas más Representativas en Términos de Diversidad*

Nota: La riqueza de las familias florísticas más representativas en términos de diversidad se llevó a cabo en el área de geográfica de la concesión Loma Larga en base al muestreo cualitativo.

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Beta

Coeficiente de Similitud de Jaccard

Se determinó el coeficiente de similitud de Jaccard en los ocho transectos en base a la riqueza específica de cada punto (Tabla 6-33). Los resultados demuestran que existen cinco grandes grupos de similitud dentro del área Geográfica. El primer grupo está formado por los transectos: POF-02, PCOF-02, los cuales poseen una similitud del 41 %; el segundo grupo está formado por los transectos POF-06 y PCOF-01 y poseen una similitud del 40 %; el tercer grupo está formado por los transectos POF-04 y POF-05 y poseen una similitud entre ellos de 20 %; el cuarto grupo del transecto POF-01 posee una similitud con los transectos antes nombrados entre el 7 y 25 %; finalmente, el transecto POF-03 posee una similitud con el resto de transectos entre el 7 y 19 %.

Tabla 6-33 Matriz de Similitud de Jaccard de los Transectos Cualitativos dentro del Área de Loma Larga

	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	PCOF-01	PCOF-02
POF-01	1,000	0,184	0,065	0,216	0,169	0,155	0,250	0,250
POF-02	0,184	1,000	0,194	0,221	0,205	0,188	0,269	0,413
POF-03	0,065	0,194	1,000	0,194	0,103	0,094	0,152	0,125
POF-04	0,216	0,221	0,194	1,000	0,270	0,202	0,320	0,203
POF-05	0,169	0,205	0,103	0,270	1,000	0,247	0,222	0,236
POF-06	0,155	0,188	0,094	0,202	0,247	1,000	0,395	0,247
PCOF-01	0,250	0,269	0,152	0,320	0,222	0,395	1,000	0,270
PCOF-02	0,250	0,413	0,125	0,203	0,236	0,247	0,270	1,000

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

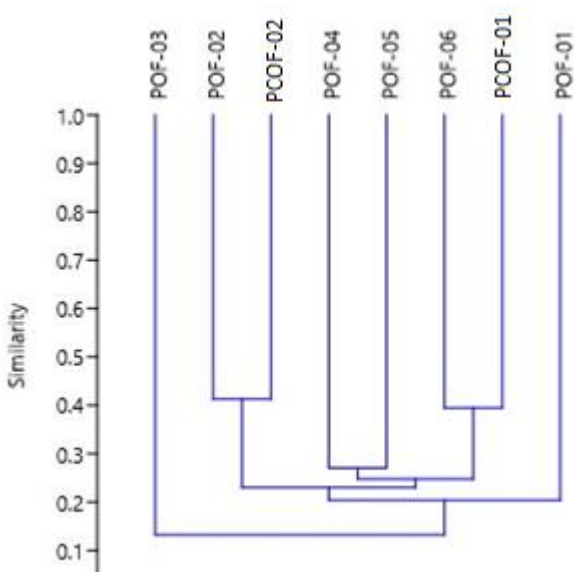


Figura 6-15 Análisis Clúster de Jaccard para los Transectos Cualitativos dentro de Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

6.2.5.1.3 Análisis Cuantitativo

Riqueza y Cobertura

Dentro del área geográfica de Loma Larga, en base al monitoreo realizado en el 2021 se registraron 113 especies diferentes agrupadas en 82 géneros y 41 familias. Es importante recalcar que para el presente monitoreo no se logró identificar tres especies que fueron morfotipadas como Indeterminado sp. 1, Indeterminado sp. 2 e Indeterminado sp. 3. Esto representa un incremento en términos de diversidad. Esta clasificación taxonómica incierta se debe a falta de caracteres vegetativos (hojas) y/o reproductivos (flores y frutos) en los individuos censados.

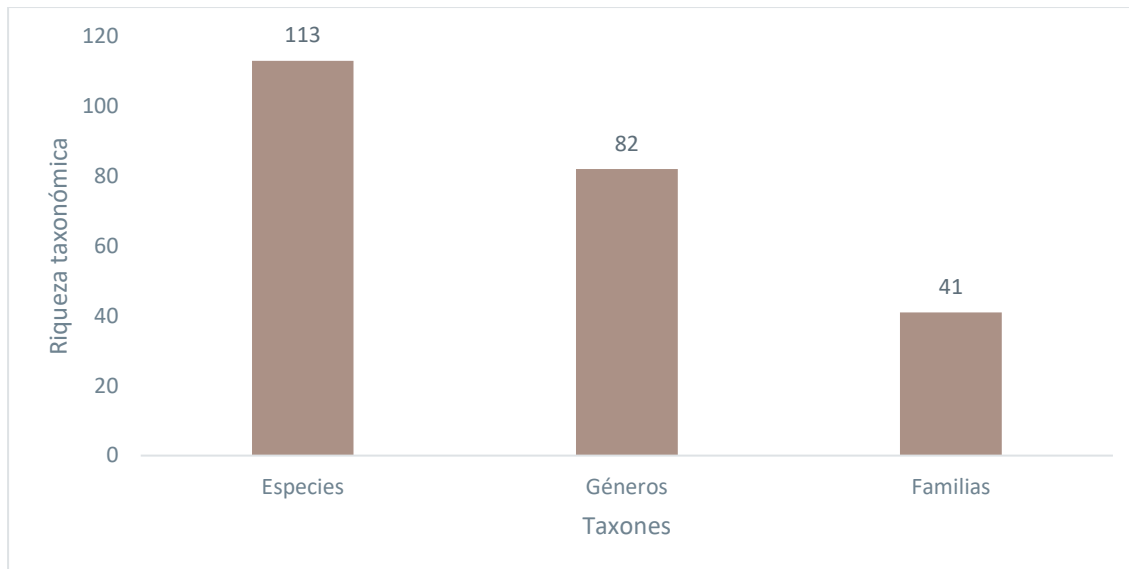


Figura 6-16 Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Proyecto Loma Larga en Base a la Metodología Cuantitativa

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Tabla 6-34 Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el Área de Geográfica

Nombre Científico	Frecuencia Relativa	Cobertura Relativa	IVI
<i>Aciachne flagellifera</i> Laegaard	0,198	0,035	0,232
<i>Agrostis breviculmis</i> Hitchc.	0,198	0,035	0,232
<i>Agrostis perennans</i> (Walter) Tuck.	0,395	0,069	0,464
<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.	2,964	1,763	4,727
<i>Arcytophyllum vernicosum</i> Standl.	0,593	0,104	0,696
<i>Arenavia</i> sp. 1	0,395	0,036	0,431
<i>Asteraceae</i> sp. 1	0,791	0,483	1,274
<i>Asteraceae</i> sp. 2	1,186	0,830	2,016
<i>Azorella aretioides</i> (Kunth) Willd. ex DC	0,988	3,624	4,612
<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Mathias & Constance	0,198	0,207	0,405
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	0,791	0,483	1,274
<i>Bidens andicola</i> Kunt	0,395	0,036	0,431
<i>Blechnum loxense</i> (Kunth) Hook. ex Salomon	0,395	1,035	1,431
<i>Brachyotum jamesonii</i> Triana	1,976	1,658	3,634
<i>Calamagrostis fibrovaginata</i> Lægaard	0,395	1,070	1,465
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	6,917	20,157	27,074
<i>Carex pichinchensis</i> Kunth	1,581	0,966	2,547
<i>Castilleja fissifolia</i> L.f.	0,395	0,003	0,398
<i>Cerastium danguyi</i> J.F. Macbr.	0,593	0,070	0,663

Nombre Científico	Frecuencia Relativa	Cobertura Relativa	IVI
<i>Chrysactinium acaule</i> (Kunth) Wedd. i	0,395	0,069	0,464
<i>Chuquiraga jussieui</i> J. F. Gmelin	0,395	0,069	0,464
<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	0,791	0,278	1,068
<i>Cortaderia sericantha</i> (Steud.) Hitchc.	1,186	0,725	1,911
Cyperaceae sp. 1	0,198	0,207	0,405
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Nied.	2,964	2,452	5,416
<i>Elaphoglossum</i> sp. 1	0,395	0,069	0,464
<i>Elaphoglossum engelii</i> (H. Karst.) Christ	0,791	0,278	1,068
<i>Eleocharis</i> sp.	1,186	0,692	1,877
<i>Epidendrum</i> sp 1.	0,198	0,207	0,405
<i>Epilobium denticulatum</i> Ruiz & Pav.	0,198	0,035	0,232
<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	0,198	0,035	0,232
<i>Eriocaulon</i> sp. 1	0,198	0,035	0,232
<i>Eryngium humile</i> Cav.	0,198	0,001	0,199
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	0,593	1,898	2,491
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Fosberg	0,593	0,276	0,869
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	0,395	0,036	0,431
<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer	0,395	0,069	0,464
<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	0,791	0,072	0,862
<i>Gentianella hyssopifolia</i> (Kunth) Fabris	1,383	0,414	1,798
<i>Gentianella rapunculoides</i> (Willd. ex Schult.) J.S. Pringle	0,198	0,207	0,405
<i>Geranium</i> sp. 1	0,198	0,035	0,232
<i>Geranium maniculatum</i> H.E. Moore	3,557	1,418	4,975
<i>Geranium multipartitum</i> Benth.	1,186	0,347	1,532
<i>Geranium</i> sp. 1	0,198	0,035	0,232
<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	0,988	0,485	1,473
<i>Gunnera magellanica</i> Lam.	1,581	3,383	4,964
<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	0,593	0,276	0,869
<i>Gynoxys</i> sp.	0,593	0,104	0,696
<i>Halenia minima</i> C.K. Allen	2,569	1,383	3,953
<i>Hypericum decandrum</i> Turcz.	0,198	0,001	0,199
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss	1,186	0,692	1,877
<i>Hypericum quitense</i> R. Keller	0,198	0,207	0,405
<i>Hypericum lancoides</i> Cuatrec.	2,372	1,799	4,170
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	1,383	0,315	1,698
Indeterminada sp. 1	0,593	0,416	1,008
Indeterminada sp. 2	0,198	0,035	0,232

Nombre Científico	Frecuencia Relativa	Cobertura Relativa	IVI
Indeterminada sp. 3	0,198	0,035	0,232
<i>Isidrogalvia falcata</i> Ruiz & Pav.	0,791	0,278	1,068
<i>Jamesonia goudotii</i> (Hieron.) C. Chr.	1,383	1,726	3,109
<i>Jamesonia</i> sp. 1	0,988	2,140	3,128
<i>Jamesonia pulchra</i> Hook. & Grev.	0,988	0,073	1,061
<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	1,976	1,967	3,944
<i>Lachemilla</i> sp. 1	0,395	0,242	0,637
<i>Lachemilla hispidula</i> (L.M. Perry) Rothm.	1,383	1,142	2,525
<i>Lasiocephalus lingulatus</i> Schltld.	0,395	0,069	0,464
<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C. Chr.	0,198	0,518	0,715
<i>Loricaria azuayensis</i> Cuatrec.	0,198	0,001	0,199
<i>Loricaria</i> sp. 1	0,395	0,725	1,120
<i>Loricaria thuyoides</i> (Lam.) Sch.Bip.	1,186	2,485	3,671
<i>Lupinus tauris</i> Benth	1,581	0,382	1,963
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	3,557	2,279	5,837
<i>Melpomene moniliformis</i> (Lag. ex Sw.) A.R. Sm. & R.C. Moran	0,198	0,001	0,199
<i>Miconia salicifolia</i> Bonpl. ex Naudin	0,593	1,588	2,181
<i>Miconia chionophila</i> Naudin	0,791	0,244	1,035
<i>Monticalia empetroides</i> (Cuatrec.) C. Jeffrey	0,791	0,656	1,446
<i>Monticalia vacciniodes</i> (Kunth) Cuatrec.	0,198	0,035	0,232
<i>Monticalia arbutifolia</i> (Kunth) C. Jeffrey	1,976	1,484	3,460
<i>Monticalia</i> sp. 1	0,198	0,001	0,199
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	0,198	0,035	0,232
<i>Niphogeton</i> sp. 1	0,988	2,002	2,990
<i>Niphogeton dissecta</i> (Benth.) J.F. Macbr.	0,791	1,933	2,723
<i>Oreobolus venezuelensis</i> Steyerl.	1,581	5,557	7,138
<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. ex Hook. f.	0,198	0,035	0,232
<i>Oritrophium crocifolium</i> (Kunth) Cuatrec.	0,988	0,345	1,333
<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatrec.	0,198	0,035	0,232
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	2,174	1,588	3,762
<i>Oxalis phaeotricha</i> Diels	0,198	0,518	0,715
<i>Paspalum bonplandianum</i> Fluggé	5,731	7,146	12,877
<i>Pedicularis incurva</i> Benth.	0,198	0,035	0,232
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) D.C.	0,395	0,552	0,948
<i>Pinguicula calyptrata</i> Kunth	0,198	0,035	0,232
<i>Plantago rigida</i> Kunth	0,395	0,208	0,604

Estudio de Impacto Ambiental del Área Operativa del Proyecto Minero Loma Larga conformado por las Áreas Mineras Cerro Casco (Código 101580), Río Falso (Código 101577) y Cristal (Código 102195) para las Fases de Explotación y Beneficio de Minerales Metálicos bajo el Régimen de Gran Minería

Nombre Científico	Frecuencia Relativa	Cobertura Relativa	IVI
<i>Poa annua</i> L.	0,395	1,070	1,465
<i>Polystichum orbiculatum</i> (Desv.) J. Rémy & Fée	0,198	0,001	0,199
<i>Puya clava-herculis</i> Mez & Sodiro	0,988	0,656	1,644
<i>Puya eryngioides</i> André	0,593	1,450	2,043
<i>Puya hamata</i> L.B.Sm.	0,593	1,071	1,664
<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	0,198	0,001	0,199
<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC.	0,198	0,001	0,199
<i>Rhynchospora hieronymi</i> Boeckeler	0,593	0,416	1,008
<i>Rhynchospora</i> sp. 1	1,186	0,692	1,877
<i>Senecio chionogeton</i> Wedd.	1,186	0,380	1,565
<i>Sibthorpia repens</i> (Mutis ex L.) Kuntze	0,791	0,278	1,068
<i>Sisyrinchium tinctorium</i> Kunth	1,186	0,552	1,738
<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav) Kunth	0,395	0,069	0,464
<i>Trifolium repens</i> L.	0,791	1,450	2,240
<i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth	0,395	0,552	0,948
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	1,581	0,588	2,169
<i>Valeriana rigida</i> Ruiz & Pav.	0,593	0,276	0,869
<i>Viburnum</i> sp. 1	0,198	0,035	0,232
<i>Werneria nubigena</i> Kunth	0,198	0,035	0,232
<i>Xenophyllum humile</i> (Kunth) V.A. Funk	0,395	0,414	0,809
<i>Xenophyllum roseum</i> (Hieron.) V.A. Funk	0,198	0,207	0,405

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Al analizar la diversidad de las familias dentro del área de geográfica se observa que la familia Asteraceae fue la más diversa en cuanto a número de géneros y especies, registrando 24 especies agrupadas en 15 géneros. La siguiente familia más diversa fue Poaceae, que registró nueve especies y siete géneros.

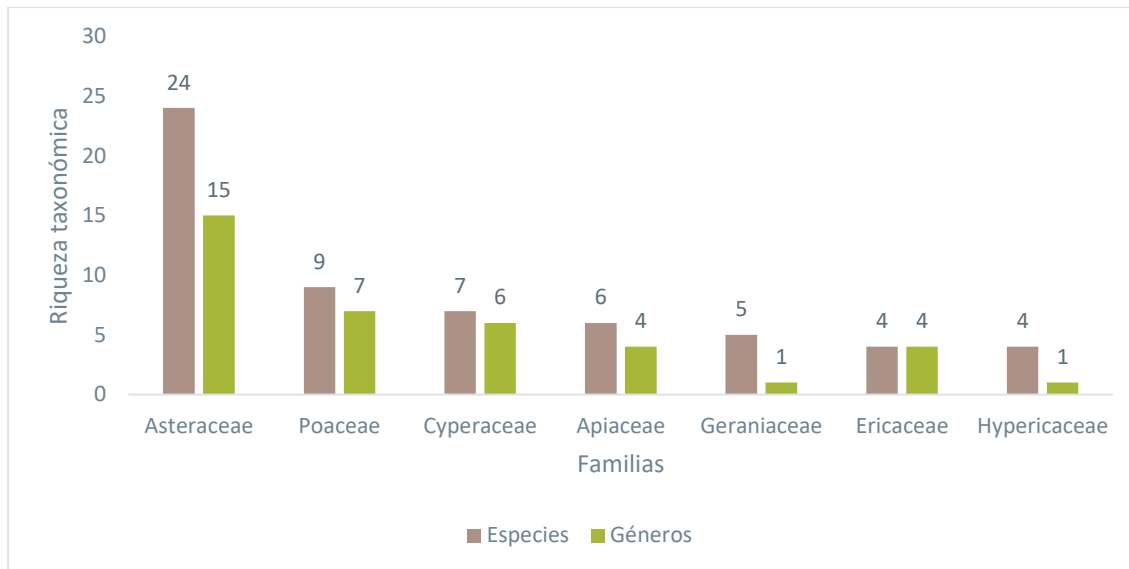


Figura 6-17 Diversidad de las Familias más Representativas en el Área Geográfica

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Al analizar la cobertura de las familias dentro del área geográfica, se observa que la mayor cobertura la obtuvo la familia Poaceae, cuyo porcentaje fue de 30,375 %; mientras que la familia Asteraceae registró una cobertura de 9,57 %. Dentro del área geográfica 16 familias presentaron coberturas mayores al 2 %.

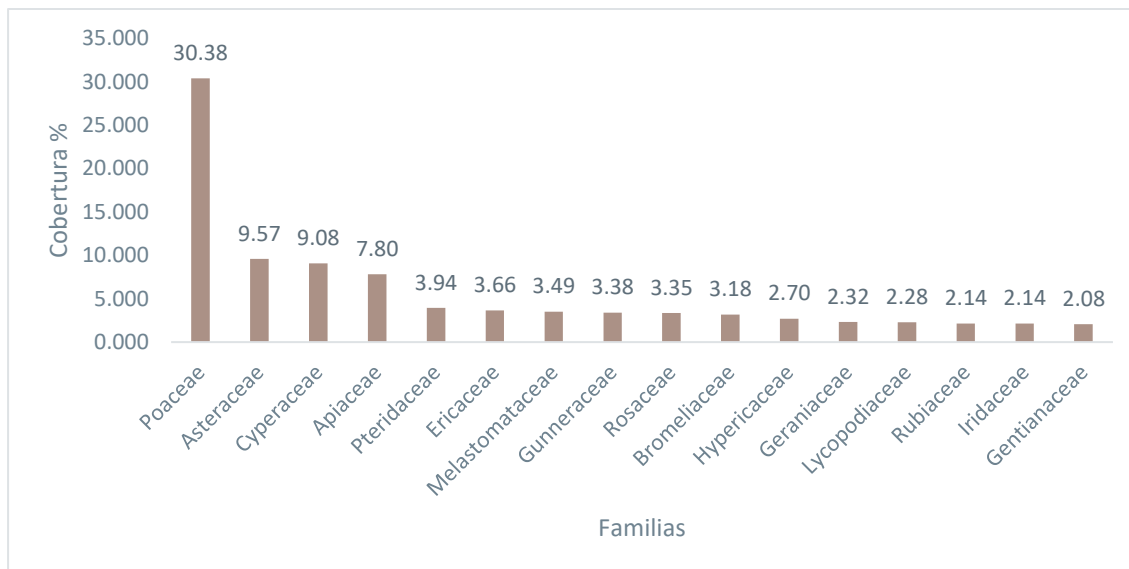


Figura 6-18 Porcentaje de Cobertura de las Familias Florísticas más Representativas en el Área Geográfica

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Al analizar la cobertura de las especies dentro del área de Loma Larga, se observa que la mayor cobertura la obtuvo *Calamagrostis intermedia*, cuyo porcentaje fue de 20,157 %. Un total de 10 especies representan el 51,225 % de la cobertura total en las parcelas muestreadas dentro del área geográfica. Un total de ocho

especies poseen el menor porcentaje de cobertura (0,011 %), entre las cuales se puede mencionar a: *Loricaria* cf. *azuayensis*, *Polystichum orbiculatum*, *Hypericum decandrum*, *Ranunculus peruvianus* y *Ranunculus praemorsus*.

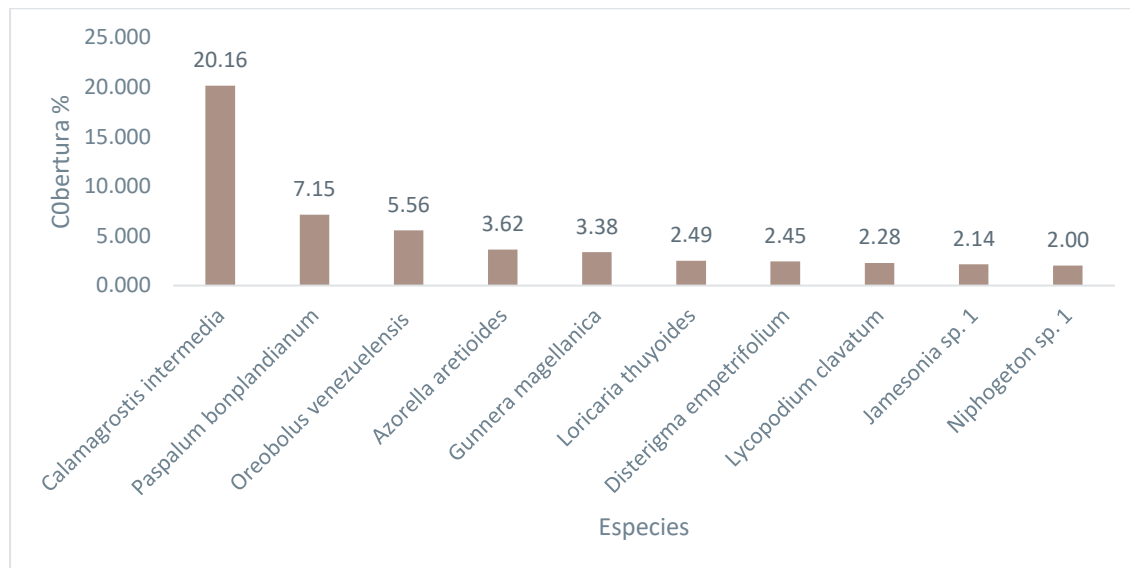


Figura 6-19 Porcentaje de Cobertura de las Especies más Representativas en el Área Geográfica.

Fuente: Entrix, noviembre - diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación de Especies

El análisis de curva de acumulación de especies para el área total se realizó de manera acumulada tomando en cuenta las ocho parcelas de monitoreo.

Al analizar la curva de acumulación de especies, se observó que está cercana a la asíntota, lo que supone que la mayoría de las especies del área han sido muestreadas dentro del presente monitoreo (Figura 6-20).

El índice de Chao 2 alcanzó 154,92 especies, por lo que el dato reportado en campo (113 spp.) representa un 72,941 % de las especies estimadas, determinando que el esfuerzo de monitoreo es representativo.

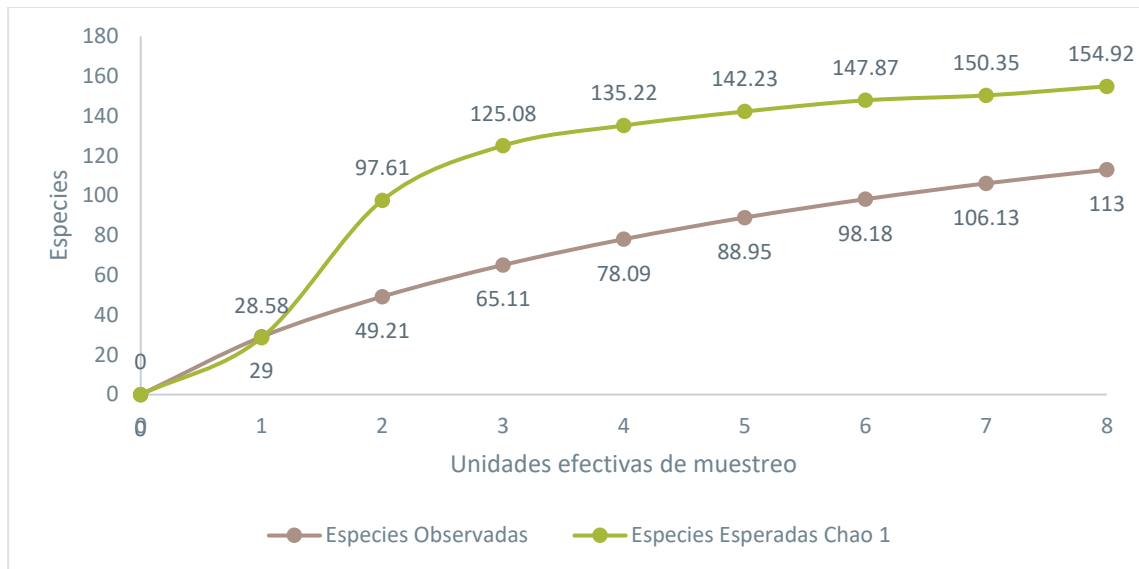


Figura 6-20 Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2 en el Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Rango-Abundancia de las Ocho Parcelas

La siguiente figura demuestra que existe una estructura en la cual el 25,664 % de las especies posee un porcentaje de cobertura menor al 0,05 %. La especie con mayor porcentaje de cobertura relativa registrada fue *Calamagrostis intermedia*, de la familia Poaceae, con una cobertura de 20,157 % del total de las especies registradas; seguida de *Paspalum bonplandianum*, de la familia Poaceae, que registró una cobertura de 7,146 %.

Página en blanco

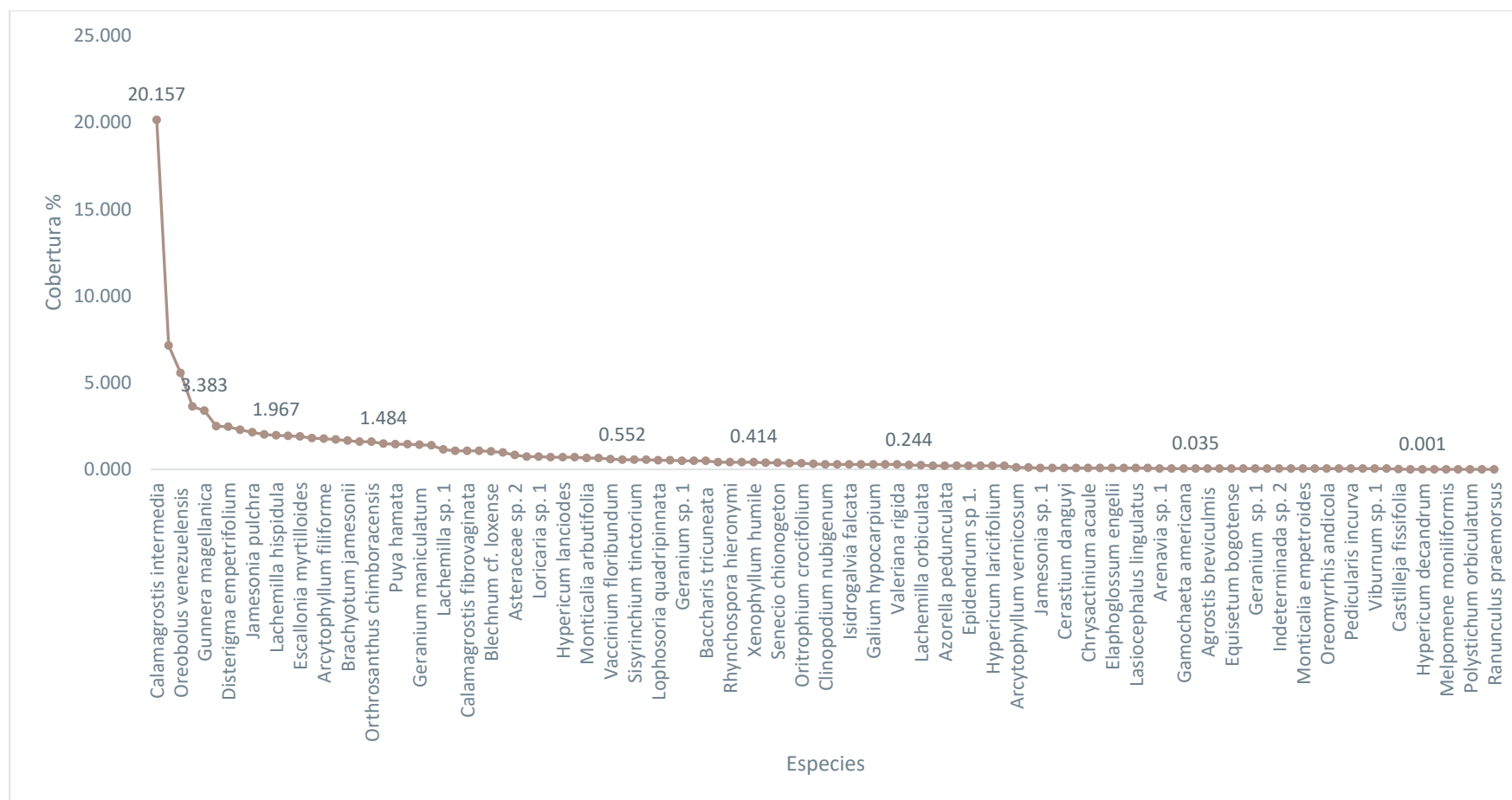


Figura 6-21 Curva de Abundancia-Diversidad de Especies de Flora para el Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

Índice de Valor de Importancia

Al analizar el índice de valor de importancia en la estructura y composición vegetal del área geográfica de Loma Larga, se observa que las especies destacadas fueron: *Calamagrostis intermedia* (IVI = 27,074), *Paspalum bonplandianum* (IVI = 12,877), ambas de la familia Poaceae, y *Oreobolus venezuelensis* (IVI = 7,138), de la familia Cyperaceae.

Diversidad Alfa-Índice de Shannon

El Proyecto Loma Larga presentó una alta equidad y, por lo tanto, una alta diversidad relativa.

Tabla 6-35 Índice de Shannon para el Componente de Flora en el Proyecto Loma Larga

Localidad	Riqueza	Shannon (H')
Loma Larga	113	4,28 (4,196-4,336)

Fuente: Entrix, noviembre - diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis por Punto de Muestreo

Riqueza y Cobertura

Dentro de las ocho parcelas analizadas en el estudio de Loma Larga, se registró que la parcela con el mayor número de familias, géneros y especies fue PMF-02, con 23 familias, 33 géneros y 36 especies; mientras que la parcela con menor diversidad de familias y géneros fue PCF-02, que registró 11 familias y 21 géneros, y la parcela con menor diversidad de especies fue PCF-01 que registró 24 especies.

Al analizar la familia más diversa dentro de las ocho parcelas en el área de Loma Larga, se observa que la familia Asteraceae es la más rica en especies en siete de las ocho parcelas, seguida de la familia Poaceae, que es la más diversa en la parcela restante (PMF-06).

En cuanto a la cobertura, se registró que *Calamagrostis intermedia* es la especie con mayor cobertura en siete de las ocho parcelas, tan solo en la parcela PMF-06 la especie con mayor cobertura es *Oreobolus venezuelensis*.

Página en blanco

Tabla 6-36 Comparación de la Riqueza de Familias, Géneros y Especies y de la Cobertura Vegetal dentro de las Ocho Parcelas del Proyecto Loma Larga

Parcela	No. de Familia	No. de Géneros	No. de Especies	Familia más Diversa		Especie más Dominante	
				Nombre	No. de Especie	Nombre	% de Cobertura
PMF-01	15	24	27	Asteraceae, Gentianaceae y Poaceae	3	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	21,281
PMF-02	23	33	36	Asteraceae	6	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	17,757
PMF-03	14	24	25	Asteraceae	6	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	27,177
PMF-04	14	26	30	Asteraceae	7	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	37,304
PMF-05	18	30	35	Asteraceae	7	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	18,490
PMF-06	20	26	28	Poaceae	4	<i>Oreobolus venezuelensis</i> Steyerm.	15,569
PCF-01	15	21	24	Asteraceae	5	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	33,861
PCF-02	11	21	26	Asteraceae	5	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	26,847

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

Curvas Rango-Abundancia

PMF-01

Al realizar el análisis de rango-abundancia en esta parcela, se observa que las especies más dominantes fueron *Calamagrostis intermedia* (21,281 %), de la familia Poaceae, y *Oreobolus venezuelensis*, de la familia Cyperaceae (10,526 %).

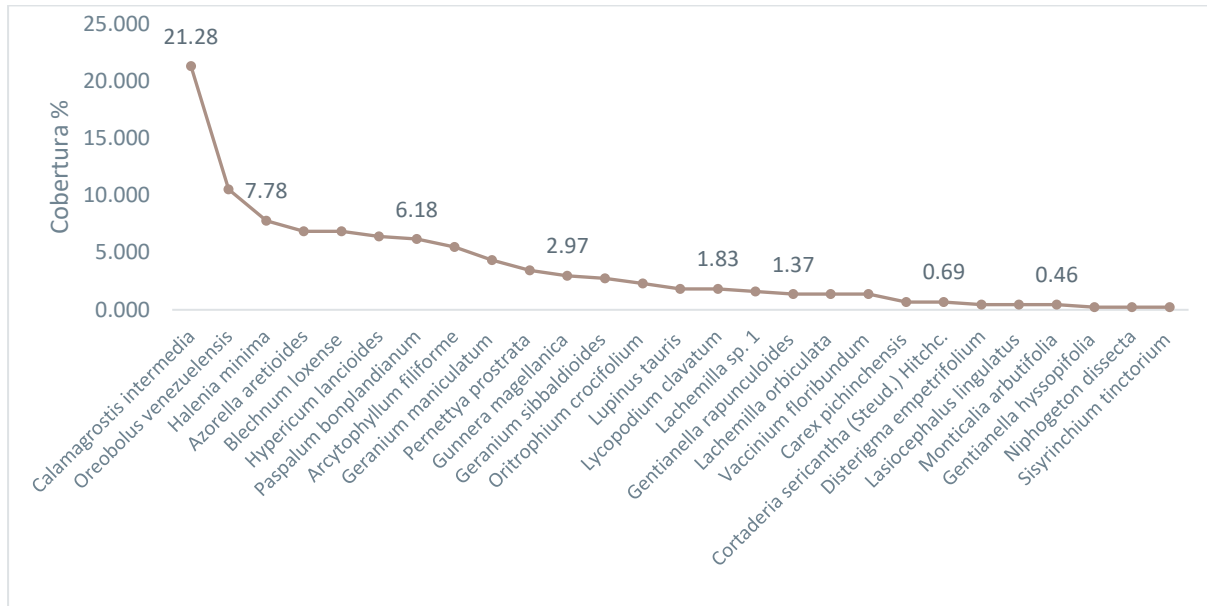


Figura 6-22 Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMF-02

Al realizar el análisis de rango-abundancia en esta parcela, se observa que las especies más dominantes fueron *Calamagrostis intermedia* (17,757 %) de la familia Poaceae, y *Puya hamata* (16,703 %), de la familia Bromeliaceae.

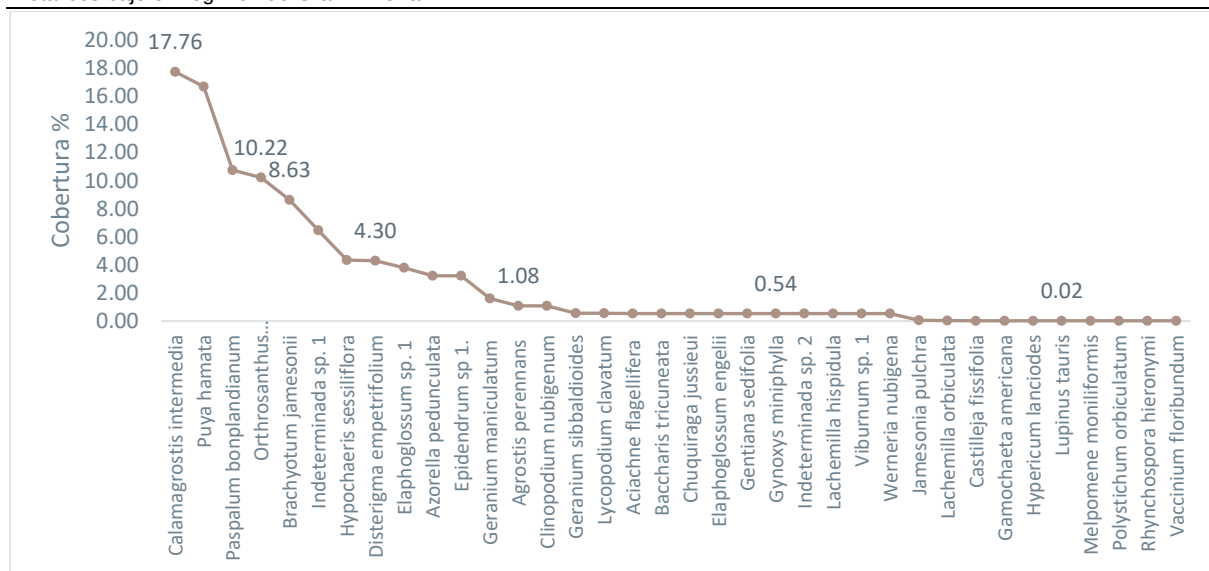


Figura 6-23 Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-02

Fuente: Entrix, noviembre - diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMF-03

Al realizar el análisis de rango-abundancia en esta parcela, se observa que las especies más dominantes fueron *Calamagrostis intermedia* (27,177 %), de la familia Poaceae, y *Escallonia myrtilloides* (14,101 %), de la familia Escalloniaceae.

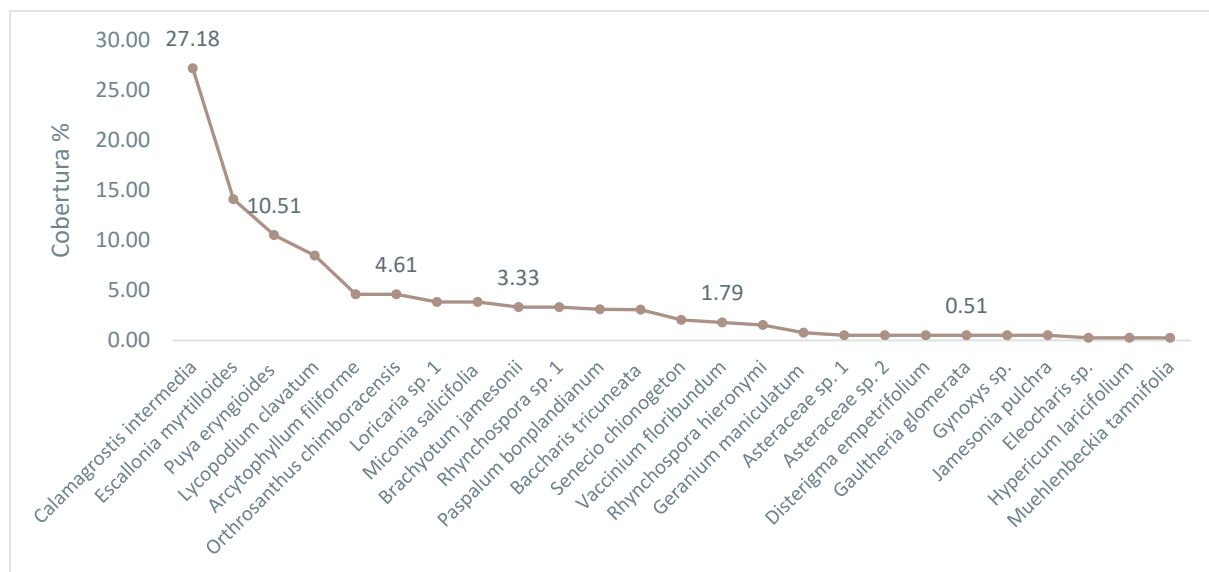


Figura 6-24 Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-03

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMF-04

Al realizar el análisis de rango-abundancia en esta parcela, se observa que las especies más dominantes fueron *Calamagrostis intermedia* (37,304 %), de la familia Poaceae, y *Jamesonia goudotii* (13,948 %), de la familia Pteridaceae.

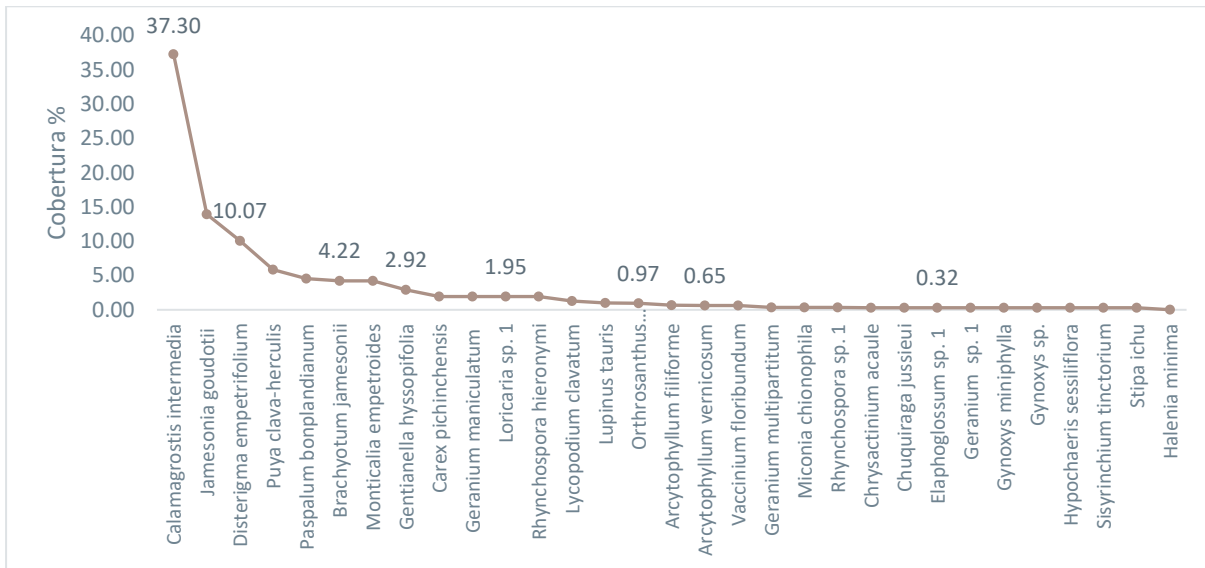


Figura 6-25 Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-04

Fuente: Entrix, noviembre - diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMF-05

Al realizar el análisis de rango-abundancia en esta parcela, se observa que las especies más dominantes fueron *Calamagrostis intermedia* (18,490 %), de la familia Poaceae, y *Loricaria thuyoides* (16,435 %), de la familia Asteraceae.

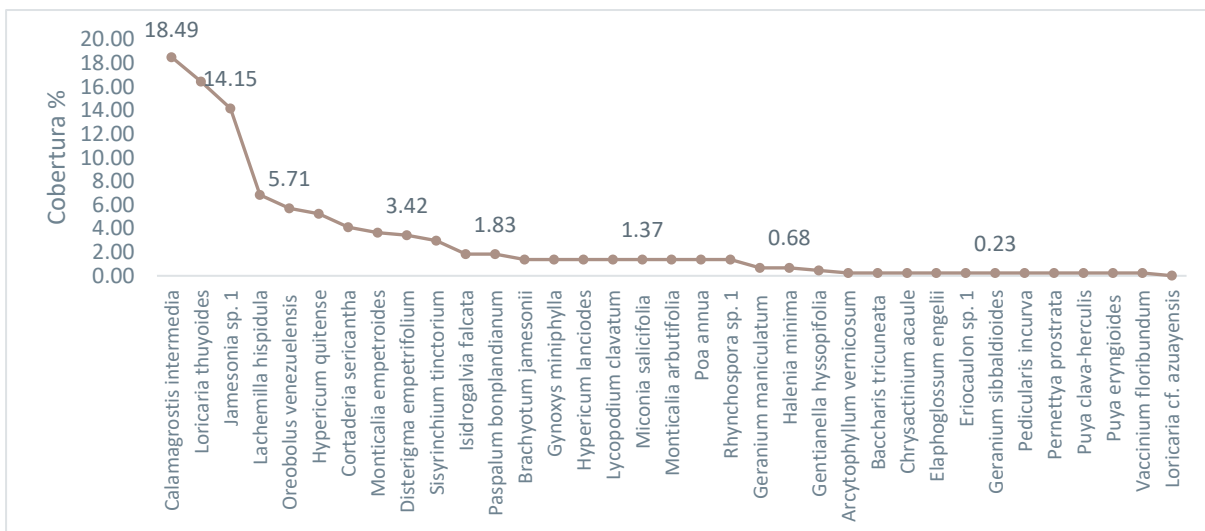


Figura 6-26 Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-05

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMF-06

Al realizar el análisis de rango-abundancia en esta parcela, se observa que las especies más dominantes fueron *Oreobolus venezuelensis* (15,568 %), de la familia Cyperaceae, y *Gunnera magellanica* (14,704 %), de la familia Gunneraceae.

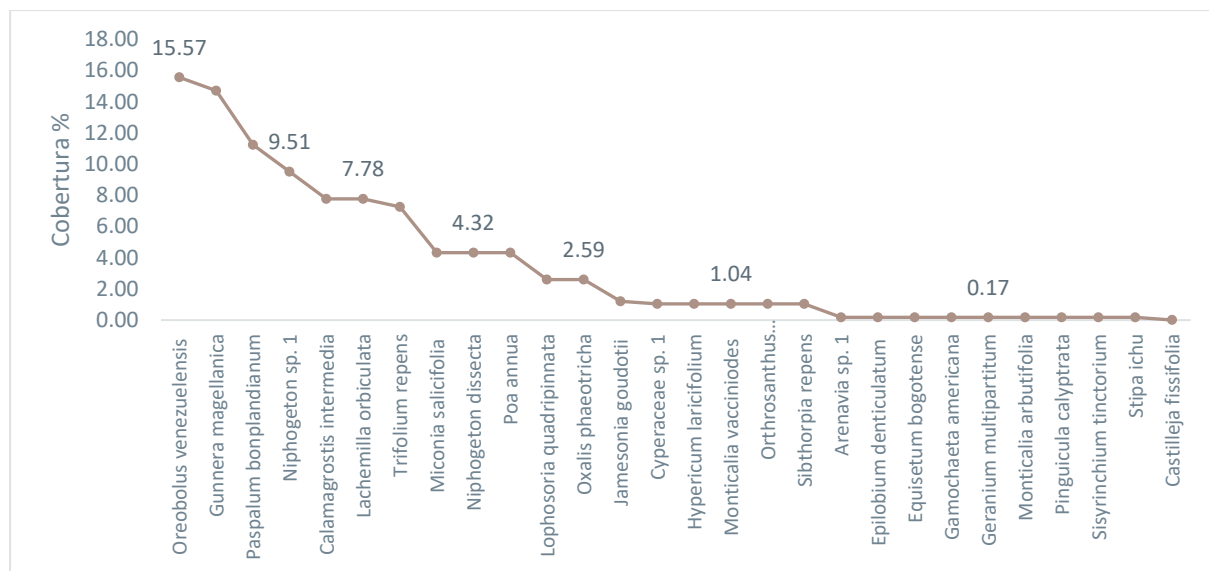


Figura 6-27 Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PMF-06

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

PCF-01

Al realizar el análisis de rango-abundancia en esta parcela, se observa que las especies más dominantes fueron *Calamagrostis intermedia* (36,860 %), de la familia Poaceae, y *Paspalum bonplandianum* (15,326 %), de la familia Poaceae.

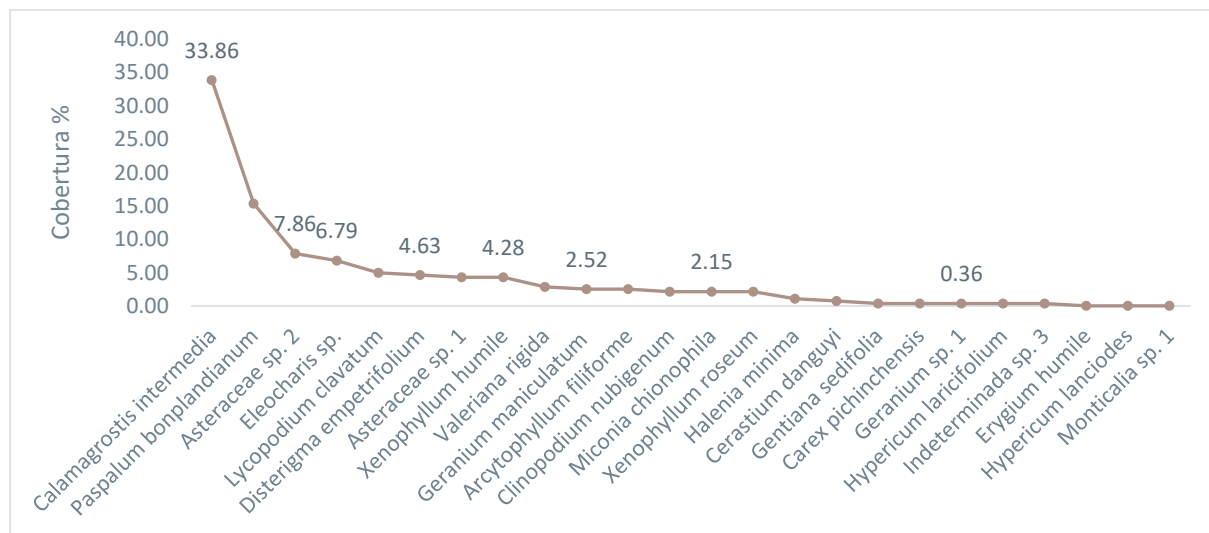


Figura 6-28 Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PCF-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

PCF-02

Al realizar el análisis de rango-abundancia en esta parcela, se observa que las especies más dominantes fueron *Azorella aretioides*, de la familia Apiaceae (26,847 %), y *Niphogeton* sp. 1 (11,813 %), de la familia Apiaceae.

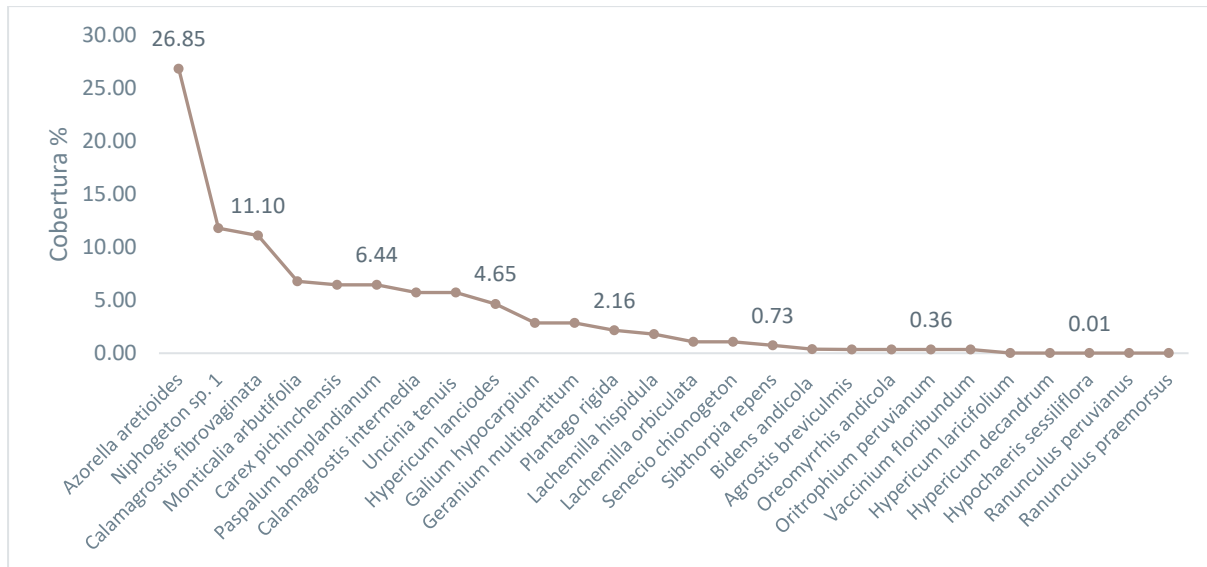


Figura 6-29 Curva de Rango-Abundancia de la Parcela PCF-02

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice de Valor de Importancia

Al analizar el índice de valor de importancia en la estructura y composición vegetal de Loma Larga, se observa que las especies destacadas fueron: *Calamagrostis intermedia*, la cual presentó el mayor valor de importancia en cinco parcelas; *Loricaria thuyoides*, la cual presentó el mayor índice de valor de importancia en una parcela; *Gunnera magellanica*, que presentó el mayor IVI en una parcela, al igual que *Azorella aretioides*, que presentó el mayor IVI en una parcela.

Tabla 6-37 Lista de las Especies más Representativas-Índice de Valor de Importancia en cada una de las Ocho Parcelas en el Proyecto Loma Larga

Parcela	Nombre	IVI
PMF-01	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	31,004
PMF-02	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	23,554
PMF-03	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	35,797
PMF-04	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	44,447
PMF-05	<i>Loricaria thuyoides</i> (Lam.) Sch.Bip.	25,526
PMF-06	<i>Gunnera magellanica</i> Lam.	25,121
PCF-01	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	41,925
PCF-02	<i>Azorella aretioides</i> (Kunth) Willd. ex DC	37,765

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa-Índice de Shannon

Al analizar la diversidad alfa dentro de las ocho parcelas en el área de Loma Larga, se reporta que la parcela con mayor índice de Shannon fue PMF-02 (3,405), esto se debe a que esta es la parcela con mayor riqueza de especies dentro del Proyecto. Mientras que la parcela que presentó menor índice de diversidad de Shannon fue PCF-01, que presentó diversidades bajas.

Tabla 6-38 Índice de Shannon para las Parcelas dentro de en el Proyecto Loma Larga

Parcela	Riqueza	Shannon (H')	Límite Inferior	Límite Superior
PMF-01	27	3,143	2,902	3,144
PMF-02	36	3,405	3,203	3,429
PMF-03	25	3,118	2,878	3,107
PMF-04	30	3,256	3,059	3,288
PMF-05	35	3,34	3,077	3,391
PMF-06	28	3,14	2,887	3,214
PCF-01	24	3,025	2,818	3,044
PCF-02	26	3,133	2,897	3,132

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Los intervalos de confianza ($p > 0,05$) en la siguiente figura demuestran que no existen diferencias significativas entre las ocho parcelas del área de Loma Larga.

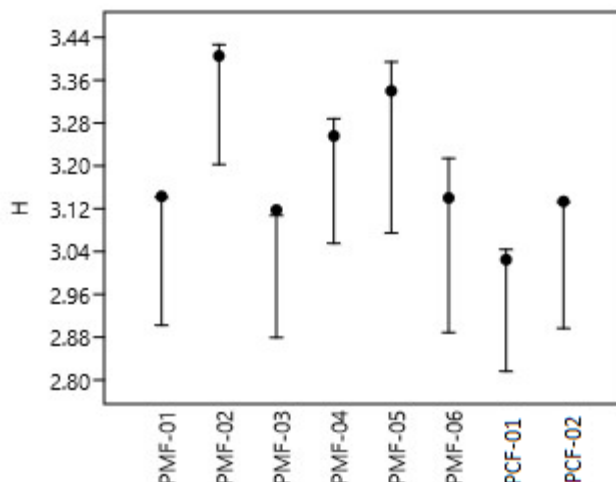


Figura 6-30 Comparación del Índice de Diversidad de Shannon con sus Respectivos Intervalos de Confianza para las Parcelas en el Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Beta

Índice de Bray-Curtis

El índice de Bray-Curtis permite el análisis de la diversidad beta por medio de la comparación de la riqueza, así como de la abundancia relativa de cada una de las parcelas en el área de Loma Larga (Tabla 6-39). En base a este análisis se puede determinar la existencia de tres grupos de similitud dentro de las ocho parcelas. El primer grupo está formado por las parcelas PMF-03 y PMF-04, que poseen una similitud del 48 %, a estas parcelas se une dentro del mismo grupo la parcela PCF-01, con una similitud de 43 y 36 %, y la parcela PMF-02, con una similitud del 39 %. El segundo grupo está formado por las parcelas PMF-05 y PMF-01, que poseen una similitud del 44 %; finalmente, el tercer grupo está formado por las parcelas PMF-06 y PCF-02, que poseen una similitud de 24 %.

Tabla 6-39 Matriz de Similitud de Bray Curtis de las Parcelas dentro del Proyecto Loma Larga

	PMF-01	PMF-02	PMF-03	PMF-04	PMF-05	PMF-06	PCF-01	PCF-02
PMF-01	1,000	0,284	0,323	0,352	0,435	0,267	0,388	0,241
PMF-02	0,284	1,000	0,394	0,388	0,311	0,171	0,321	0,169
PMF-03	0,323	0,394	1,000	0,484	0,290	0,170	0,433	0,168
PMF-04	0,352	0,388	0,484	1,000	0,324	0,203	0,364	0,153
PMF-05	0,435	0,311	0,290	0,324	1,000	0,193	0,250	0,189
PMF-06	0,267	0,171	0,170	0,203	0,193	1,000	0,127	0,239
PCF-01	0,388	0,321	0,433	0,364	0,250	0,127	1,000	0,130
PCF-02	0,241	0,169	0,168	0,153	0,189	0,239	0,130	1,000

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

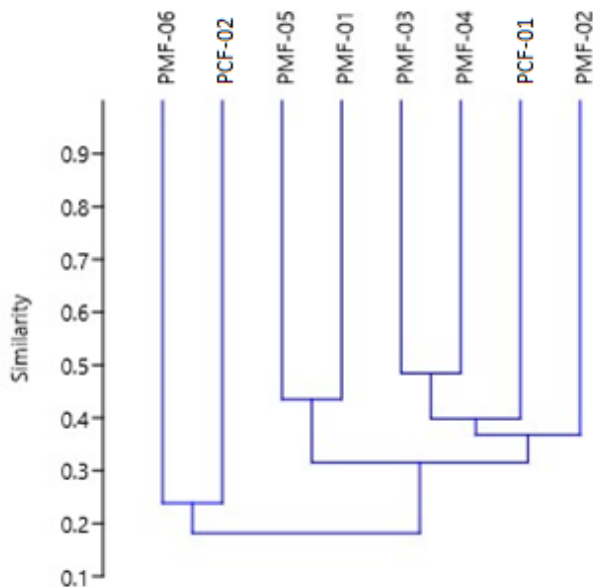


Figura 6-31 Análisis Clúster de Bray Curtis para las Parcelas Cuantitativas dentro del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Aspectos Ecológicos

Especies Indicadoras

Las especies indicadoras son aquellas que brindan información sobre el estado o salud de los ecosistemas en que habitan; además, estas especies son indicadoras de las diferentes etapas de desarrollo del ecosistema, condiciones de clima, tipo de suelo y, en algunos casos, pueden indicar perturbaciones antropogénicas en el ecosistema.

La zona del Proyecto se encuentra conformada por zonas de pajonales, donde predominan las especies herbáceas con individuos arbustivos dispersos, las cuales se interrelacionan constituyendo un microhábitat. Las especies abundantes y principales que pueden hallarse en estos ecosistemas son: *Calamagrostis intermedia*, *Paspalum bonplandianum*, *Cortaderia sericantha* (Poaceae), *Carex tamana*, *Oreobolus venezuelensis* (Cyperaceae), *Hypericum decandrum* (Hypericaceae), *Monticalia vacciniodes* (Asteraceae), *Jamesonia goudotii* (Pteridophyta) y *Disterigma empetrifolium* (Ericaceae).

Especies Sensibles

Dentro del Proyecto (transectos cualitativos y parcelas cuantitativas) se reportaron 21 especies con categoría de amenaza según la UICN. Adicionalmente, es importante mencionar que una de estas especies *Epidendrum tenuicaule* consta en la CITES Apéndice II.

Tabla 6-40 Lista de Especies con Categoría de Amenaza según la UICN

Familia	Especie	UICN	PMF-01	PMF-02	PMF-03	PMF-04	PMF-05	PCF-01	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	PCOF-01	PCOF-02
Asteraceae	<i>Loricaria antisanensis</i>	NT							x							
Asteraceae	<i>Loricaria cf. azuayensis</i>	EN					x		x			x	x	x	x	x
Asteraceae	<i>Gynoxys miniphylla</i>	NT		x		x	x					x				
Asteraceae	<i>Gynoxys cuicochensis</i>	NT									x	x	x	x	x	
Asteraceae	<i>Xenophyllum roseum</i>	VU						x				x		x	x	
Bromeliaceae	<i>Puya hamata</i>	LC		x					x					x	x	
Bromeliaceae	<i>Puya eryngioides</i>	LC			x		x				x		x			
Bromeliaceae	<i>Puya clava-herculis</i>	VU				x	x					x	x		x	x
Campanulaceae	<i>Lysipomia vitreola</i>	EN							x							
Gentianaceae	<i>Halenia minima</i>	LC	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Gentianaceae	<i>Gentianella hyssopifolia</i>	VU	x			x	x			x	x	x	x			
Gentianaceae	<i>Gentianella longibarbata</i>	EN							x							
Gentianaceae	<i>Gentianella hirculus</i>	EN											x	x	x	x
Grossulariaceae	<i>Ribes lehmannii</i>	EN								x			x			
Hypericaceae	<i>Hypericum quitense</i>	LC					x					x	x	x	x	
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>	LC											x			
Melastomataceae	<i>Brachyotum jamesonii</i>	VU		x	x	x	x				x	x	x			
Orchidaceae	<i>Epidendrum tenuicaule</i>	LC/CITES II														x
Primulaceae	<i>Myrsine dependens</i>	LC											x			
Rosaceae	<i>Lachemilla rupestris</i>	VU									x					
Rosaceae	<i>Polylepis reticulata</i>	VU											x		x	
Simbología: UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; Preocupación Menor (LC), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazada (NT).																

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

Especies Endémicas y Estado de Conservación

Dentro del Proyecto Minero Loma Larga se reportaron seis especies endémicas.

Tabla 6-41 Lista de Especies Endémicas Distribuidas en el Proyecto Minero Loma Larga

Familia	Nombre Científico	PMF-01	PMF-04	PMF-05	PCF-01	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	PCOF-01	PCOF-02
Asteraceae	<i>Loricaria cf. azuayensis</i>			x		x			x	x	x	x	x
Asteraceae	<i>Xenophyllum roseum</i>				x				x		x	x	
Campanulaceae	<i>Lysipomia vitreola</i>					x							
Gentianaceae	<i>Gentianella hyssopifolia</i>	x	x	x			x	x	x	x			
Gentianaceae	<i>Halenia minima</i>	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Hypericaceae	<i>Hypericum quitense</i>			x					x	x	x	x	

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Uso del Recurso Florístico

El recurso florístico se utiliza principalmente como materiales y alimento; además, es fuente natural de alimento para varias especies de vertebrados (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macias & Balsley, 2008) (Tabla 6-42).

Tabla 6-42 Especies de Flora Utilizadas en el Proyecto Loma Larga.

Nombre Científico	Alimento	Construcción	Medicinal	Social	Tóxico	Medio Ambiente
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.			x			
<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Mathias & Constance				x		
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	x	x	x	x		
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	x		x	x		
<i>Bidens andicola</i> Kunt	x	x	x	x		
<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	x	x	x	x		x
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	x	x				
<i>Campyloneurum amphostenon</i> (Kunze ex Klotzsch) Fée			x			
<i>Castilleja fissifolia</i> L.f.	x		x			
<i>Cerastium danguyi</i> J.F. Macbr.	x					
<i>Chrysactinium acaule</i> (Kunth) Wedd. i			x			
<i>Chuquiraga jussieui</i> J. F. Gmelin		x	x	x		
<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	x		x			
<i>Dactylis glomerata</i> L.	x					
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Nied.	x		x			

Nombre Científico	Alimento	Construcción	Medicinal	Social	Tóxico	Medio Ambiente
<i>Elaphoglossum cuspidatum</i> (Willd.) T. Moore				x		
<i>Epilobium denticulatum</i> Ruiz & Pav.	x			x		
<i>Equisetum bogotense</i> Kunth			x	x		
<i>Eryngium humile</i> Cav.	x	x	x			
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	x	x	x			
<i>Festuca subulifolia</i> Benth	x	x	x			
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	x	x	x	x		
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Fosberg	x	x	x	x		
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.			x			
<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer	x	x			x	
<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	x	x	x	x		
<i>Gentianella rapunculoides</i> (Willd. ex Schult.) J.S. Pringle			x			
<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.			x			
<i>Gunnera magellanica</i> Lam.		x				
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	x	x	x			x
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	x	x	x			x
<i>Holcus lanatus</i> L.	x		x			
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss	x	x	x	x		x
<i>Hypericum aciculare</i> Kunth			x			
<i>Hypericum lancioides</i> Cuatrec.	x	x				
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	x	x	x	x		
<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	x					x
<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C. Chr.			x			
<i>Loricaria thuyoides</i> L.			x	x		
<i>Lupinus tauris</i> Benth			x			
<i>Lycopodium clavatum</i> L.		x	x			
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	x	x	x	x	x	
<i>Miconia salicifolia</i> Bonpl. ex Naudin		x				x
<i>Monticalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.	x	x				
<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os.	x	x	x	x		
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	x	x	x	x		
<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng	x	x				x
<i>Myrteola phyllicoides</i> (Benth.) Landrum	x		x			
<i>Niphogeton dissecta</i> (Benth.) J.F. Macbr.	x					

Nombre Científico	Alimento	Construcción	Medicinal	Social	Tóxico	Medio Ambiente
<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatrec.			x			
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker		x	x			
<i>Oxalis lotooides</i> Kunth	x	x	x			
<i>Oxalis phaeotricha</i> Diels			x			
<i>Paspalum bonplandianum</i> Fluggé	x		x			x
<i>Pedicularis incurva</i> Benth.			x	x		
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.	x	x	x			
<i>Perezia pungens</i> Less.			x	x		x
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) D.C.	x	x	x	x	x	
<i>Pinus patula</i> Schltld. & Cham.		x				
<i>Poa annua</i> L.	x		x			x
<i>Polylepis incana</i> Kunth	x	x	x			x
<i>Polylepis reticulata</i> Hieron.	x	x	x			x
<i>Polystichum orbiculatum</i> (Desv.) J. Rémy & Fée	x					
<i>Puya clava-herculis</i> Mez & Sodiro	x		x			
<i>Puya hamata</i> L.B.Sm.	x		x			
<i>Ranunculus flagelliformis</i> Sm.			x			
<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.			x			
<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC.		x	x			
<i>Rubus coriaceus</i> Holuby	x					
<i>Rubus nubigenus</i> Kunth	x					
<i>Rumex Crispus</i> L.	x	x	x	x		
<i>Rumex acetosella</i> L.	x		x			
<i>Sibthorpia repens</i> (Mutis ex L.) Kuntze			x			
<i>Sisyrinchium tinctorium</i> Kunth	x					
<i>Stachys elliptica</i> Kunth	x		x			
<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav) Kunth	x	x	x			x
<i>Taraxacum officinale</i> L.	x	x	x	x		
<i>Trifolium repens</i> L.	x		x	x		x
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	x	x	x			x
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	x	x	x	x		x
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	x	x	x			
<i>Werneria nubigena</i> Kunth			x			

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

6.2.5.1.4 Comparación con Estudios Anteriores

Debido a las diferencias de metodología utilizadas desde el 2007 hasta el 2020 dentro del área muestreada del proyecto Loma Larga no se puede realizar una comparación a detalle. Sin embargo, es posible determinar la riqueza existente en las 18 campañas de monitoreo.

La Tabla 6-43 resume los puntos de muestreo censados, así como también el número de familias, géneros y especies registrados en cada campaña. Como se observa en la tabla, el estudio Línea Base realizado actualmente posee una de las mayores riquezas en relación con el número de puntos muestreados.

Tabla 6-43 Comparación entre Campañas de los Puntos Monitoreados y la Riqueza de Familias, Géneros y Especies en el Proyecto Loma Larga

Campaña	Puntos Monitoreados	No. de Familias	No. de Géneros	No. de Especies
1_2007	2	19	24	71
1-2008	1	10	14	16
1-2009	11	30	64	89
1-2010	1	65	130	217
1-2011	1	18	33	38
1-2012	3	34	74	96
1-2013	7	62	123	183
1-2014	4	18	33	36
1-2015	5	23	45	52
1-2016	4	21	50	70
1-2017	11	32	76	137
2-2017	17	32	73	115
1-2018	3	22	44	55
2-2018	6	24	52	70
3-2018	17	35	83	131
1-2019	15	24	49	83
1-2020	4	22	42	64
LB 2021	16	59	124	190

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

6.2.5.1.5 Discusión

Para el área muestreada del proyecto Loma Larga, las familias Asteraceae, Poaceae y Cyperaceae presentan el mayor número de especies. La dominancia de especies herbáceas en los ecosistemas de páramo podría explicar este patrón, ya que un gran número de especies que presentan este hábito pertenecen a estas familias (Beltrán y otros, 2009; Sklenár & Ramsay, 2001). Estos resultados concuerdan con lo reportado por estudios realizados en la zona altoandina (Caranqui, Lozano & Reyes, 2016; Izco, Pulgar, Aguirre & Santin, 2007), demostrando que esta es una característica propia de los ecosistemas andinos del sur del Ecuador y de la zona altoandina (Smith & Cleef, 1988; Caranqui, Lozano & Reyes, 2016).

Por otro lado, los datos reportados en el presente informe muestran a *Calamagrostis intermedia* como una de las especies más representativas, siendo este un patrón muy común para los páramos andinos

(Caranqui, Lozano & Reyes, 2016). Adicionalmente, *Paspalum bonplandianum* y *Oreobolus venezuelensis* fueron especies abundantes, demostrando que los páramos son ecosistemas botánicamente heterogéneos y que se consideran como uno de los sitios de mayor diversidad dentro de los ecosistemas de alta montaña (Rodríguez Antón, 2011; Sklenár, Luteyn, Ulloa, Jørgensen & O Dillon, 2005; Minga, Ansaloni, Verdugo & Ulloa-Ulloa, 2016).

La estimación de especies para el área total alcanza un 75,580 %. La curva evidencia a través del índice de Chao 2 que la mayoría de las especies regionales han sido registradas en las distintas parcelas dentro del presente monitoreo en el área de Loma Larga. Probablemente, con mayor número de parcelas es posible acercarse al 100 % de la estimación. Dentro de este marco, las escalas espaciales (área de muestreo) y temporales (presencia de flores que facilitan la identificación), mediante las cuales se llevan a cabo estudios, son factores determinantes al momento de presentar la riqueza (Gray, 2002; Jiménez-Valverde, 2000).

Por otra parte, en función de las curvas de rango-abundancia, tanto generales como de cada parcela, los registros que presentan mayor proporción son las especies de zonas de húmedas y pajonal. La dominancia de *Calamagrostis intermedia*, *Oreobolus venezuelensis* y *Azorella aretioides* como especies con mayor cobertura son características de los páramos de la región. Estas especies han sido reportadas como dominantes en asociaciones típicas de los ecosistemas de páramo herbáceo-páramo de pajonal y páramo húmedo de almohadilla (Chimbolema, Suárez, Peñafiel, Acurio & Paredes, 2013; Minga, Ansaloni, Verdugo & Ulloa-Ulloa, 2016).

En este sentido, la tendencia en separar la composición de la comunidad (diversidad beta) responde a los patrones de formaciones vegetales o tipos de ambientes monitoreados (Caranqui, Lozano & Reyes, 2016; Minga, Ansaloni, Verdugo & Ulloa-Ulloa, 2016). Los grupos menos similares comparten el 24 % de similaridad.

El primer grupo está formado por las parcelas PMF-03 y PMF-04 que poseen una similitud del 48 %, a estas parcelas se unen dentro del mismo grupo la parcela PCF-01 con una similitud de 43 y 36 %, y la parcela PMF-02, con una similitud del 39 %. El segundo grupo está formado por las parcelas PMF-05 y PMF-0,1 que poseen una similitud del 44 %; finalmente, el tercer grupo está formado por las parcelas PMF-06 y PCF-02, que poseen una similitud de 24 %. Las parcelas PMF-06 y PCF-02 se diferencian del resto, ya que es un pajonal con suelo drenado ubicado en la parte alta de una colina. Por otro lado, las parcelas PMF-03 y PMF-04 son las que presentan mayor similaridad (48 %), ya que ambas se caracterizan por ser páramo herbáceo de pajonal denso dominado por *Calamagrostis intermedia*. Además, es importante mencionar que aquella parcela en la cual *Plantago rigida* sobresale (PCF-02) es una parcela con representativa humedad y presenta diferentes asociaciones vegetales (Chimbolema, Suárez, Peñafiel, Acurio & Paredes, 2013; Minga, Ansaloni, Verdugo & Ulloa-Ulloa, 2016), lo que puede explicar la variación entre las diversas parcelas. Dentro de este marco, los resultados apuntan a que el monitoreo realizado, así como también el esfuerzo de muestreo empleado ha capturado la estructura y composición de los hábitats de páramo. Este punto se refleja en los resultados de IVI, donde se reporta a *Calamagrostis intermedia* y *Paspalum bonplandianum*, como las especies determinantes en la estructura y composición del hábitat, característica típica de los páramos de la región (Chimbolema, Suárez, Peñafiel, Acurio & Paredes, 2013; Minga, Ansaloni, Verdugo & Ulloa-Ulloa, 2016).

En cuanto al estado de conservación, en todas las parcelas dentro del área de Loma Larga se registra la presencia de 21 especies con alguna categoría de amenaza según la UICN, que demuestran que el área de Loma Larga posee una Alta sensibilidad. Las especies catalogadas como En Peligro fueron: *Loricaria* cf. *azuayensis*, *Lysipomia vitreola*, *Gentianella longibarbata*, *Gentianella hirculus* y *Ribes lehmannii*, las cuales fueron registradas en las unidades muestrales: PMF-05, POF-01, POF-02, POF-04, POF-05, POF-06, PCOF-01 y PCOF-02. Además, se registraron seis especies con categoría de amenaza Vulnerable: *Xenophyllum roseum*, *Puya clava-herculis*, *Gentianella hyssopifolia*, *Brachyotum jamesonii*, *Lachemilla rupestris* y *Polylepis reticulata*, las cuales fueron registradas en las unidades muestrales: PMF-01, PMF-

02, PMF-03, PMF-04, PMF-05, PCF-01, POF-02, POF-03, POF-04, POF-05, POF-06, PCOF-01 y PCOF-02.

Por otro lado, el endemismo registrado dentro de las ocho parcelas en el área de Loma Larga reporta seis especies endémicas y de vital importancia. Las especies registradas pertenecen a los géneros que previamente han sido reportados como endémicos en los ecosistemas de páramo (Mena-Vásquez y otros, 2011), estos géneros son de amplia distribución en los páramos ecuatorianos. Estas especies son: *Loricaria* cf. *azuayensis*, *Xenophyllum roseum*, *Lysipomia vitreola*, *Gentianella hyssopifolia*, *Halenia mínima* y *Hypericum quítense*, las cuales estuvieron presentes en las siguientes unidades muestrales: PMF-01, PMF-04, PMF-05, PCF-01, POF-01, POF-02, POF-03, POF-04, POF-05, POF-06, PCOF-01, PCOF-02.

6.2.5.2 Fauna Terrestre

Dentro del presente acápite se presentan los resultados hallados para cada uno de los subcomponentes de fauna terrestre durante la fase de campo ejecutada.

6.2.5.2.1 Avifauna

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos.

Análisis General

Riqueza General

En total, se registraron 58 especies de aves, incluidas en 22 familias y 11 órdenes. Este valor representa el 10,62 % al comparar con las 546 especies de aves descritas para este piso zoogeográfico según Albuja (2012).

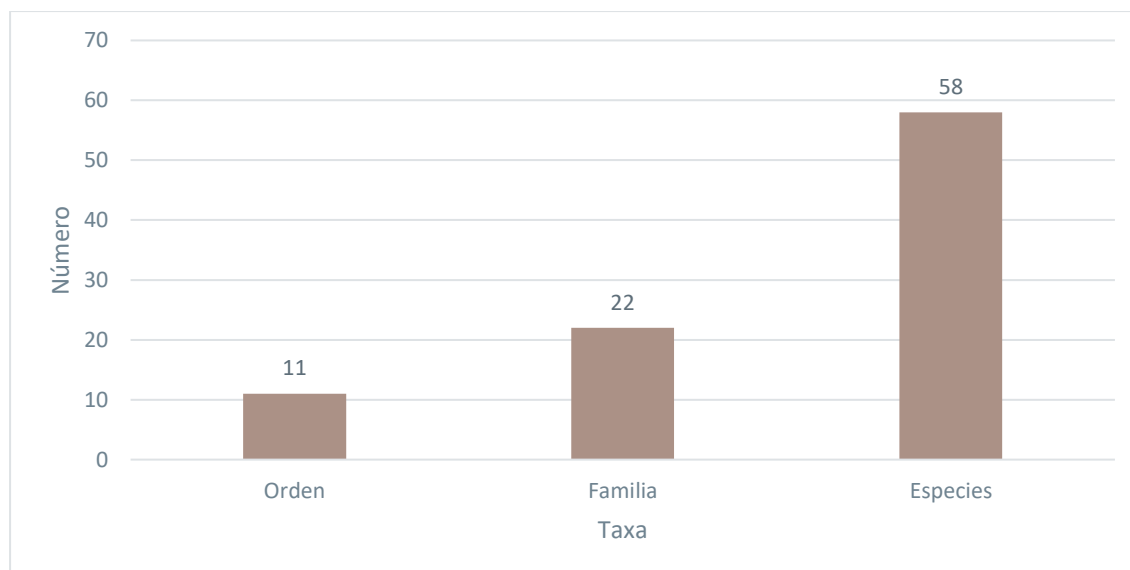


Figura 6-32 Riqueza de Aves Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

La familia con mayor número de especies registradas es Trochilidae (colibríes), con 10 especies; seguida de Thraupidae (tangaras), con ocho especies; y Furnaridae (colaespinas) y Tyrannidae (atrapamoscas), con seis especies; el resto de las familias está representado por un número menor a seis especies.

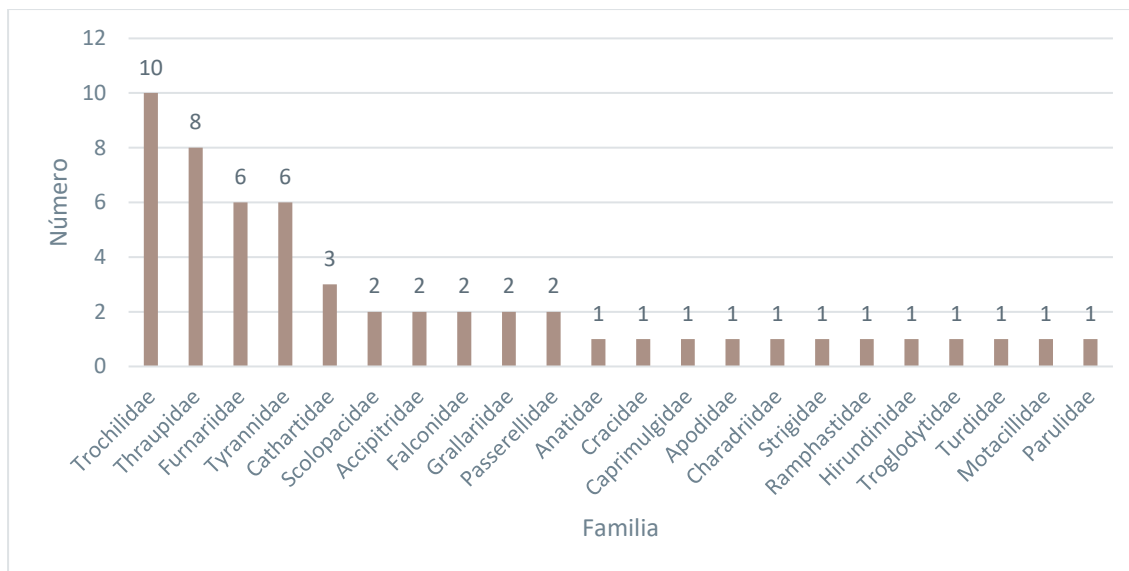


Figura 6-33 Riqueza de Aves a Nivel de Familias Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación de Especies

El análisis de curva de acumulación de especies para el área total de estudio se realizó de manera acumulada, es decir tomando en cuenta el muestreo cuantitativo y cualitativo, las especies fueron observadas dentro del muestreo cuantitativo en los diez transectos realizados y las redes de neblina para obtener la mejor representatividad. El índice de Chao 2 reflejó un valor de 65,06, mientras que lo obtenido en campo fue 58 especies; esto representa el 89,14 % de las especies esperadas.

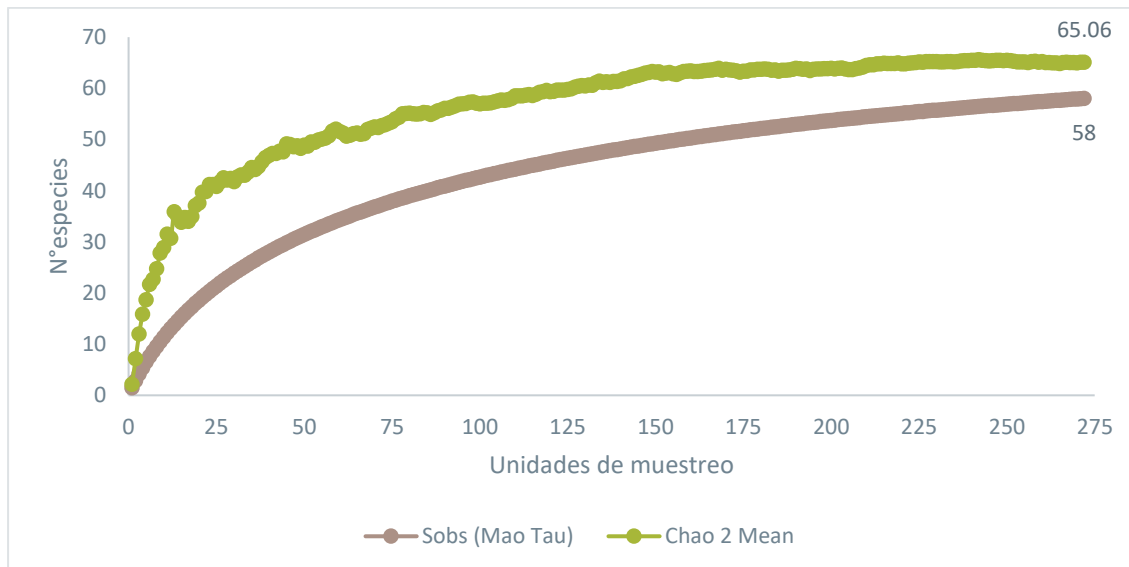


Figura 6-34 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas.

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis Cualitativo

Riqueza

En base a las metodologías cualitativas se registró un total de 33 especies pertenecientes a 17 familias y siete órdenes. El orden más representativo fue el de los Passeriformes, con 16 especies y nueve familias.

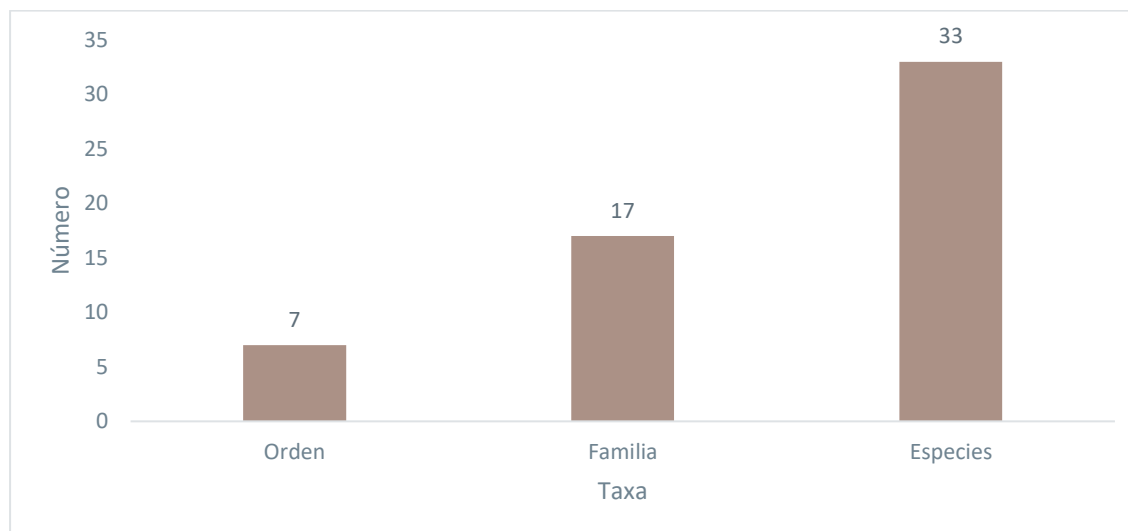


Figura 6-35 Riqueza de Especies de Aves Registradas Mediante Metodologías Cualitativas

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Las familias Trochilidae (colibríes) y Tyrannidae (atrapamoscas) presentaron la mayor riqueza, con cuatro cada una; las familias Scolopacidae, Cathartidae, Furnariidae y Thraupidae están representadas por tres especies cada una; y Accipitridae y Falconidae, con dos especies cada una. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

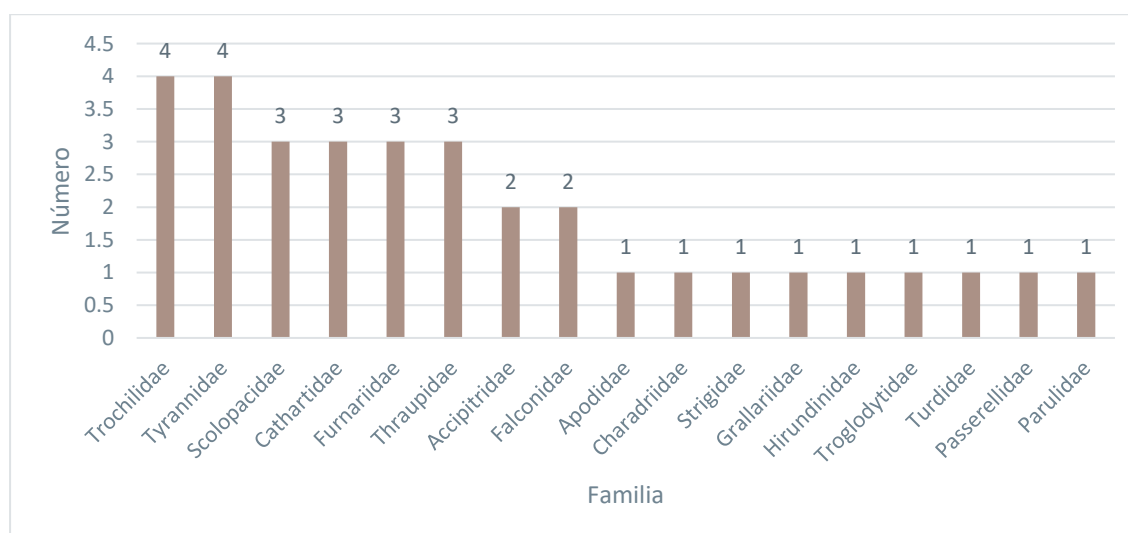


Figura 6-36 Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao

La estimación Chao 2 representa un valor aproximado de la riqueza total de especies dentro del ecosistema en estudio considerando las especies observadas en exactamente una y dos unidades de muestreo (González-Oreja, 2010).

De acuerdo con los datos generados en el presente estudio, se registraron 33 especies de avifauna de manera cualitativa; en función de dichos valores, el estimador Chao 2 sugiere una riqueza esperada de 44,67 especies; es decir, durante el muestreo actual se logró registrar un 73,87 % de la riqueza total estimada.

Como se puede observar en la siguiente figura, en base al estimador Chao 2 no se visualiza la estabilización de la curva; sin embargo, en base a los valores observados la curva de acumulación posee mayor estabilización a lo largo de las unidades de muestreo.

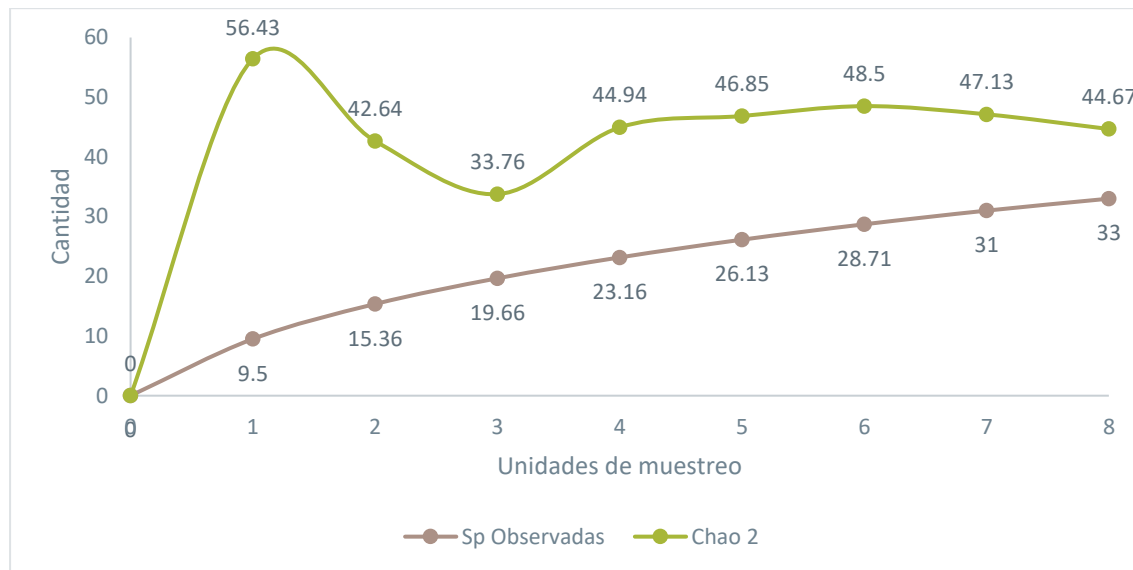


Figura 6-37 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cualitativas

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis por Punto de Muestreo

PCOA-02

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo PCOA-02 se registró un total de 18 especies pertenecientes a 13 familias y seis órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con ocho familias y diez especies. A nivel de familias, las más abundantes fueron Tyrannidae (atrapamoscas), con tres especies; y Trochilidae (colibríes), Falconidae (halcones) y Furnaridae (colaespinas) con dos especies. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 6-44 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus chimborazo</i>	Estrella ecuatoriana
Apodiformes	Trochilidae	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Rayito brillante
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Gavilán dorsirrojo
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria leonada (tororoi leonado)
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	Cinclodes (chungüi) piquigruoso
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Pitajo dorsipardo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola albilora</i>	Dormilona cajiblanca
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola alpinus</i>	Dormilona del páramo
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes solstitialis</i>	Soterrey montañés (montaño)
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

POA-06

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo PMA-06 se registró un total de 17 especies pertenecientes a 12 familias y seis órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con seis familias y diez especies. A nivel de familias, las más abundantes fueron Thraupidae (tangaras), con tres especies; Scolopacidae (becasinas), Furnariidae (colaespinas) y Tyrannidae (atrapamoscas), con dos especies cada una. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 6-45 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina (ligle andino)
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago imperialis</i>	Becasina imperial
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago nobilis</i>	Becasina noble
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor andino
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila pechinegra
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria leonada (tororoi leonado)
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Pitajo dorsipardo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Febe guardarríos
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Frigilo pechicinéreo
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

POA-01

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-01 se registró un total de tres especies pertenecientes a tres familias y tres órdenes. Cada familia representada por una especie.

Tabla 6-46 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina (ligle andino)
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

POA-05

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-05 se registró un total de seis especies pertenecientes a cinco familias y cinco órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con dos familias y dos especies. A nivel de familias, la más abundante fue Thraupidae (tangaras), con dos especies. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 6-47 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho (cuscungo) coronado
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

POA-03

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-03 se registró un total de ocho especies pertenecientes a siete familias y tres órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con cuatro familias y cuatro especies. A nivel de familias las más abundantes fue Trochilidae (colibríes), con dos especies. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 6-48 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis luciani</i>	Zamarrito colilargo
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena iris</i>	Frentiestrella arcoíris
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Matorralero nuquirrufo
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Reinita crestinegra
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Frigilo pechicinéreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

POA-02

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-02 se registró un total de ocho especies pertenecientes a siete familias y tres órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con cuatro familias y cuatro especies. A nivel de familias la más abundante fue Trochilidae (colibríes), con dos especies. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 6-49 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis luciani</i>	Zamarrito colilargo
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena iris</i>	Frentiestrella arcoíris
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Matorralero nuquirrufo
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Reinita crestinegra
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Frigilo pechicinéreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

PCOA-01

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo PCOA-01 se registró un total de ocho especies pertenecientes a siete familias y tres órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con cuatro familias y cuatro especies. A nivel de familias, las más abundantes fue Trochilidae (colibríes), con dos. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 6-50 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis luciani</i>	Zamarrito colilargo
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena iris</i>	Frentiestrella arcoíris
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Matorralero nuquirrufo
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Reinita crestinegra
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Frigilo pechicinéreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

POA-04

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-04 se registró un total de ocho especies pertenecientes a siete familias y tres órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con cuatro familias y cuatro especies. A nivel de familias, las más abundantes fue Trochilidae (colibríes), con dos. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 6-51 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis luciani</i>	Zamarrito colilargo
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena iris</i>	Frentiestrella arcoíris
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Matorralero nuquirrufo
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Reinita crestinegra
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Frigilo pechicinéreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Similitud

De acuerdo con el índice de Jaccard se observa que los puntos de muestreo más similares en su composición son POA-06 y PCOA-02, con una similitud del 30 %; estos dos a su vez tienen una similitud del 17 % con POA-05. Por otro lado, los puntos POA-03, POA-02, Cual-PC01 y POA-04 comparten una similitud del 100 %. El punto más disímil fue el POA-01, con un valor de similitud más bajo 0,03 %.

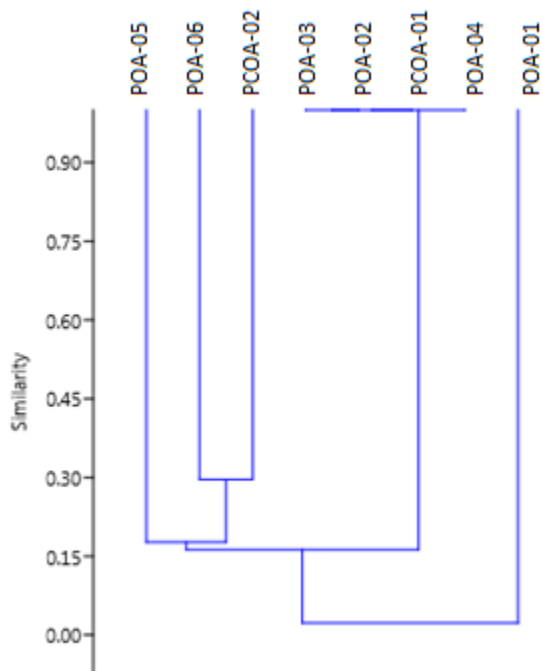


Figura 6-38 Gráfica de Similitud entre los Puntos Cualitativos de Avifauna

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis Cuantitativo

Riqueza y Abundancia

A partir de las metodologías cuantitativas se registró un total de 393 individuos pertenecientes a 55 especies, 21 familias y 11 órdenes. El orden más representativo del área fue el de los Passeriformes, con nueve familias y 28 especies.

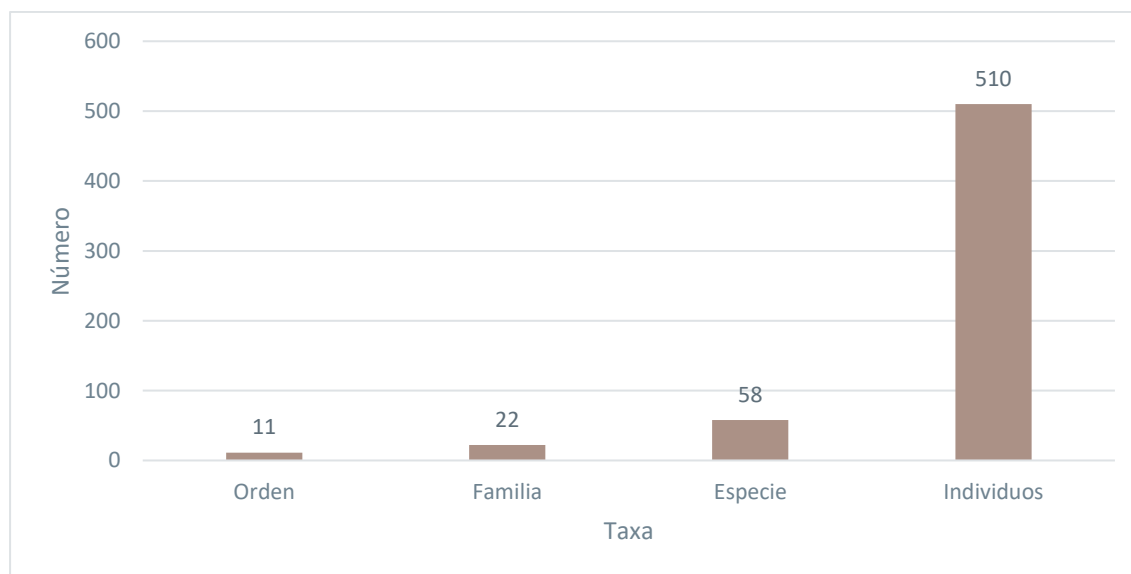


Figura 6-39 Riqueza de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

El análisis según la riqueza y abundancia a nivel de familias indica que la familia más abundante fue Trochilidae (colibríes), con 10 especies; seguida de la familia Thraupidae (tangaras), con ocho especies. El resto de las familias están representadas por un número menor a siete especies.

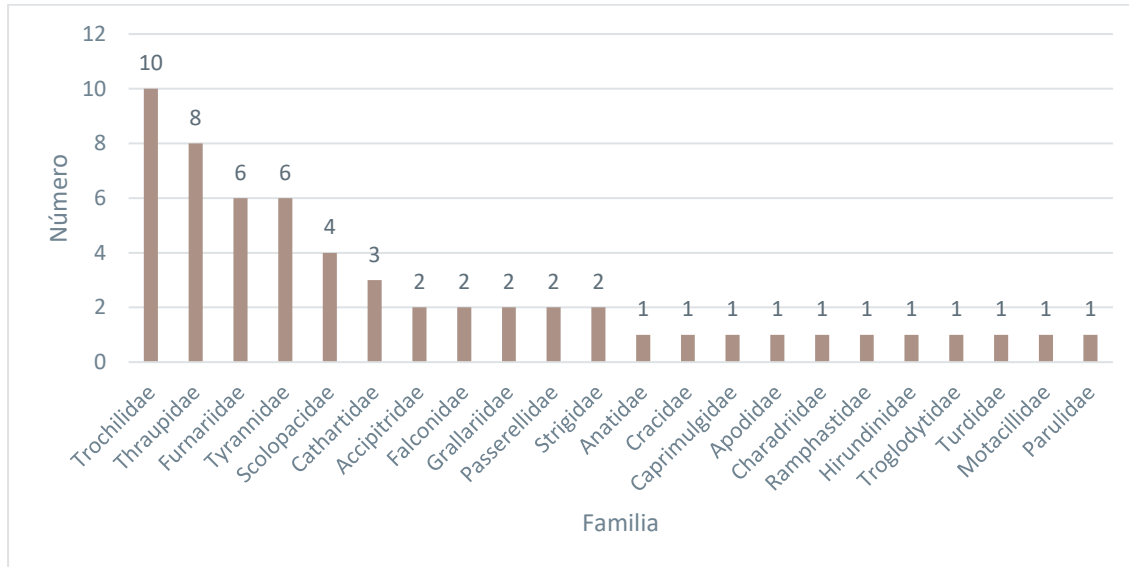


Figura 6-40 Riqueza de Familias de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

El análisis de la curva de la abundancia relativa indica una distribución aparentemente homogénea, con muchas especies raras y poco comunes, pocas especies comunes y una ligera dominancia o abundancia de la especie *Grallaria quitensis*, con un Pi de 0,183. Sin embargo, los datos de abundancia relativa para este sitio deben manejarse con prudencia, pues varias de las especies aquí listadas no son fáciles de capturar, aunque son abundantes, siendo más fácil identificar su registro visual y/o auditivo.

Página en blanco

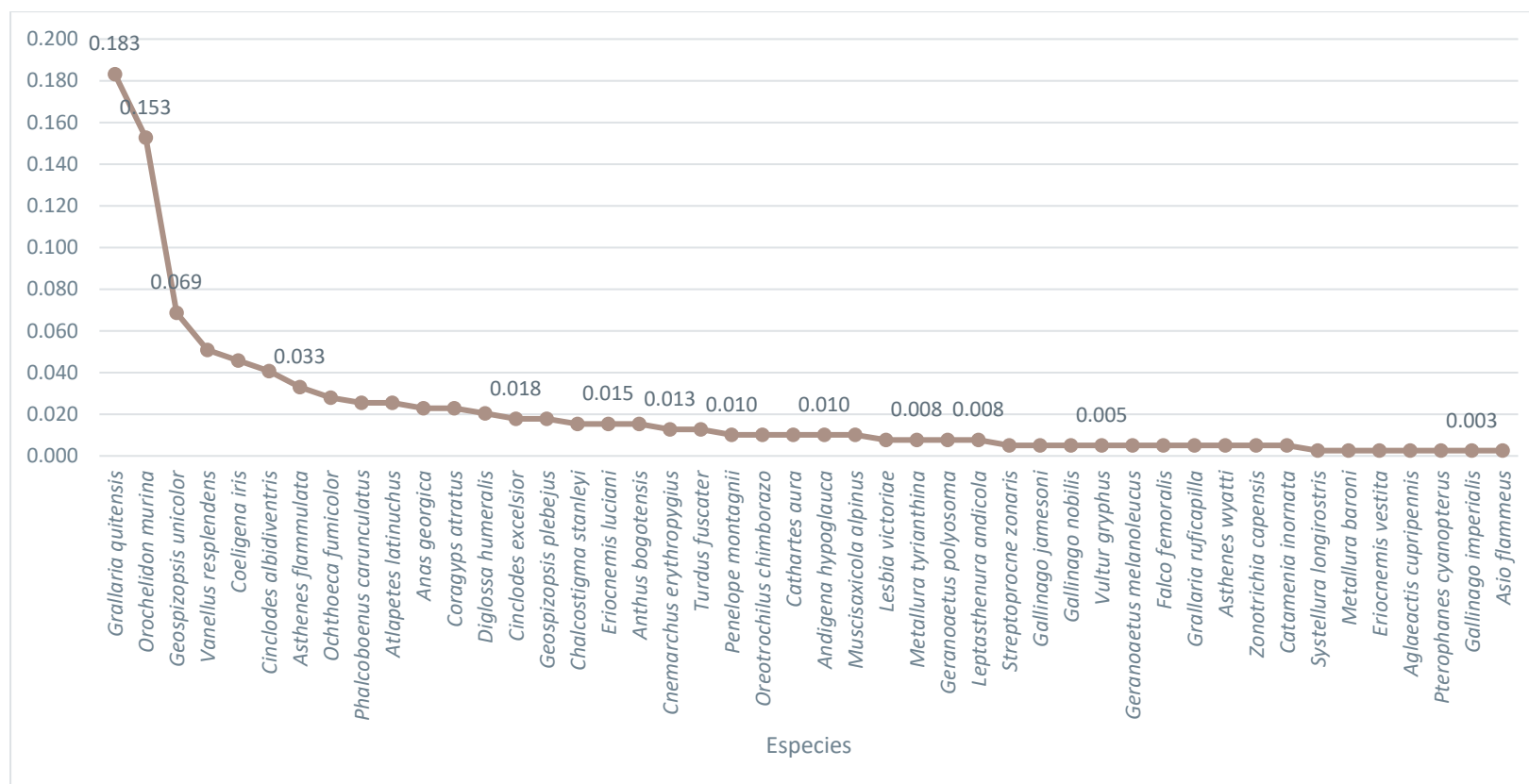


Figura 6-41 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

Curva de Acumulación e Índice Chao

Mediante el análisis de la curva de acumulación de especies se puede observar que la curva mantiene una tendencia de incremento, por lo que es posible registrar un mayor número de especies en la zona si se aumenta el esfuerzo de muestreo. El estimador Chao 1 predice que se puede encontrar en este punto 68,13 especies, lo cual muestra que durante este monitoreo se ha registrado el 91,28 % del total de especies que potencialmente se podrían registrar en este punto.

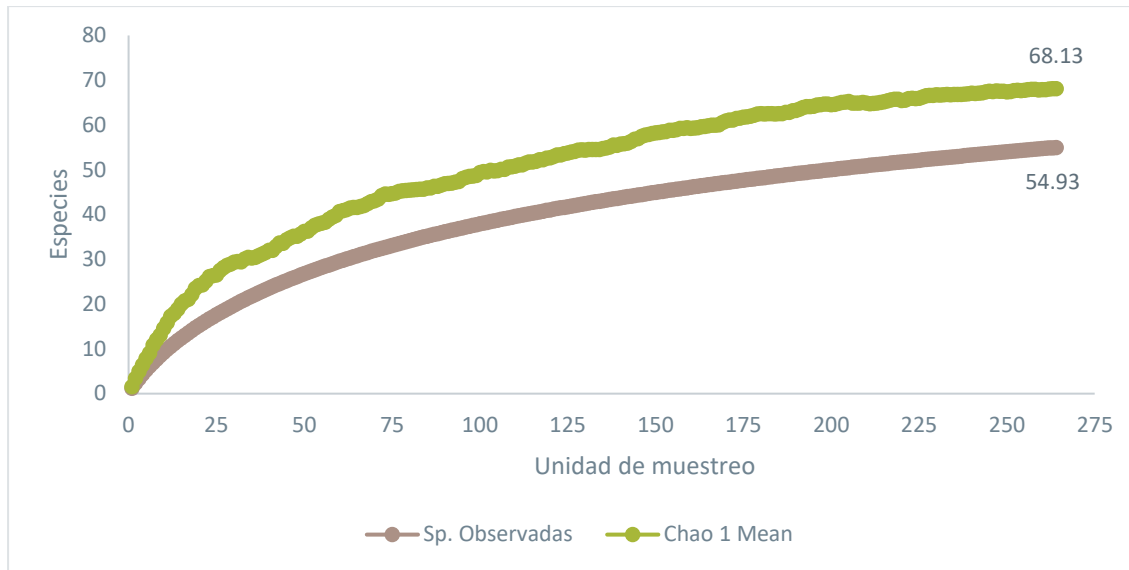


Figura 6-42 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

En la siguiente tabla se detallan los cálculos realizados de los índices de Shannon y el inverso de Simpson para los ocho puntos de muestreo cuantitativos.

Tabla 6-52 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Loma Larga

Sitios	Shannon_H	Dominance_D
PCA-02	2,518	0,1421
PMA-06	2,367	0,1537
PMA-01	2,127	0,1886
PMA-05	2,602	0,1058
PMA-03	2	0,1516
PMA-02	1,974	0,1612
PCA-01	2,289	0,1168
PMA-04	1,733	0,1843

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis por Punto de Muestreo

PCA-02

Análisis General

En este acápite se analizan los resultados obtenidos en el transecto de redes y en los 10 puntos de conteo del transecto de observación.

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 108 individuos de 26 especies de aves, pertenecientes a 14 familias y siete órdenes. A nivel de órdenes el más representativo fue Passeriformes, con siete familias.

Trochilidae, Furnariidae y Tyrannidae tuvieron la mayor riqueza, con cuatro especies registradas; seguidas de Thraupidae, con tres especies; el resto de las familias están representadas por dos y una especie cada una.

La especie más abundante en el sitio fue *Grallaria quitensis* (gralaria leonada [tororoi leonado]), con 30 individuos; seguida de la especie *Orochelidon murina* (golondrina ventricafé). Estas dos especies fueron las más representativas en el sitio.

Tabla 6-53 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-02

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	Chotacabras alifajeado	1
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus chimborazo</i>	Estrella ecuatoriana	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	Picoespina dorsiazul	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura baroni</i>	Metalura gorgivioleta	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Rayito brillante	1
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago jamesoni</i>	Becasina de Jameson	1
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	2
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Gavilán dorsirrojo	3
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	5
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado	1
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria leonada (tororoi leonado)	30
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	Cinclodes (chungüi) piquigrueso	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes wyatti</i>	Canastero dorsilistado	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Pitajo dorsipardo	5
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola albilora</i>	Dormilona cajiblanca	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola alpinus</i>	Dormilona del páramo	4
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Agriornis montanus</i>	Arriero piquinegro	1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	24
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes solstitialis</i>	Soterrey montañés (montaño)	1

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	7
Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamenia inornata</i>	Semillero sencillo	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	3

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Grallaria quitensis* (gralaria leonada-tororoi leonado), con un valor de $P_i = 0,278$.

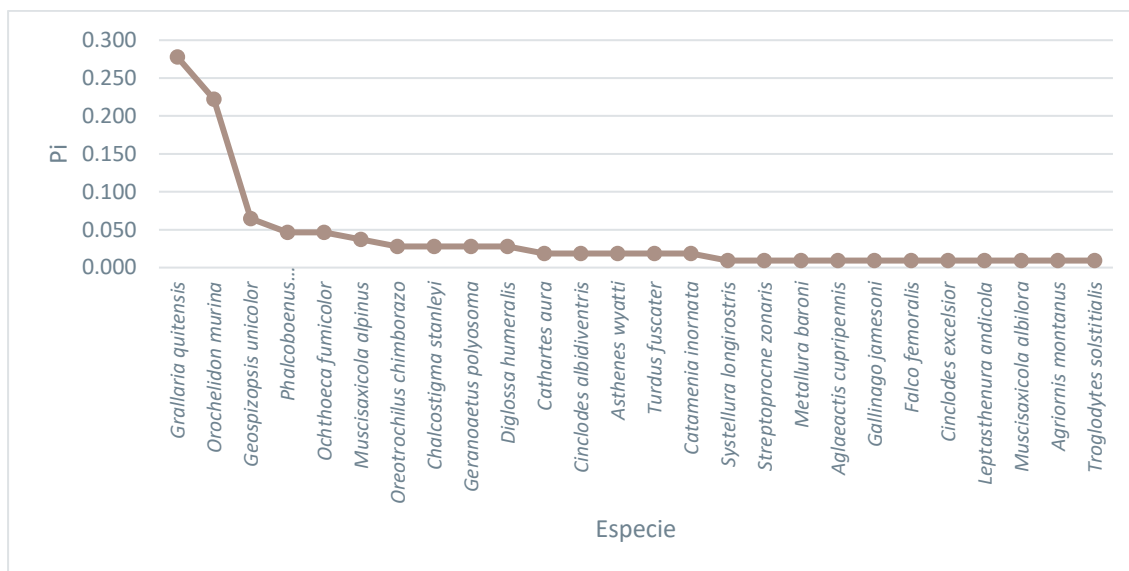


Figura 6-43 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-02

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 93,83 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de 35,17. En este punto se obtuvo un total de 33 especies.

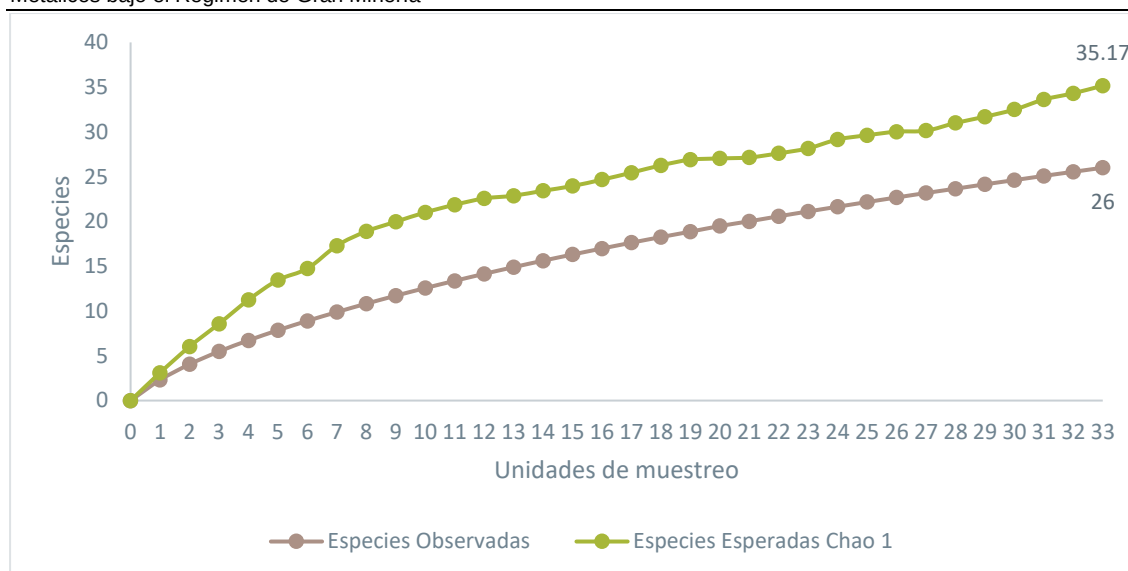


Figura 6-44 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-02

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Redes de Neblina

Riqueza y Abundancia

En el punto PCA-02, con la metodología de redes de neblina se registraron 12 individuos de ocho especies de aves, pertenecientes a seis familias y dos órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con cinco familias.

Furnariidae y Thraupidae tuvieron la mayor riqueza, con dos especies registradas, el resto de las familias están representadas por una especie cada una.

La especie más abundante en el sitio fue *Ochthoeca fumicolor* (pitajo dorsipardo), con tres individuos; seguida de la especie *Orochelidon murina* (golondrina ventricafé), con dos individuos.

Tabla 6-54 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-02 con Redes de Neblina

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura baroni</i>	Metalura gorgivioleta	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Pitajo dorsipardo	3
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	2
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes solstitialis</i>	Soterrey montañés (montañero)	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	1

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Ochthoeca fumicolor* (pitajo dorsipardo), con un valor de $P_i = 0,25$.

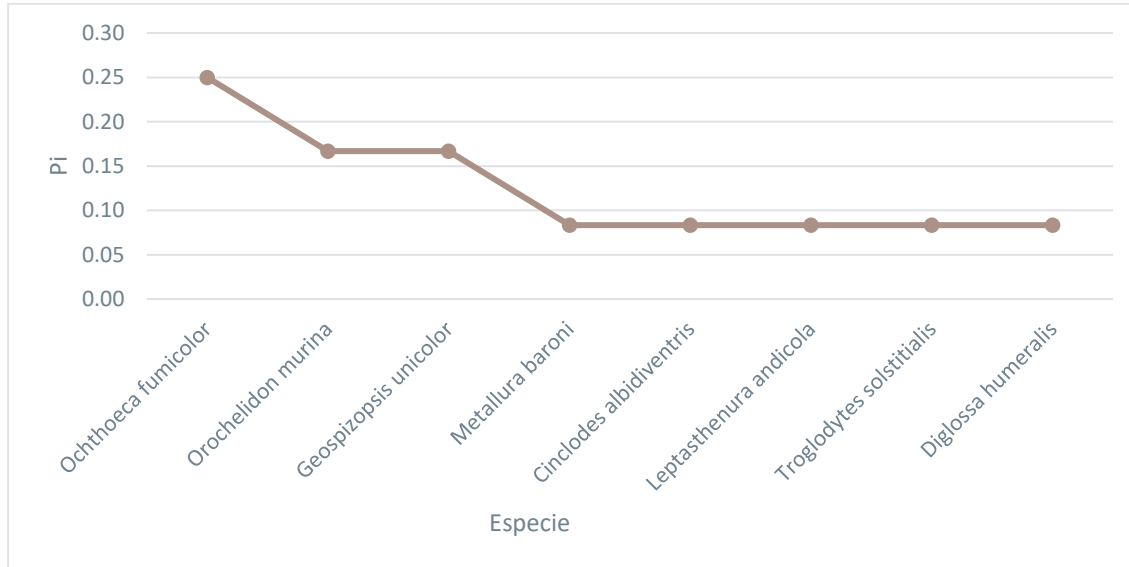


Figura 6-45 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-02 con Redes de Neblina

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 70,61 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de 11,33. En este punto se obtuvo un total de ocho especies. Es importante mencionar que de acuerdo con la gráfica el segundo día de muestreo se esperaba una mayor cantidad de especies, esto puede corregirse colocando en otros puntos las redes de neblina.

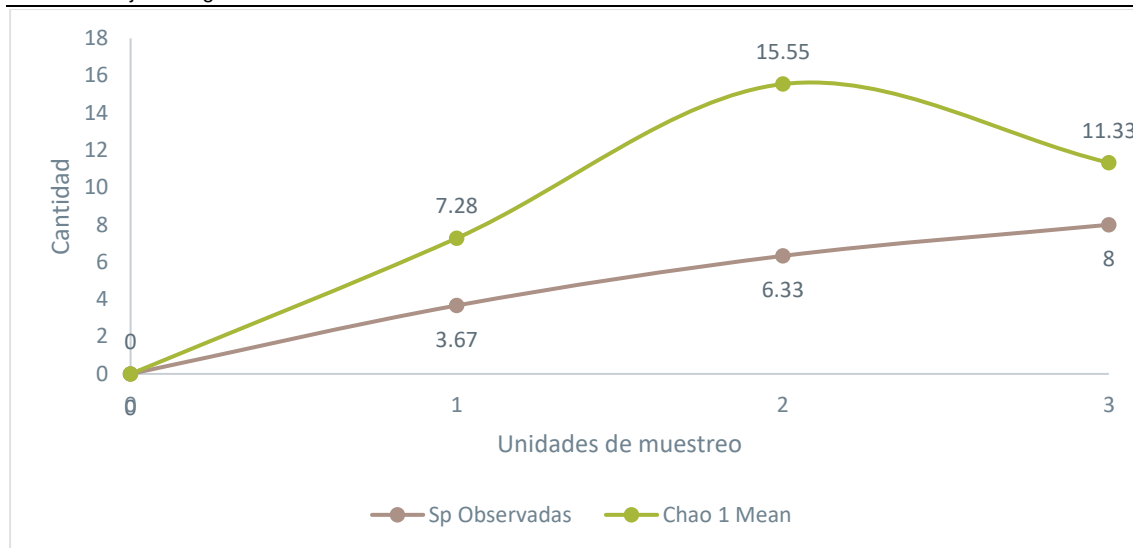


Figura 6-46 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-02 con Redes de Neblina

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Transecto de Observación

Se estableció un transecto de observación de 1 km con 10 puntos de conteo cada 100 m, teniendo sus repeticiones por cada día (tres días), obteniendo así 30 unidades efectivas de muestreo.

Riqueza y Abundancia

Mediante el transecto de observación con los puntos de conteo se registraron 96 individuos de 23 especies de aves, pertenecientes a 13 familias y siete órdenes. A nivel de órdenes el más representativo fue Passeriformes, con seis familias.

Tyrannidae tuvo la mayor riqueza, con cuatro especies registradas; seguida de Trochilidae, Furnariidae y Thraupidae, con tres especies; el resto de las familias están representadas por dos y una especie cada una.

La especie más abundante en el sitio fue *Grallaria quitensis* (grallaria leonada [tororoi leonado]), con 30 individuos; seguida de la especie *Orochelidon murina* (golondrina ventricafé), con 22 individuos.

Tabla 6-55 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-02 en el Transecto de Observación

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	Chotacabras alifajeado	1
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus chimborazo</i>	Estrella ecuatoriana	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	Picoespina dorsiazul	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Rayito brillante	1
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago jamesoni</i>	Becasina de Jameson	1
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	2

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Gavilán dorsirrojo	3
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	5
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado	1
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria leonada (tororoi leonado)	30
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	Cinclodes (chungüi) piquigruoso	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes wyatti</i>	Canastero dorsilistado	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Pitajo dorsipardo	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola albilora</i>	Dormilona cajiblanca	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola alpinus</i>	Dormilona del Páramo	4
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Agriornis montanus</i>	Arriero piquinegro	1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	22
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	5
Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamenia inornata</i>	Semillero sencillo	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	2

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Grallaria quitensis* (gralaria leonada [tororoi leonado]), con un valor de $P_i = 0,313$.

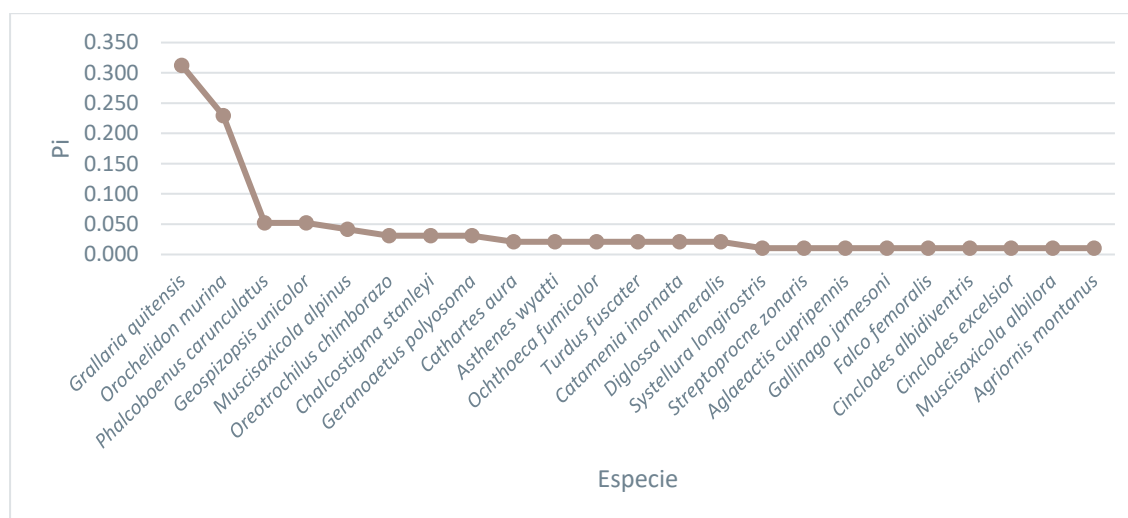


Figura 6-47 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-02 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 81,73 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas de es 28,14. En este punto se obtuvo un total de 23 especies.

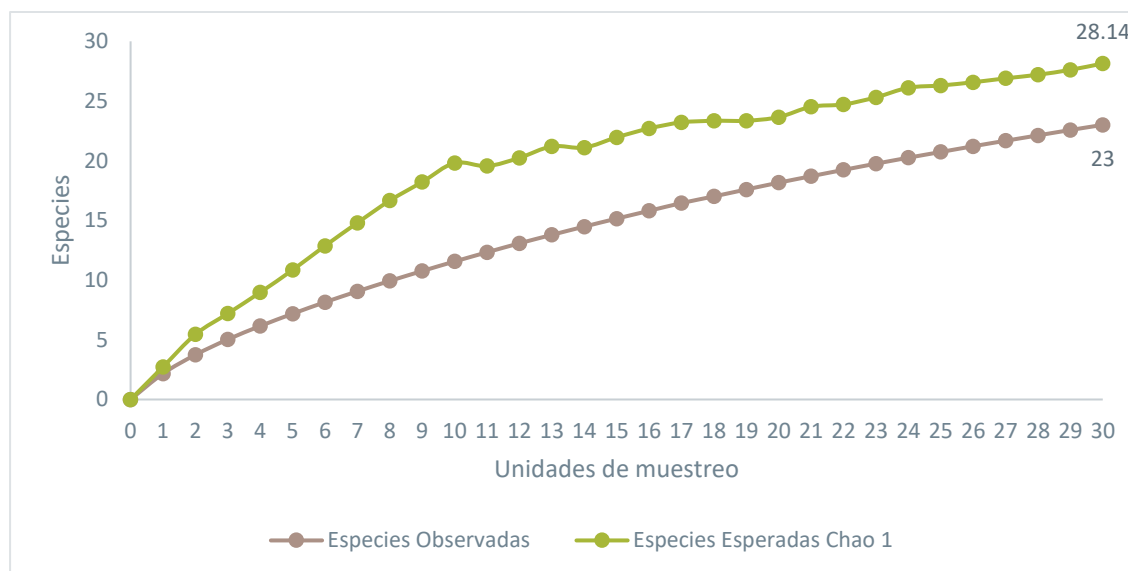


Figura 6-48 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-02 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre - diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMA-06

Análisis General

En este acápite se analizan los resultados obtenidos en el transecto de redes y en los 10 puntos de conteo del transecto de observación.

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 115 individuos de 23 especies de aves, pertenecientes a 14 familias y seis órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con siete familias.

Thraupidae tuvo la mayor riqueza, con cuatro especies registradas; seguida de Trochilidae y Furnariidae, con tres especies; el resto de las familias están representadas por dos y una especie cada una.

La especie más abundante en el sitio fue *Grallaria quitensis* (grallaria leonada [tororoi leonado]), con 31 individuos; seguida de la especie *Orochelidon murina* (golondrina ventricafé), con 28 individuos.

Tabla 6-56 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-06

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus chimborazo</i>	Estrella ecuatoriana	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	Colacintillo colinegro	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	Picoespina dorsiazul	1

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina (ligle andino)	1
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago imperialis</i>	Becasina imperial	1
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago nobilis</i>	Becasina noble	2
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor andino	2
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila pechinegra	2
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	2
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria leonada (tororoi leonado)	31
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	6
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero multilistado	6
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Pitajo dorsipardo	4
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Febe guardarríos	1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	28
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande	3
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Matorralero nuquirrufo	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	12
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Frigilo pechicinéreo	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa albilatera</i>	Pinchaflor flauquiblanco	1

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Grallaria quitensis* (gralaria leonada [tororoi leonado]), con un valor de $P_i = 0,269$.

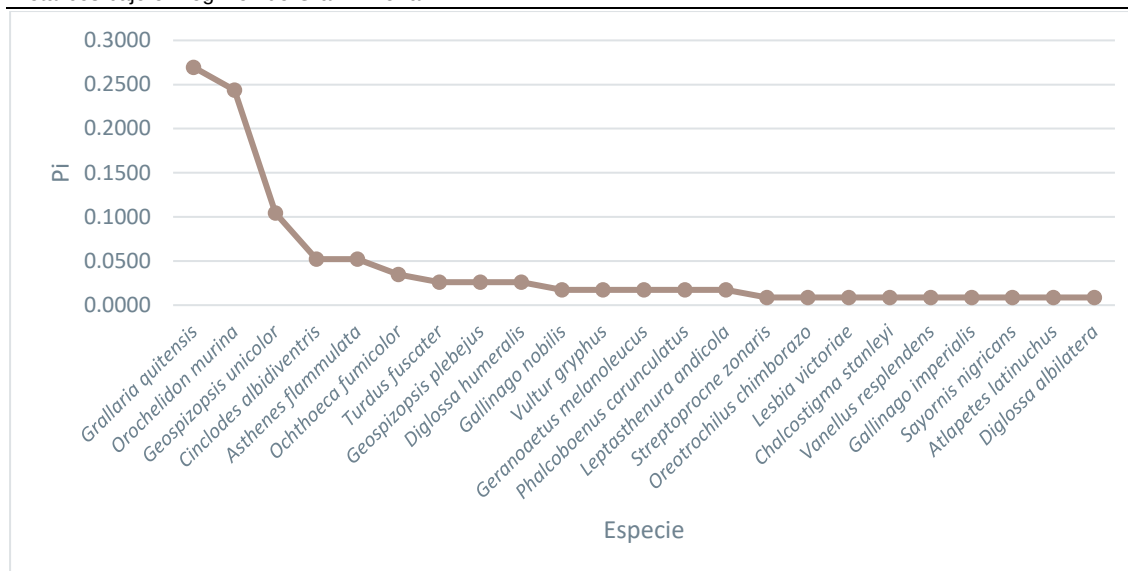


Figura 6-49 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-06

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 79,31 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de 29. En este punto se obtuvo un total de 23 especies.

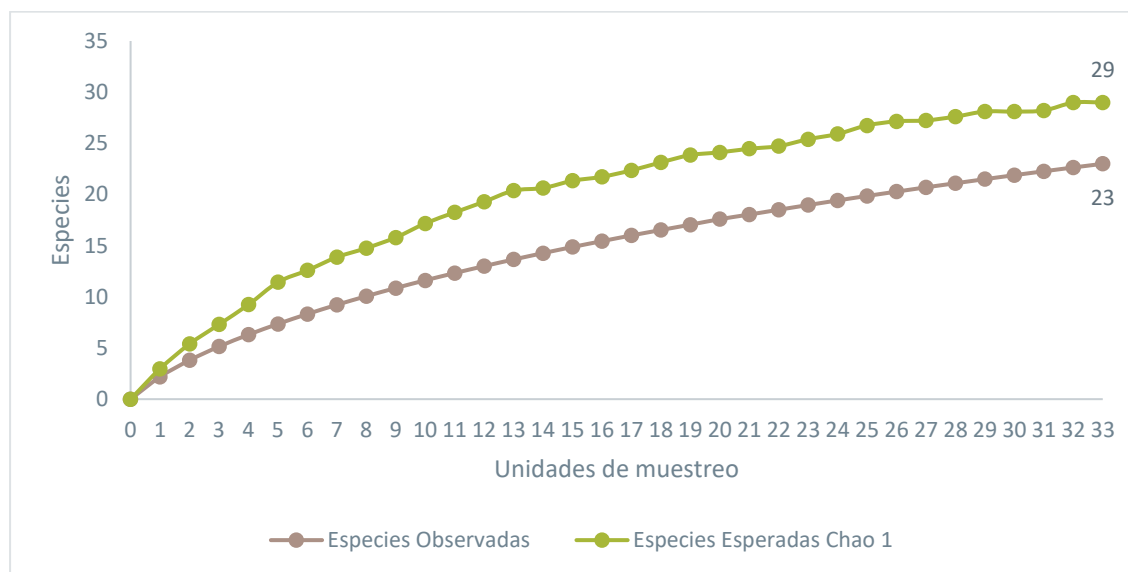


Figura 6-50 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-06

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Redes de Neblina

Riqueza y Abundancia

En el punto PMA-06, con la metodología de redes de neblina se registraron 13 individuos de seis especies de aves, pertenecientes a cinco familias y dos órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con cuatro familias.

Trochilidae tuvo la mayor riqueza, con dos especies registradas, el resto de las familias están representadas por una especie cada una.

La especie más abundante en el sitio fue *Geospizopsis unicolor* (frigilo plumizo), con seis individuos; seguida de la especie *Ochthoeca fumicolor* (pitajo dorsipardo), con tres individuos.

Tabla 6-57 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-06 con Redes de Neblina

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus chimborazo</i>	Estrella ecuatoriana	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	Picoespina dorsiazul	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Pitajo dorsipardo	3
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	6

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Geospizopsis unicolor* (frigilo plumizo), con un valor de $P_i = 0,429$.

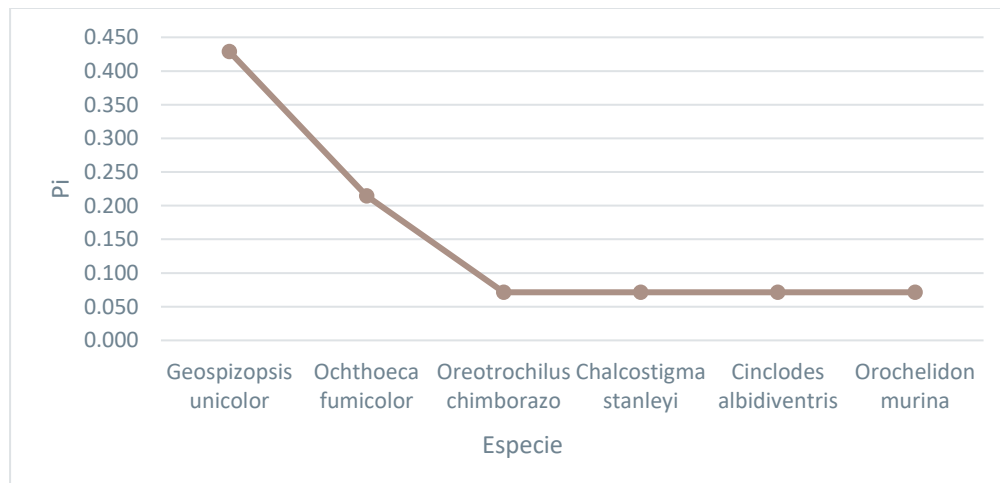


Figura 6-51 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-06 con Redes de Neblina

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 50 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de 12. En este punto se obtuvo un total de seis especies. Es importante mencionar que de acuerdo con la gráfica al tercer día de muestreo se esperaba una mayor cantidad de especies con un mayor esfuerzo de muestreo.

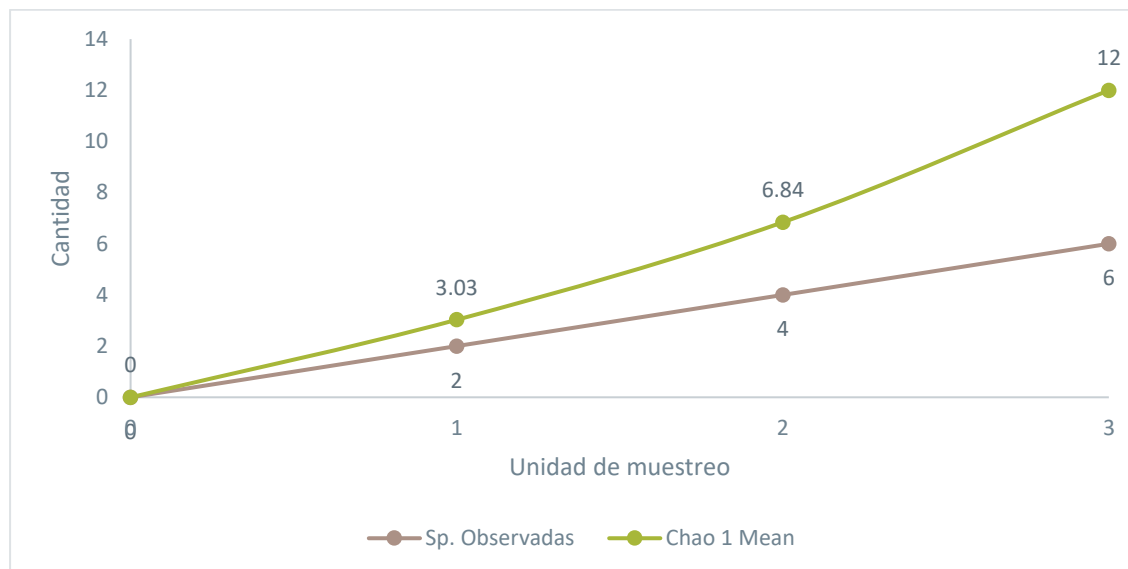


Figura 6-52 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-06 con Redes de Neblina

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Transecto de Observación

Se estableció un transecto de observación de 1 km con 10 puntos de conteo cada 100 m, teniendo sus repeticiones por cada día (tres días), obteniendo así 30 unidades efectivas de muestreo.

Riqueza y Abundancia

Mediante el transecto de observación con los puntos de conteo se registraron 102 individuos de 21 especies de aves, pertenecientes a 14 familias y seis órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con siete familias.

Thraupidae tuvo la mayor riqueza, con cuatro especies registradas; seguida de Furnariidae, con tres especies; el resto de las familias están representadas por dos y una especie cada una.

La especie más abundante en el sitio fue *Grallaria quitensis* (grallaria leonada [tororo leonado]), con 31 individuos; seguida de la especie *Orochelidon murina* (golondrina ventricafé), con 27 individuos.

Tabla 6-58 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-06 en el Transecto de Observación

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	Colacintillo colinegro	1
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina (ligle andino)	1

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago imperialis</i>	Becasina imperial	1
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago nobilis</i>	Becasina noble	2
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor andino	2
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila pechinegra	2
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	2
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria leonada (tororoi leonado)	31
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	5
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero multilistado	6
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Pitajo dorsipardo	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Febe guardarríos	1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	27
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande	3
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlappetes latinuchus</i>	Matorralero nuquirrufo	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	6
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Frigilo pechicinéreo	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa albilatera</i>	Pinchaflor flanquiblanco	1

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Grallaria quitensis* (gralaria leonada [tororoi leonado]), con un valor de $P_i = 0,3039$.

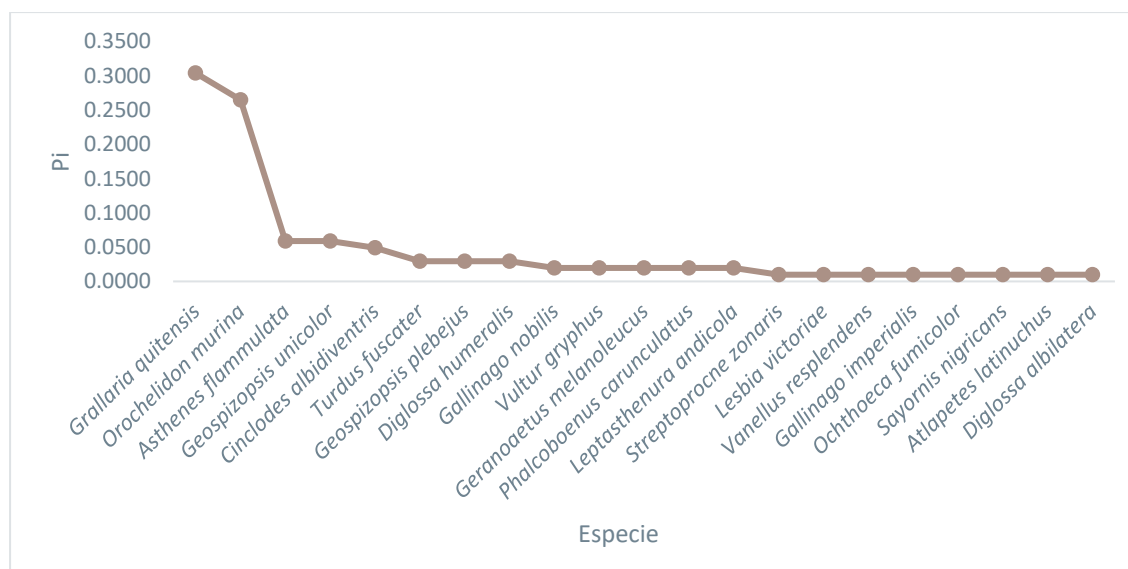


Figura 6-53 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-06 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 81,80 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas de es 25,67. En este punto se obtuvo un total de 21 especies.

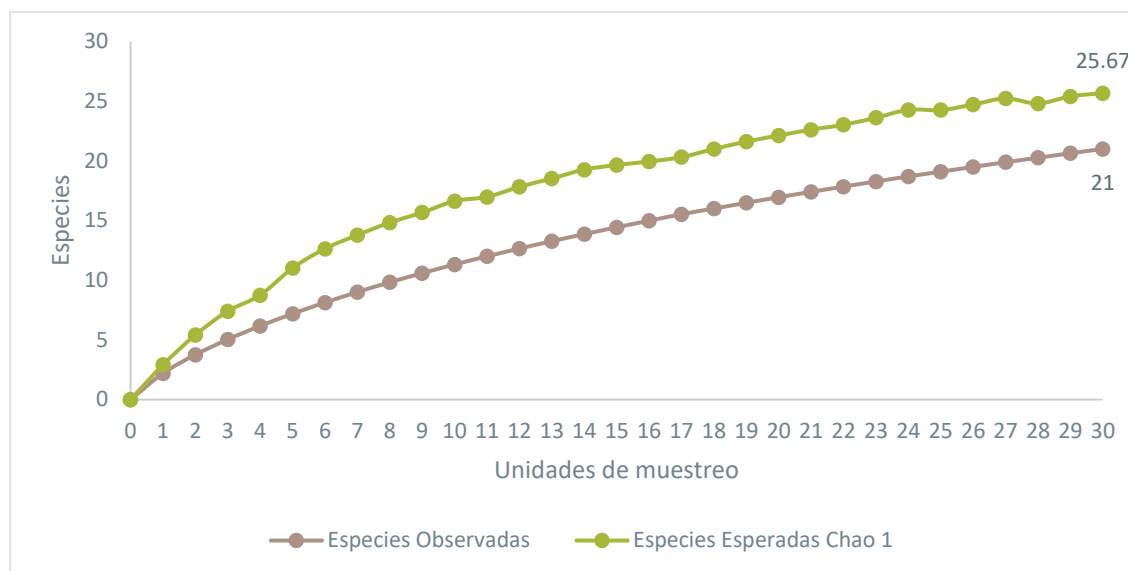


Figura 6-54 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-06 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMA-01

Análisis General

En este acápite se analizan los resultados obtenidos en el transecto de redes y en los 10 puntos de conteo del transecto de observación.

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 52 individuos de 16 especies de aves, pertenecientes a 11 familias y seis órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con cinco familias.

Furnaridae y Thraupidae tuvieron la mayor riqueza, con tres especies registradas; el resto de las familias están representadas por dos y una especie.

La especie más abundante en el sitio fue *Vanellus resplendens* (avefría andina [ligle andino]), con 19 individuos; seguida de la especie *Anas georgica* (ánade piquiamarillo), con nueve individuos.

Tabla 6-59 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-01

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas georgica</i>	Ánade piquiamarillo	9
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	Picoespina dorsiazul	1
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina (ligle andino)	19
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago jamesoni</i>	Becasina de Jameson	1
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado	1
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria leonada (tororoi leonado)	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	4
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	Cinclodes (chungüi) piquigrueso	5
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero multilistado	1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	1
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	Bisbita de Páramo	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Frigilo pechicinéreo	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	1

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Vanellus resplendens* (gralaria leonada [tororoi leonado]), con un valor de $P_i = 0,365$.

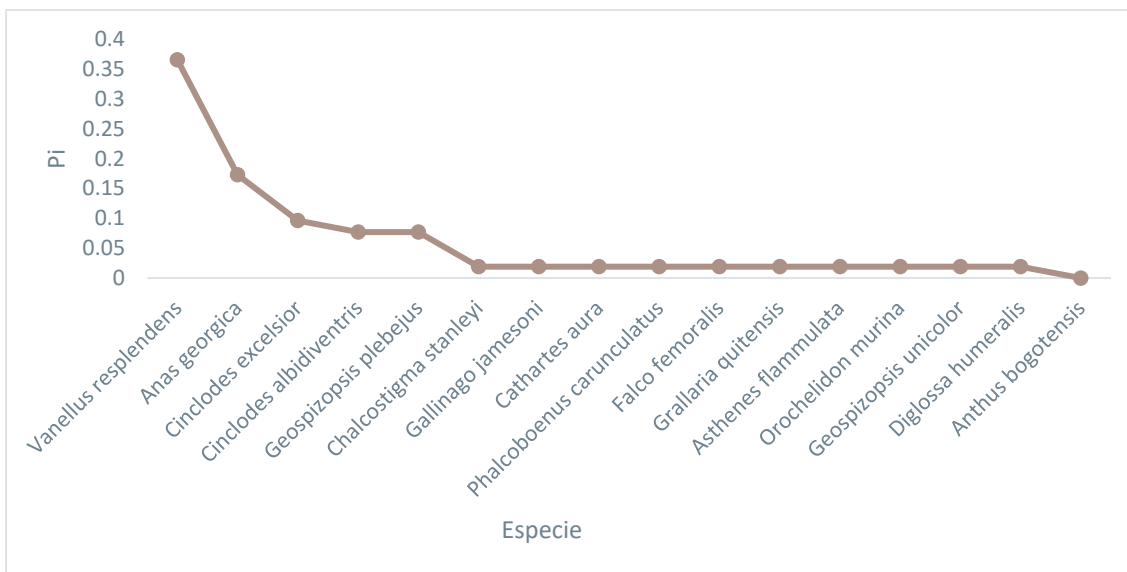


Figura 6-55 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 22,53 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas de es 71. En este punto se obtuvo un total de 16 especies.

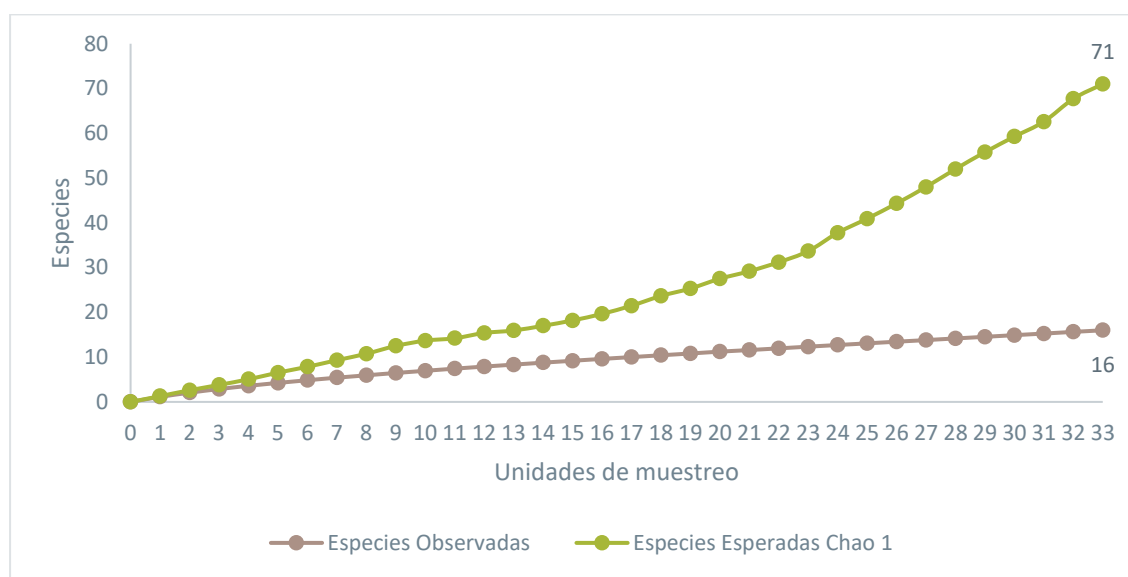


Figura 6-56 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Redes de Neblina

Riqueza y Abundancia

En el punto PMA-01, con la metodología de redes de neblina se registró un individuo de una especie de aves, pertenecientes a una familia y un orden.

Tabla 6-60 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-01 con Redes de Neblina

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	Bisbita de páramo	1

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Considerando que solamente se registró una especie y un individuo mediante redes de neblina en el punto PMA-01, no se puede realizar una curva de abundancia relativa.

Curva de Acumulación

Considerando que solamente se registró una especie y un individuo mediante redes de neblina en el punto PMA-01, no se puede realizar una curva de acumulación.

Transecto de Observación

Se estableció un transecto de observación de 1 km con 10 puntos de conteo cada 100 m, teniendo sus repeticiones por cada día (tres días), obteniendo así 30 unidades efectivas de muestreo.

Riqueza y Abundancia

Mediante el transecto de observación con los puntos de conteo se registraron 51 individuos de 15 especies de aves, pertenecientes a 10 familias y seis órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con cuatro familias.

Furnariidae y Thraupidae tuvieron la mayor riqueza, con tres especies registradas; el resto de las familias están representadas por dos y una especie.

La especie más abundante en el sitio fue *Vanellus resplendens* (avefría andina [ligle andino]), con 19 individuos; seguida de la especie *Anas georgica* (ánade piquiamarillo), con nueve individuos.

Tabla 6-61 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-01 en el Transecto de Observación

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas georgica</i>	Ánade piquiamarillo	9
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	Picoespina dorsiazul	1
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina (ligle andino)	19
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago jamesoni</i>	Becasina de Jameson	1
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado	1
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria leonada (tororoi leonado)	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	4
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	Cinclodes (chungüi) piquigrueso	5
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero multilistado	1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Frigilo pechicinéreo	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	1

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Grallaria quitensis* (gralaria leonada [tororoi leonado]), con un valor de $P_i = 0,313$.

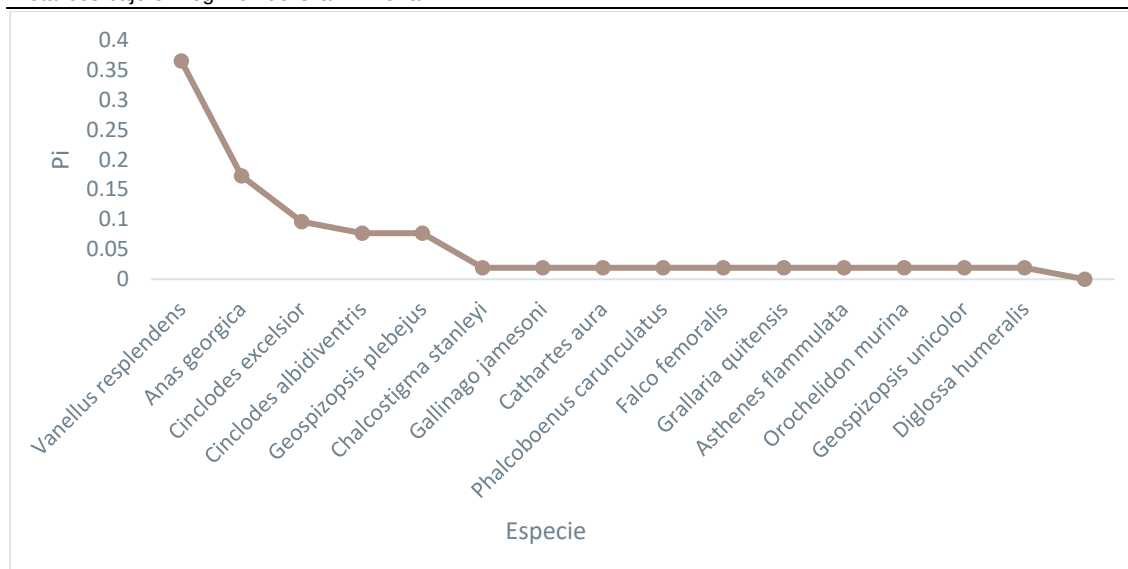


Figura 6-57 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-01 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 81,73 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de 28,14. En este punto se obtuvo un total de 23 especies.

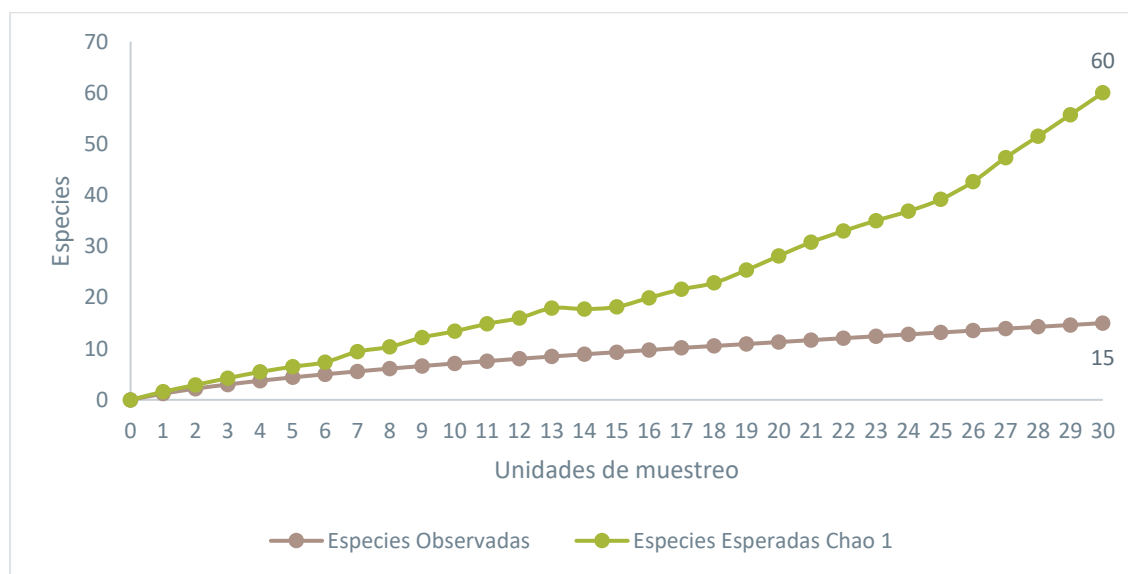


Figura 6-58 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-01 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMA-05

Análisis General

En este acápite se analizan los resultados obtenidos en el transecto de redes y en los 10 puntos de conteo del transecto de observación.

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 58 individuos de 21 especies de aves, pertenecientes a 10 familias y cuatro órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con seis familias.

Trochilidae y Thraupidae tuvieron la mayor riqueza, con cinco especies registradas; seguidas de Furnariidae, con cuatro especies; el resto de las familias están representadas por dos y una especie.

La especie más abundante en el sitio fue *Diglossa humeralis* (pinchaflor negro), con 11 individuos; seguida de la especie *Grallaria quitensis* (gralaria leonada [tororoi leonado]), con 10 individuos.

Tabla 6-62 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-05

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	Colacintillo colinegro	2
Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura baroni</i>	Metalura gorgivioleta	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis vestita</i>	Zamarrito luciente	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis luciani</i>	Zamarrito colilargo	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Pterophanes cyanopterus</i>	Alazafiro grande	1
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	2
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria leonada (tororoi leonado)	10
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	Cinclodes (chungüi) piquigruoso	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero multilistado	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes griseomurina</i>	Colicardo murino	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Pitajo dorsipardo	2
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	9
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	Bisbita de páramo	1
Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo (gorrión criollo)	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	11
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa cyanea</i>	Pinchaflor enmascarado	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Spodiornis rusticus</i>	Pinzón pizarroso	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Anisognathus igniventris</i>	Tangara montana ventriescarlata	1

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Diglossa humeralis* (pinchaflor negro), con un valor de $P_i = 0,190$.

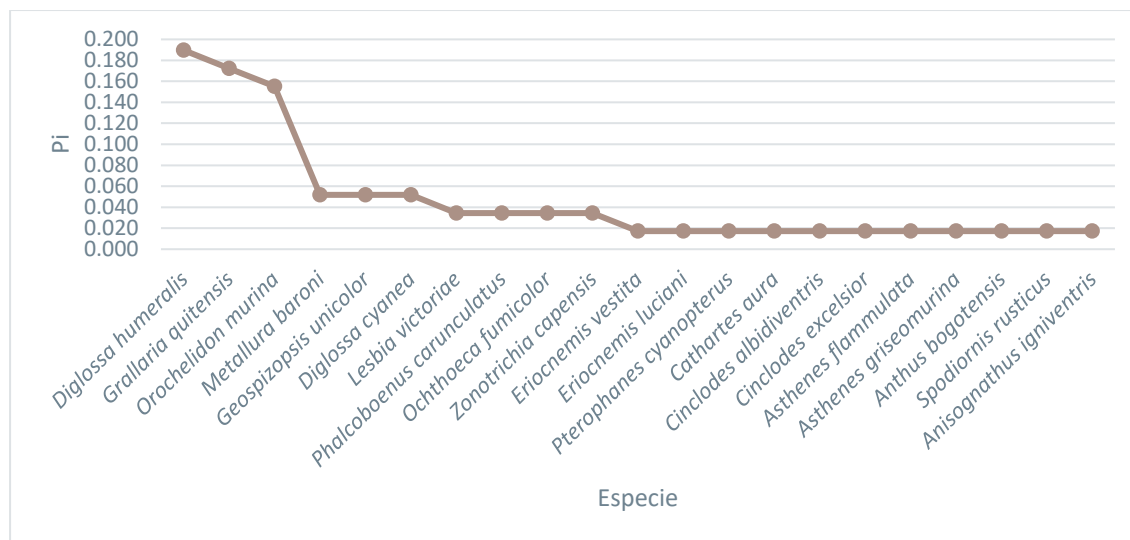


Figura 6-59 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-05

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 65,62 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de 32. En este punto se obtuvo un total de 21 especies.

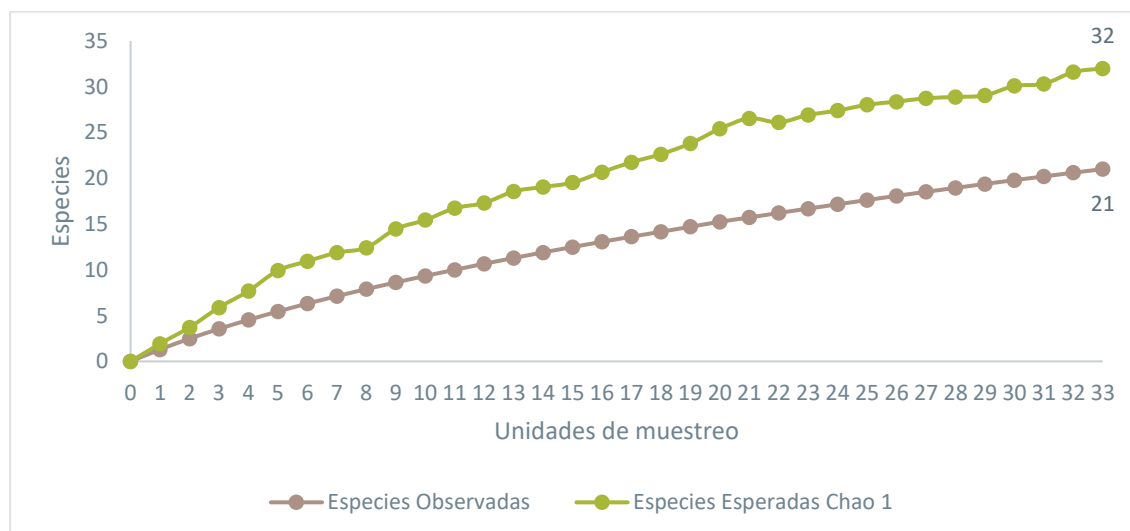


Figura 6-60 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-05

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Redes de Neblina

Riqueza y Abundancia

En el punto PMA-05, con la metodología de redes de neblina se registraron 22 individuos de nueve especies de aves, pertenecientes a cuatro familias y dos órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con tres familias.

Trochilidae tuvo la mayor riqueza, con cuatro especies registradas; seguida de Thraupidae, con tres especies; el resto de las familias están representadas por una especie cada una.

La especie más abundante en el sitio fue *Diglossa humeralis* (pinchaflor negro), con 10 individuos; seguida de la especie *Metallura baroni* (metalura gorgivioleta), con tres individuos.

Tabla 6-63 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-05 con Redes de Neblina

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura baroni</i>	Metalura gorgivioleta	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis vestita</i>	Zamarrito luciente	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis luciani</i>	Zamarrito colilargo	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Pterophanes cyanopterus</i>	Alazafiro grande	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero multilistado	1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	10
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa cyanea</i>	Pinchaflor enmascarado	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Spodiornis rusticus</i>	Pinzón pizarroso	1

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Diglossa humeralis* (pinchaflor negro), con un valor de $P_i = 0,455$.

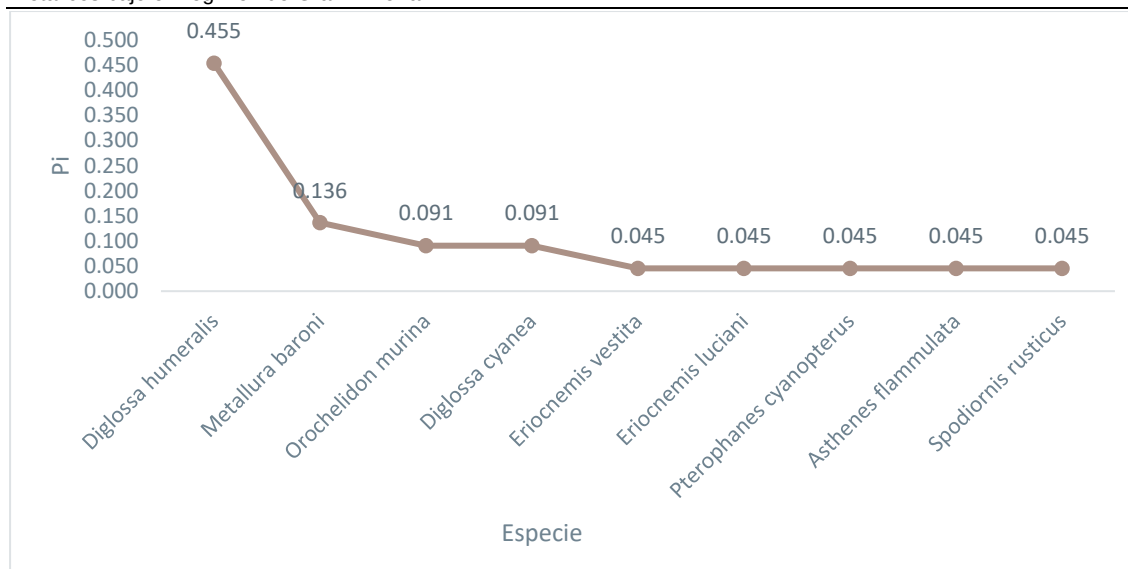


Figura 6-61 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-05 con Redes de Neblina

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 72,99 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de 12,33. En este punto se obtuvo un total de nueve especies.

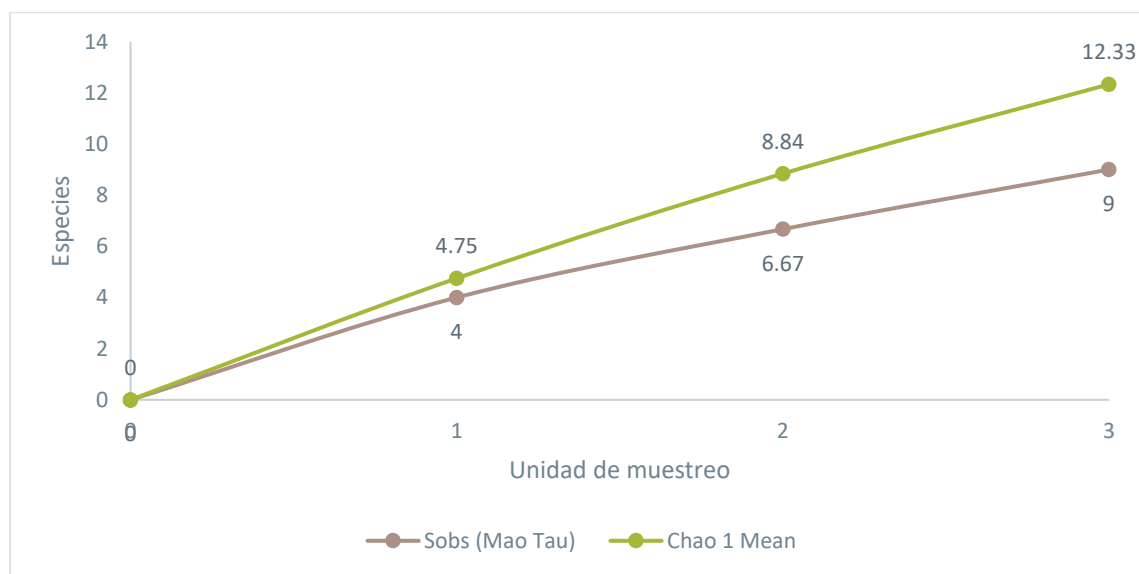


Figura 6-62 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-05 con Redes de Neblina

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Transecto de Observación

Se estableció un transecto de observación de 1 km con 10 puntos de conteo cada 100 m, teniendo sus repeticiones por cada día (tres días), obteniendo así 30 unidades efectivas de muestreo.

Riqueza y Abundancia

Mediante el transecto de observación con los puntos de conteo se registraron 36 individuos de 15 especies de aves, pertenecientes a 10 familias y cuatro órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con siete familias.

Thraupidae tuvo la mayor riqueza, con cuatro especies registradas; seguidas de Furnariidae, con tres especies; el resto de las familias están representadas por dos y una especie cada una.

La especie más abundante en el sitio fue *Grallaria quitensis* (gralaria leonada [tororoi leonado]), con 10 individuos; seguida de la especie *Orochelidon murina* (golondrina ventricafé), con siete individuos.

Tabla 6-64 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-05 en el Transecto de Observación

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	Colacintillo colinegro	2
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	2
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria leonada (tororoi leonado)	10
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	Cinclodes (chungüi) piquigrueso	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes griseomurina</i>	Colicardo murino	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Pitajo dorsipardo	2
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	7
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	Bisbita de páramo	1
Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo (gorrión criollo)	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa cyanea</i>	Pinchaflor enmascarado	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Anisognathus igniventris</i>	Tangara montana ventriescarlata	1

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Grallaria quitensis* (gralaria leonada [tororoi leonado]), con un valor de $P_i = 0,278$.

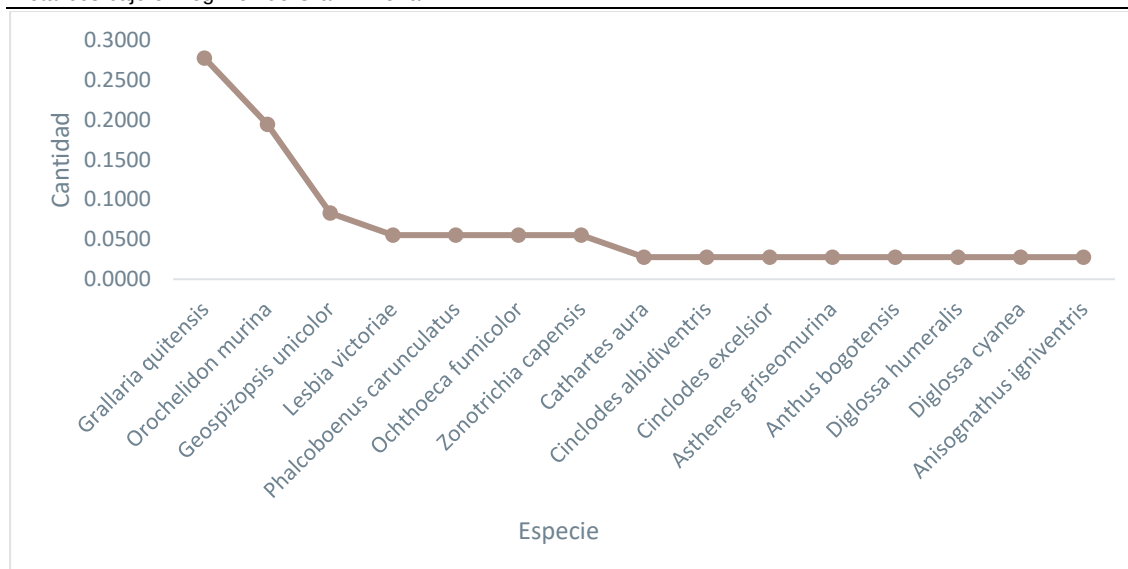


Figura 6-63 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-05 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 72,82 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas de es 20,6. En este punto se obtuvo un total de 15 especies.

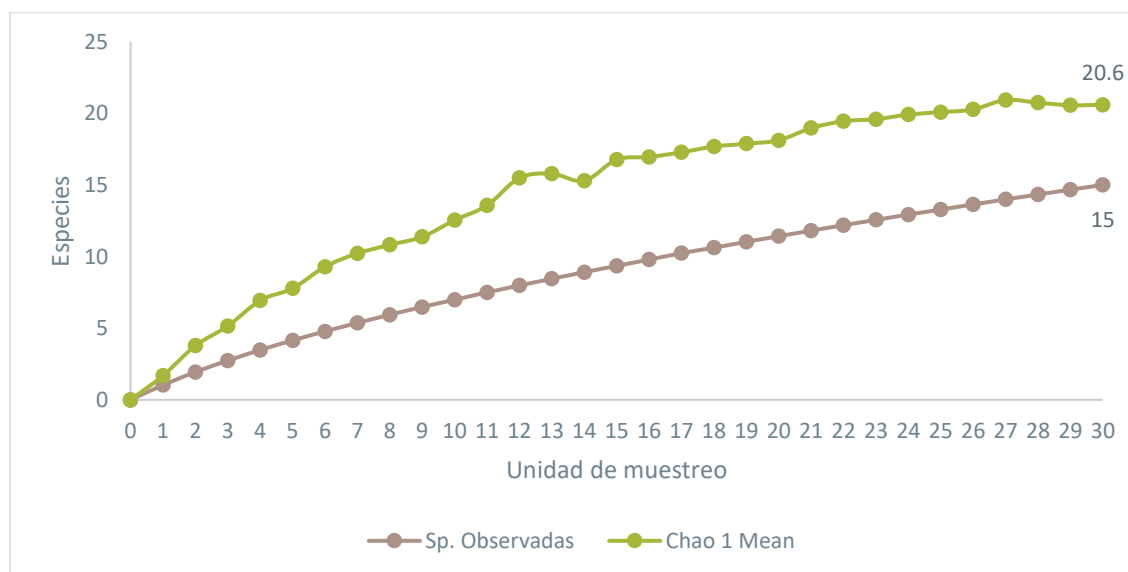


Figura 6-64 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-05 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMA-03

Análisis General

En este acápite se analizan los resultados obtenidos en el transecto de redes y en los 10 puntos de conteo del transecto de observación.

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 58 individuos de nueve especies de aves, pertenecientes a 14 familias y siete órdenes. A nivel de órdenes el más representativo fue Passeriformes, con tres familias.

Trochilidae tuvo la mayor riqueza, con tres especies registradas; el resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Las especies más abundantes en el sitio fueron *Streptoprocne zonaris* (vencejo cuelliblanco) y *Coeligena iris* (frentiestrella arcoíris), con 12 individuos cada una; seguidas de la especie *Orochelidon murina* (golondrina ventricafé), con 10 individuos.

Tabla 6-65 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-03

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Pava andina	4
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	12
Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura tyrianthina</i>	Metalura tiria	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis luciani</i>	Zamarrito colilargo	2
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena iris</i>	Frentiestrella arcoíris	12
Piciformes	Ramphastidae	<i>Andigena hypoglauca</i>	Tucán andino pechigrís	4
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero multilistado	6
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	10
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Matorralero nuquirrufo	7

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución heterogénea, con bastantes especies comunes y muy pocas de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de las especies *Streptoprocne zonaris* (pava andina) y *Coeligena iris* (frentiestrella arcoíris), con un valor de $P_i = 0,207$.

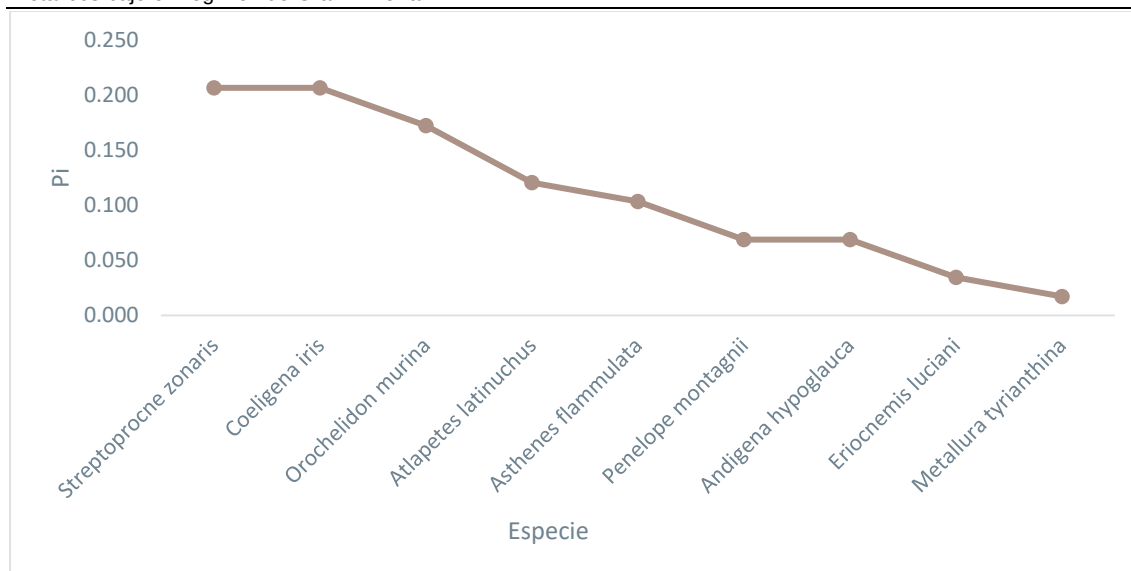


Figura 6-65 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-03

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 100 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de nueve. En este punto se obtuvo un total de nueve especies.

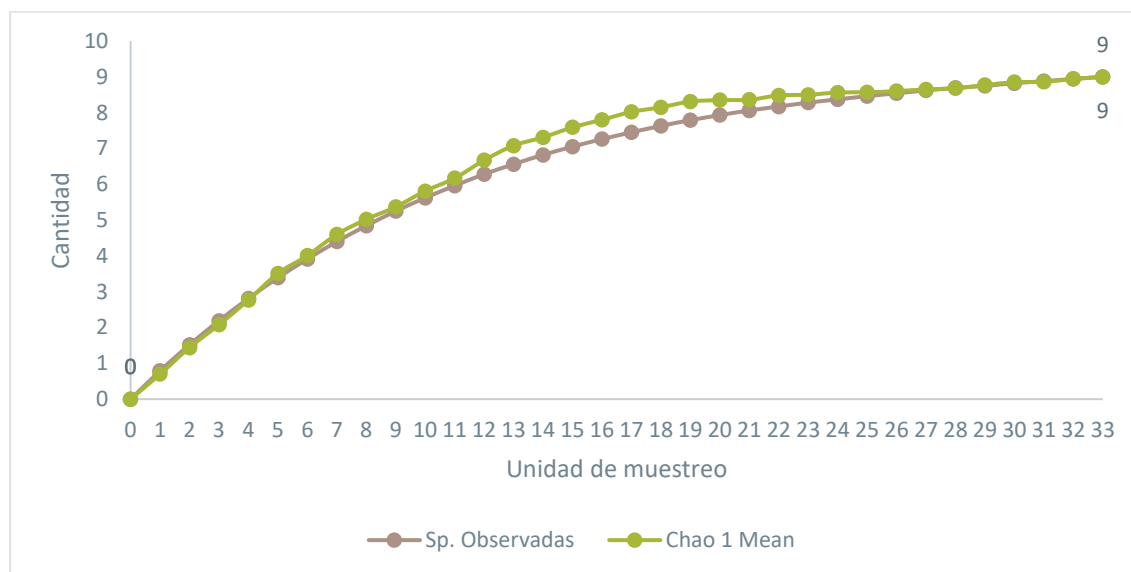


Figura 6-66 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-03

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Redes de Neblina

Riqueza y Abundancia

En el punto PMA-03, con la metodología de redes de neblina se registraron 12 individuos de cuatro especies de aves, pertenecientes a dos familias y dos órdenes.

Trochilidae tuvo la mayor riqueza, con tres especies registradas.

La especie más abundante en el sitio fue *Coeligena iris* (frentiestrella arcoíris), con seis individuos; seguida de la especie *Atlapetes latinuchus* (matorralero nuquirrufo), con tres individuos.

Tabla 6-66 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-03 con Redes de Neblina

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura tyrianthina</i>	Metalura tiria	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis luciani</i>	Zamarrito colilargo	2
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena iris</i>	Frentiestrella arcoíris	6
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Matorralero nuquirrufo	3

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente heterogénea, con gran abundancia de especies raras y comunes y a su vez pocas especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Coeligena iris* (frentiestrella arcoíris), con un valor de $P_i = 0,50$.

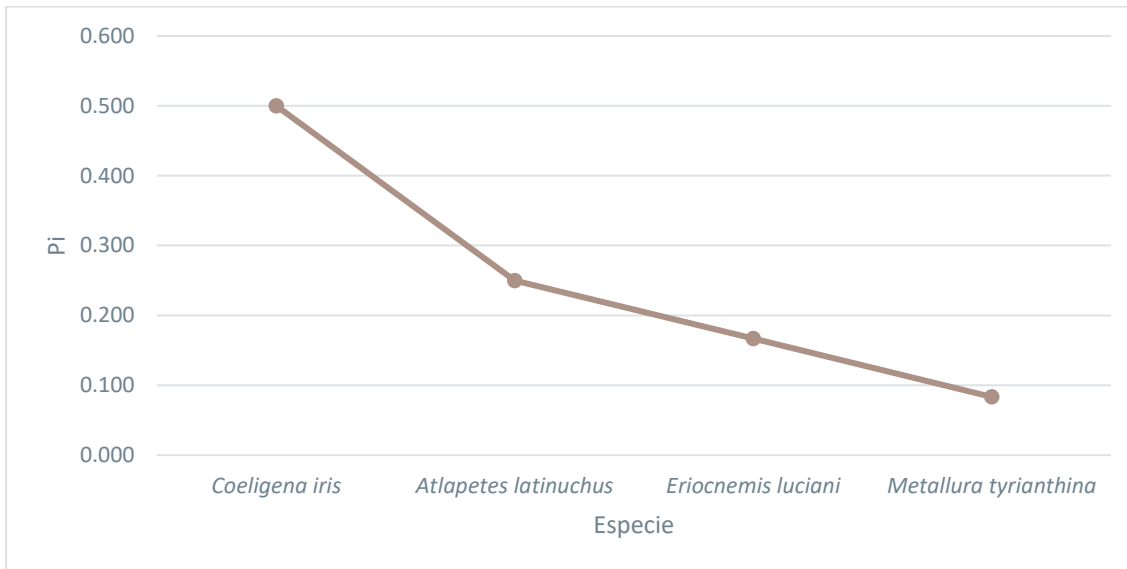


Figura 6-67 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-03 con Redes de Neblina

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 100 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de nueve. En este punto se obtuvo un total de nueve especies.

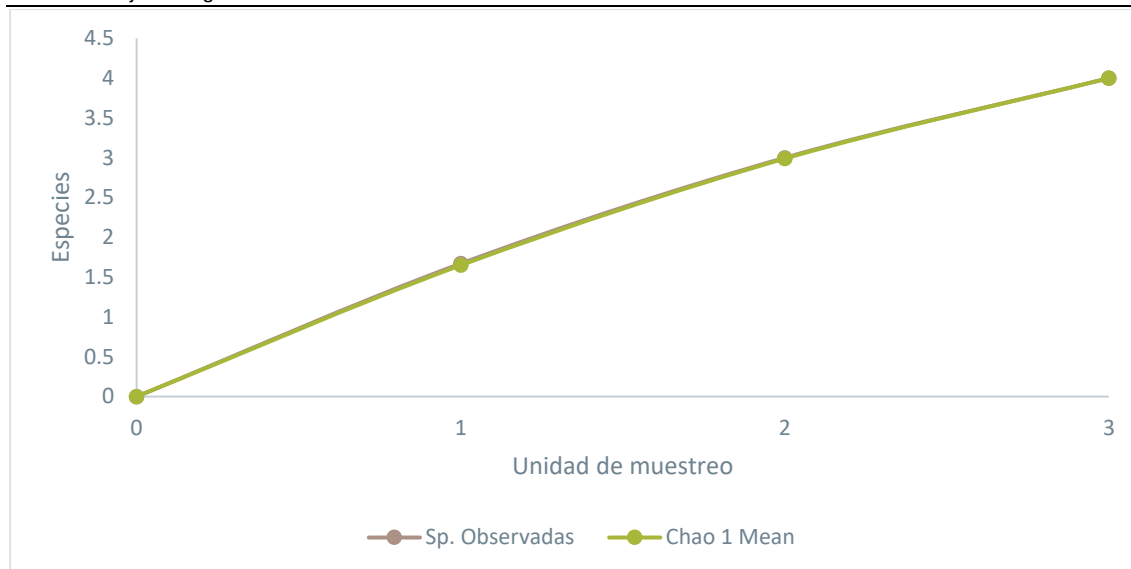


Figura 6-68 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-03 con Redes de Neblina

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Transecto de Observación

Se estableció un transecto de observación de 1 km con 10 puntos de conteo cada 100 m, teniendo sus repeticiones por cada día (tres días), obteniendo así 30 unidades efectivas de muestreo.

Riqueza y Abundancia

Mediante el transecto de observación con los puntos de conteo se registraron 46 individuos de siete especies de aves, pertenecientes a siete familias y cuatro órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con tres familias.

Todas las familias fueron representadas únicamente con una especie.

La especie más abundante en el sitio fue *Streptoprocne zonaris* (vencejo cuelliblanco), con 12 individuos; seguida de la especie *Orochelidon murina* (golondrina ventricafé), con 10 individuos.

Tabla 6-67 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-03 en el Transecto de Observación

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Pava andina	4
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	12
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena iris</i>	Frentiestrella arcoíris	6
Piciformes	Ramphastidae	<i>Andigena hypoglauca</i>	Tucán andino pechigrís	4
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero multilistado	6
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	10
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Matorralero nuquirrufo	4

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Streptoprocne zonaris* (vencejo cuelliblanco), con un valor de $P_i = 0,261$.

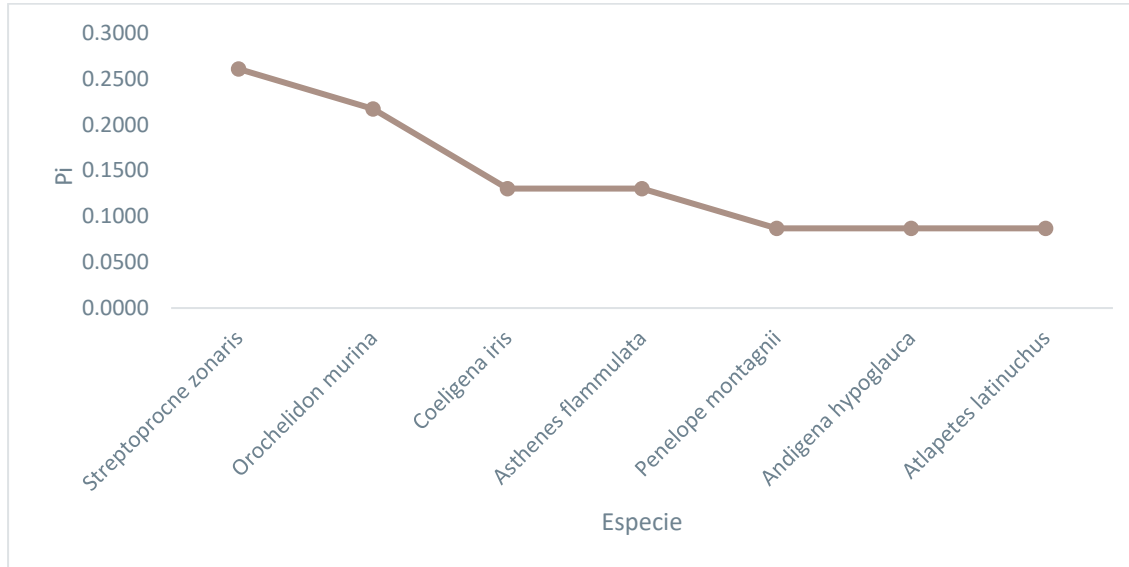


Figura 6-69 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-03 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 100 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de siete. En este punto se obtuvo un total de siete especies.

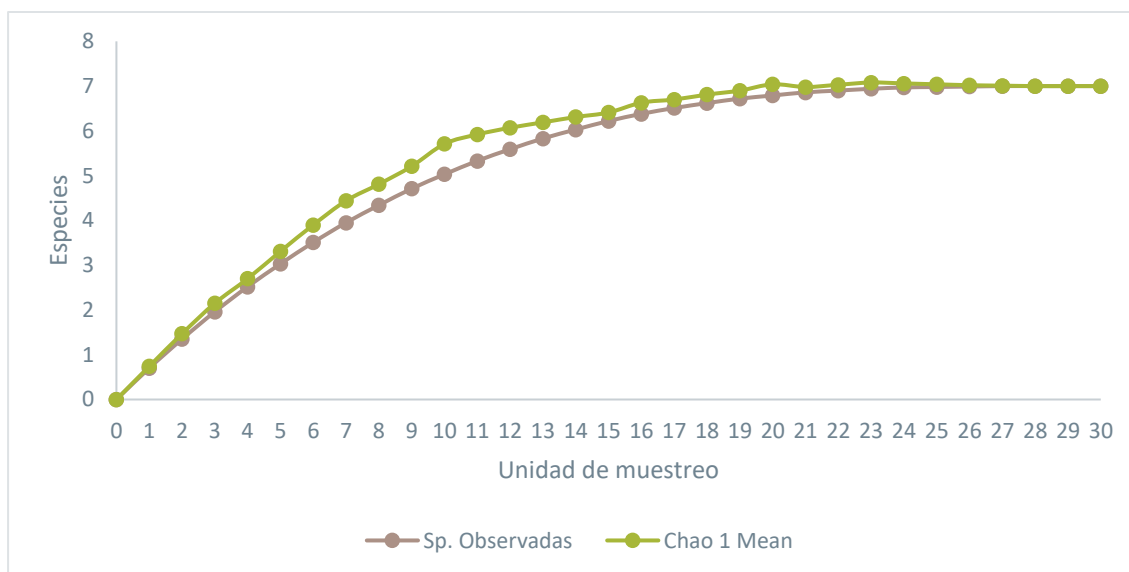


Figura 6-70 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-03 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMA-02

Análisis General

En este acápite se analizan los resultados obtenidos en el transecto de redes y en los 10 puntos de conteo del transecto de observación.

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 40 individuos de nueve especies de aves, pertenecientes a nueve familias y seis órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con cuatro familias.

Todas las familias fueron representadas únicamente por una especie.

La especie más abundante en el sitio fue *Streptoprocne zonaris* (vencejo cuelliblanco), con 10 individuos; seguida de la especie *Phalcoboenus carunculatus* (caracara carunculado).

Tabla 6-68 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-02

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	10
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina (ligle andino)	2
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago jamesoni</i>	Becasina de Jameson	4
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	5
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila pechinegra	2
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	9
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria ruficapilla</i>	Gralaria coronicastaña	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	5

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Streptoprocne zonaris* (vencejo cuelliblanco), con un valor de $P_i = 0,250$.

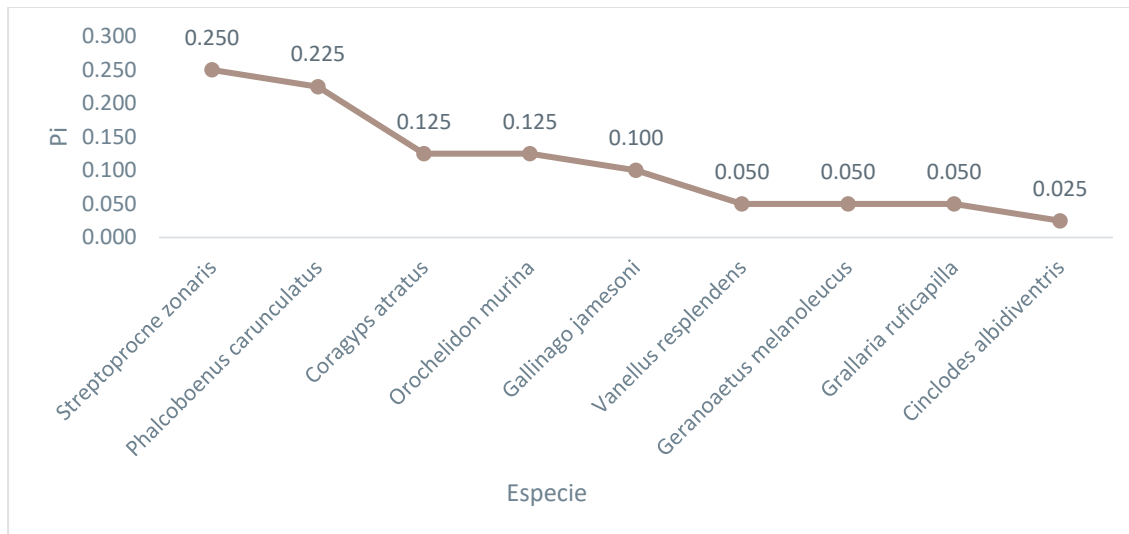


Figura 6-71 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-02

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 100 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es nueve. En este punto se obtuvo un total de nueve especies.

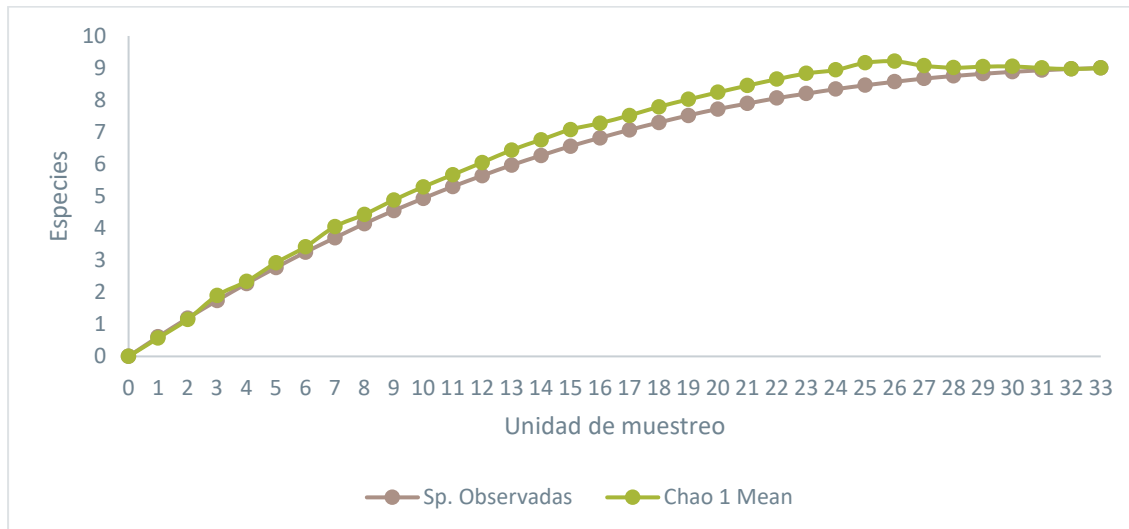


Figura 6-72 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-02

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Redes de Neblina

Riqueza y Abundancia

En el punto PMA-02, con la metodología de redes de neblina se registró solamente un individuo de la especie *Cinclodes albidiventris* perteneciente a la familia Furnariidae del orden Passeriformes.

Tabla 6-69 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-02 con Redes de Neblina

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	1

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Considerando que solamente se registró una especie y un individuo mediante redes de neblina en el punto PMA-02, no se puede realizar una curva de abundancia relativa.

Curva de Acumulación

Considerando que solamente se registró una especie y un individuo mediante redes de neblina en el punto PMA-02, no se puede realizar una curva de acumulación de especies.

Transecto de Observación

Se estableció un transecto de observación de 1 km con 10 puntos de conteo cada 100 m, teniendo sus repeticiones por cada día (tres días), obteniendo así 30 unidades efectivas de muestreo.

Riqueza y Abundancia

Mediante el transecto de observación con los puntos de conteo se registraron 39 individuos de ocho especies de aves, pertenecientes a ocho familias y seis órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con dos familias.

Todas las familias fueron representadas por una especie.

La especie más abundante en el sitio fue *Streptoprocne zonaris* (vencejo cuelliblanco), con 10 individuos; seguida de la especie *Phalcoboenus carunculatus* (caracara carunculado), con nueve individuos.

Tabla 6-70 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-02 en el Transecto de Observación

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	10
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina (ligle andino)	2
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago jamesoni</i>	Becasina de Jameson	4
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	5
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila pechinegra	2
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	9
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria ruficapilla</i>	Gralaria coronicastaña	2
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	5

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y

raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Streptoprocne zonaris* (vencejo cuelliblanco), con un valor de $P_i = 0,256$.

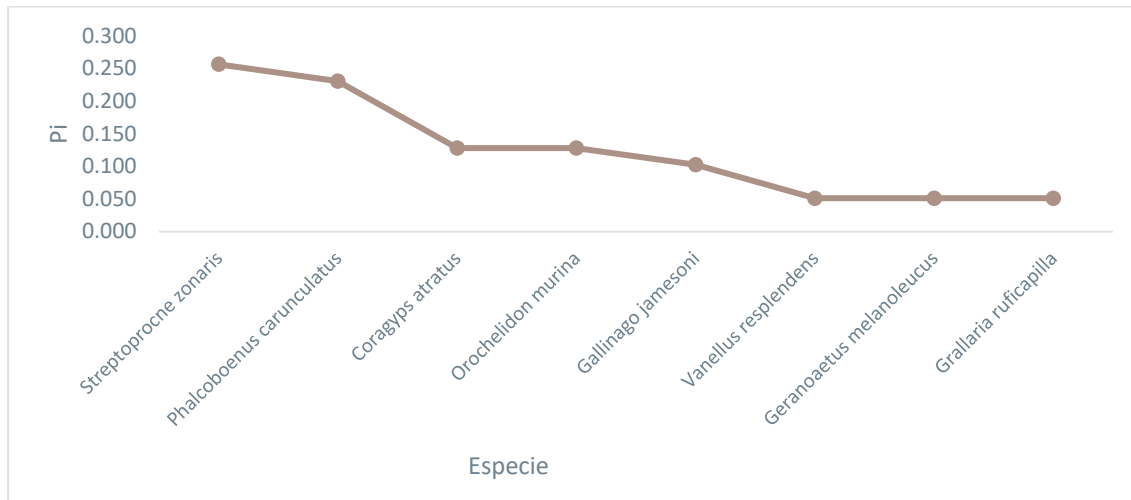


Figura 6-73 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-02 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 100 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de ocho. En este punto se obtuvo un total de ocho especies.

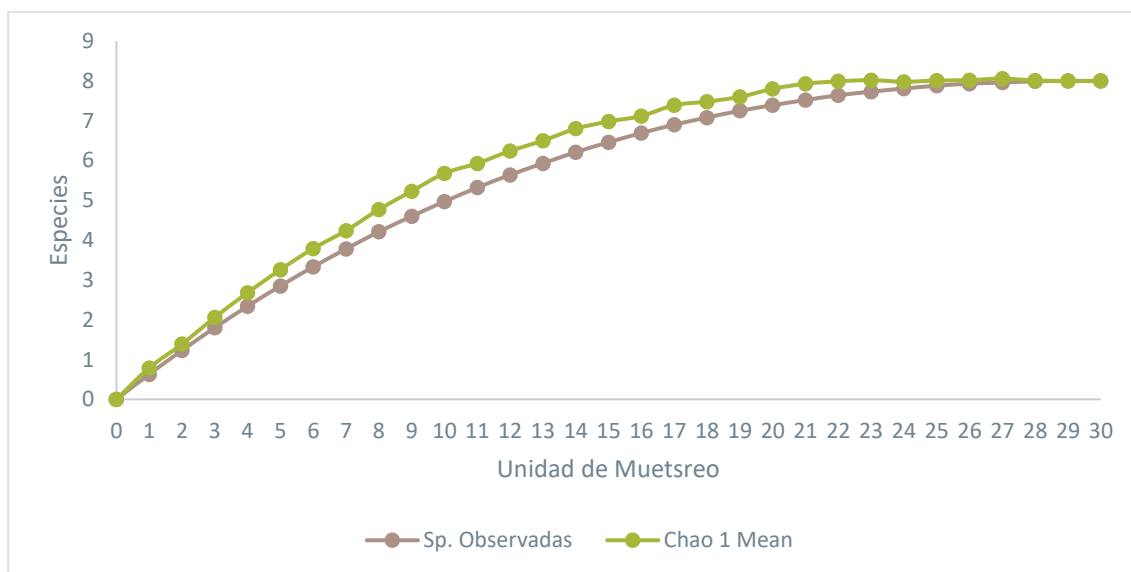


Figura 6-74 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-02 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PCA-01

Análisis General

En este acápite se analizan los resultados obtenidos en el transecto de redes y en los 10 puntos de conteo del transecto de observación.

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 50 individuos de 12 especies de aves, pertenecientes a 11 familias y siete órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con cinco familias.

Furnariidae tuvo la mayor riqueza, con dos especies registradas; el resto de las familias están representadas por una especie cada una.

La especie más abundante en el sitio fue *Phalcoboenus carunculatus* (caracara carunculado), con 10 individuos; seguida de la especie *Geospizopsis unicolor* (frigilo plumizo), con ocho individuos.

Tabla 6-71 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-01

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	Picoespina dorsiazul	1
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina (ligle andino)	2
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	4
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila pechinegra	2
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	Búho orejicorto	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	10
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	4
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero multilistado	6
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	5
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	Bisbita de páramo	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	8

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Phalcoboenus carunculatus* (caracara carunculado), con un valor de $P_i = 0,200$.

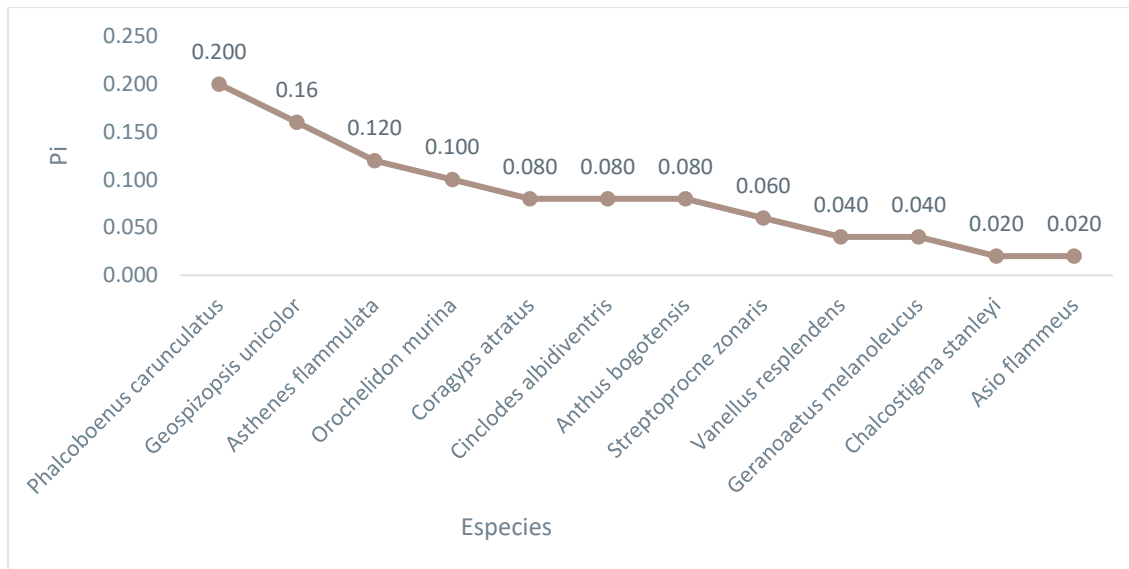


Figura 6-75 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 97,32 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de 12,33. En este punto se obtuvo un total de 12 especies.

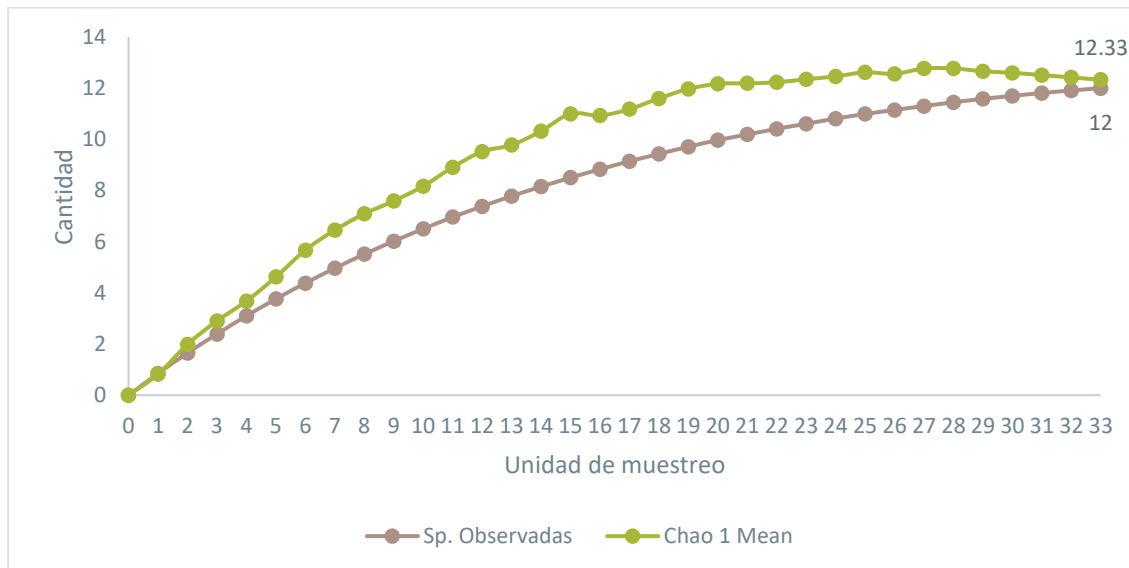


Figura 6-76 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Redes de Neblina

Riqueza y Abundancia

En el punto PCA-01, con la metodología de redes de neblina se registraron 17 individuos de cinco especies de aves, pertenecientes a cuatro familias y dos órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con tres familias.

Furnariidae tuvo la mayor riqueza, con dos especies registradas, el resto de las familias están representadas por una especie cada una.

La especie más abundante en el sitio fue *Asthenes flammulata* (canastero multilistado), con seis individuos.

Tabla 6-72 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-01 con Redes de Neblina

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	Picoespina dorsiazul	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero multilistado	6
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	Bisbita de páramo	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	4

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Asthenes flammulata* (canastero multilistado), con un valor de $P_i = 0,353$.

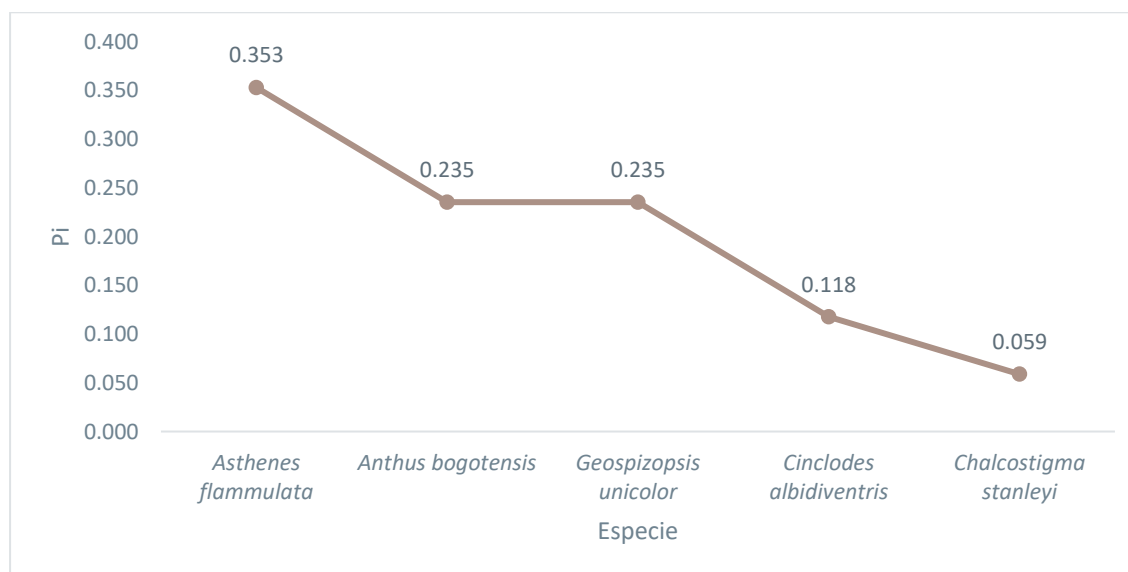


Figura 6-77 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-01 con Redes de Neblina

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 100 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de cinco. En este punto se obtuvo un total de cinco especies. Es importante mencionar que de acuerdo con la gráfica el segundo día de muestreo se esperaba una mayor cantidad de especies, esto puede corregirse colocando en otros puntos las redes de neblina.

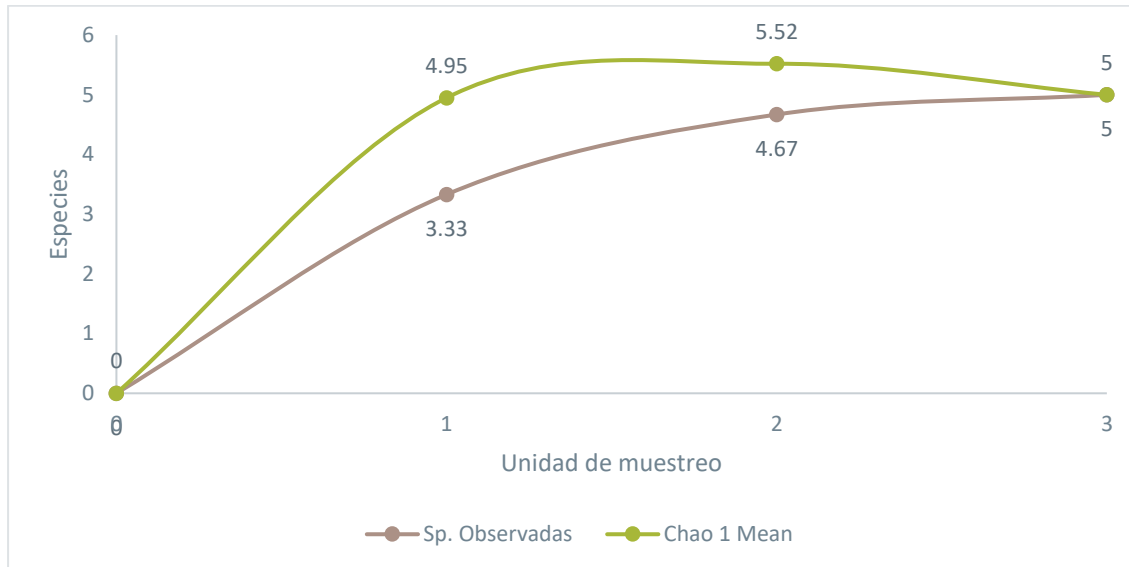


Figura 6-78 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-01 con Redes de Neblina

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Transecto de Observación

Se estableció un transecto de observación de 1 km con 10 puntos de conteo cada 100 m, teniendo sus repeticiones por cada día (tres días), obteniendo así 30 unidades efectivas de muestreo.

Riqueza y Abundancia

Mediante el transecto de observación con los puntos de conteo se registraron 33 individuos de nueve especies de aves, pertenecientes a nueve familias y siete órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con tres familias.

Todas las familias fueron representadas por una especie.

La especie más abundante en el sitio fue *Phalcoboenus carunculatus* (caracara carunculado), con 10 individuos; seguida de la especie *Orochelidon murina* (golondrina ventricafé), con cinco individuos.

Tabla 6-73 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PCA-01 en el Transecto de Observación

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	3
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina (ligle andino)	2
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	4
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila pechinegra	2

Estudio de Impacto Ambiental del Área Operativa del Proyecto Minero Loma Larga conformado por las Áreas Mineras Cerro Casco (Código 101580), Río Falso (Código 101577) y Cristal (Código 102195) para las Fases de Explotación y Beneficio de Minerales Metálicos bajo el Régimen de Gran Minería

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	Búho orejicorto	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	10
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	2
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	5
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	4

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con pocas especies comunes y la mayoría de las especies poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Phalcoboenus carunculatus* (caracara carunculado), con un valor de $P_i = 0,303$.

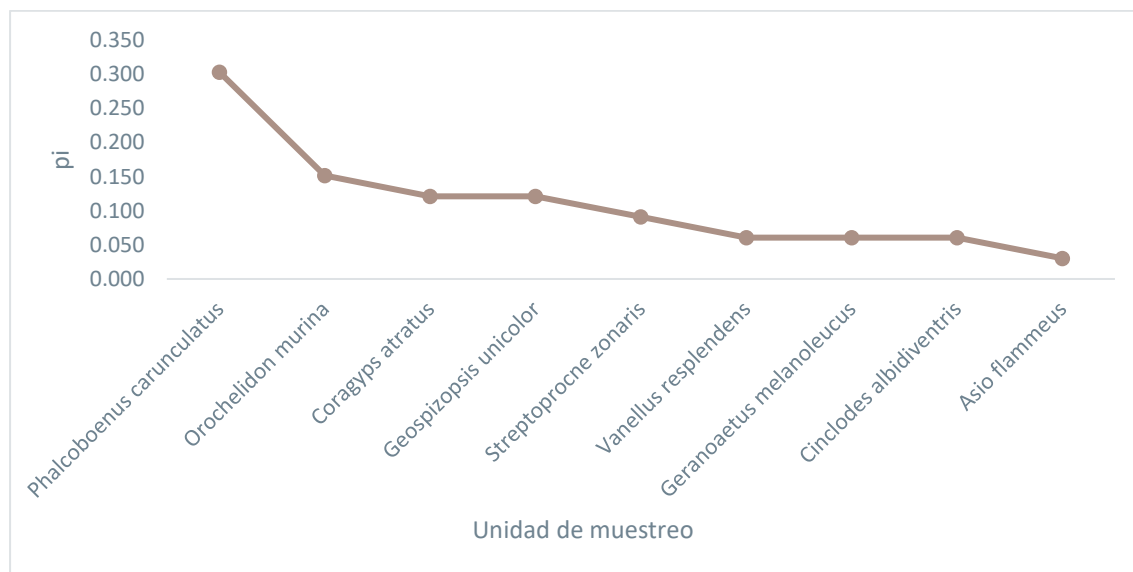


Figura 6-79 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PCA-01 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 100 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de nueve. En este punto se obtuvo un total de nueve especies.

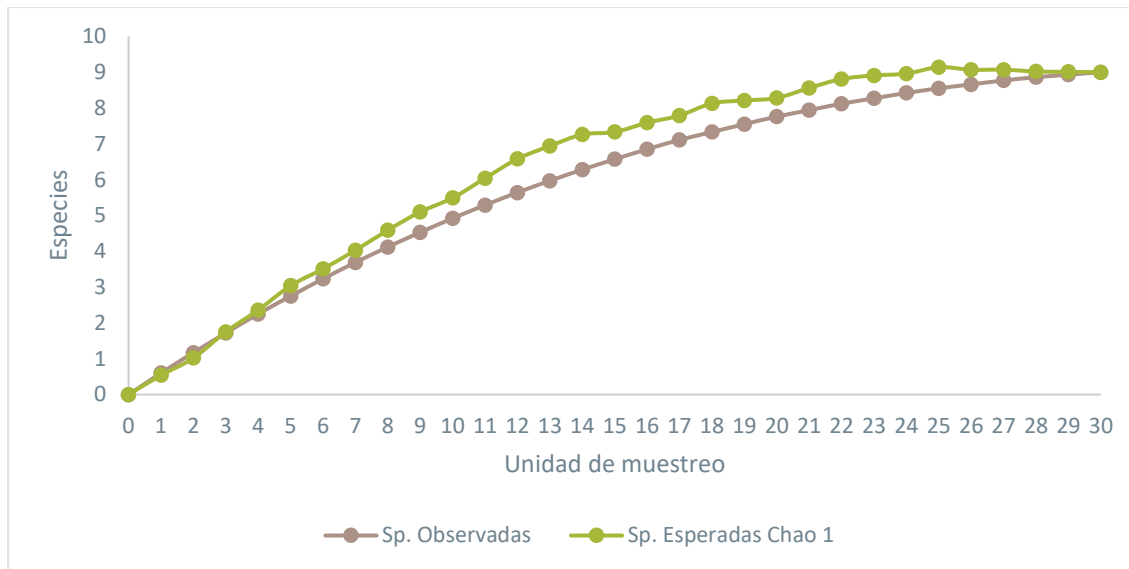


Figura 6-80 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PCA-01 en el Transecto de Observación

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMA-04

Análisis General

En este acápite se analizan los resultados obtenidos en el transecto de redes y en los 10 puntos de conteo del transecto de observación. Sin embargo, dichos resultados fueron unificados, ya que a pesar del esfuerzo de muestreo cuantitativo realizado con las redes de neblina no se pudo registrar ningún individuo mediante esta metodología.

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 29 individuos de seis especies de aves, pertenecientes a seis familias y cuatro órdenes. A nivel de órdenes, el más representativo fue Passeriformes, con tres familias.

Todas las familias fueron representadas por una especie.

La especie más abundante en el sitio fue *Cathartes aura* (gallinazo cabecirrojo), con siete individuos; seguida de la especie *Orochelidon murina* (golondrina ventricafé), con seis especies.

Tabla 6-74 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto PMA-04

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	4
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago jamesoni</i>	Becasina de Jameson	2
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	7
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	5
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Cnemarchus erythropygius</i>	Alinaranja lomirrojo	5
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	6

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente heterogénea, con aproximadamente la misma cantidad de especies comunes, poco comunes y raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Cathartes aura* (gallinazo cabecirrojo), con un valor de $P_i = 0,241$.

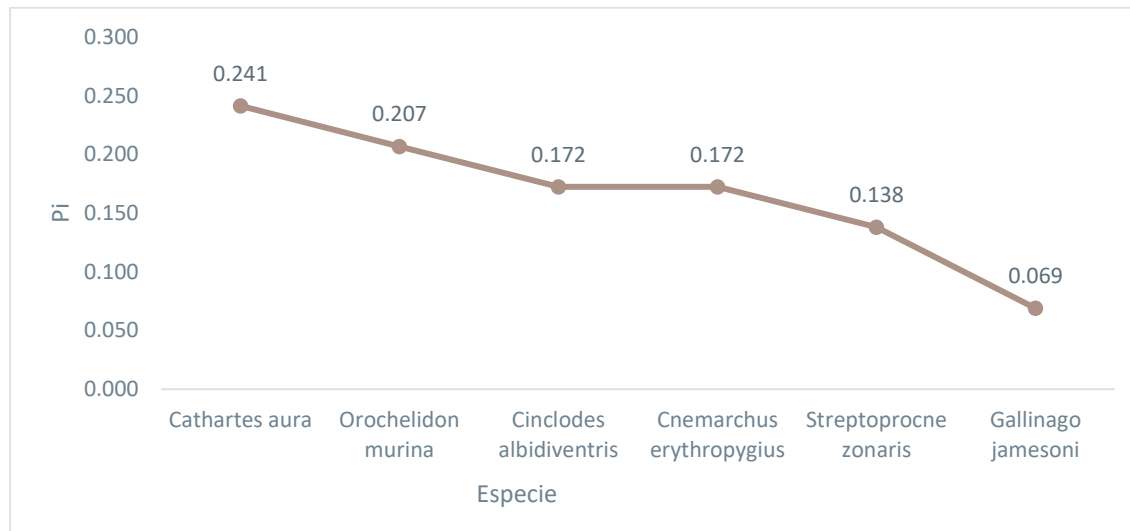


Figura 6-81 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en PMA-04

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación

La curva se evalúa en base a las proyecciones de riqueza, por lo cual en la gráfica se aprecia que el esfuerzo de muestreo empleado durante los tres días registró el 100 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas es de seis. En este punto se obtuvo un total de seis especies.

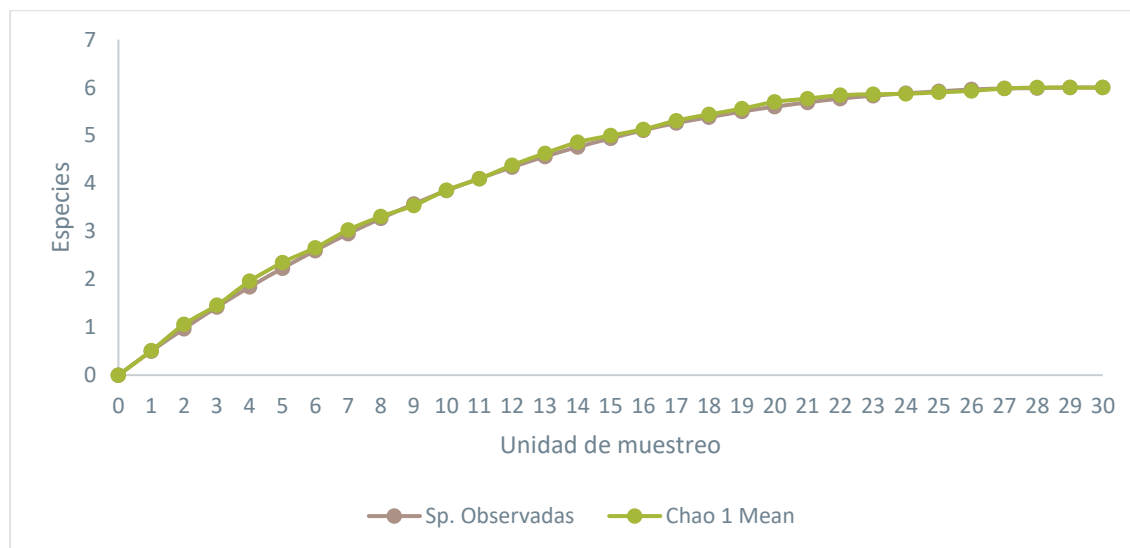


Figura 6-82 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en PMA-04

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Beta

El índice de similitud de Jaccard calculado como la tasa de reemplazo de especies entre los sitios de estudio muestra que los sitios PMA-02 y PCA-01 son los más similares entre sí, con el 50 % de similitud entre las especies registradas. Los otros sitios de estudio presentan porcentajes de similitud inferiores al 50 %, lo cual muestra un alto reemplazo de especies entre sitios. Por otro lado, el PMA-03 es el sitio con mayor disimilitud compartiendo solo el 17 % de las especies.

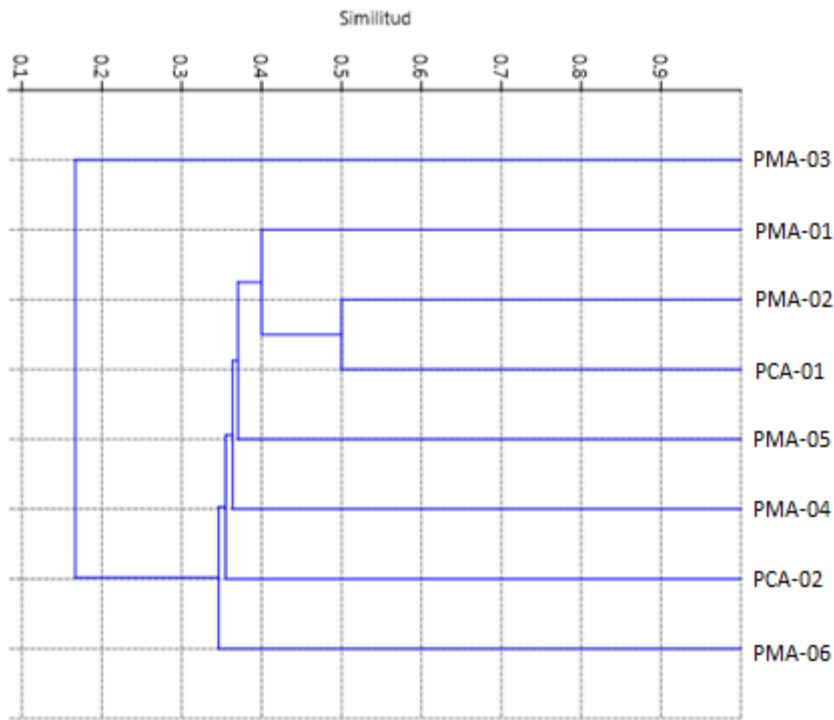


Figura 6-83 Clúster de Similitud entre los Puntos Cuantitativo de Avifauna

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Aspectos Ecológicos

Gremio Trófico

De las 58 especies de aves registradas mediante los métodos de muestreo cuantitativo y cualitativo se definió la existencia de siete gremios tróficos: insectívoro, frugívoro, nectarívoro, omnívoro, herbívoro, carnívoro y carroñero.

Como se aprecia en la Figura 6-84, los insectívoros fueron el gremio trófico más representativo, con 48,28 % (N = 28); seguidos por los frugívoros y nectarívoros, con el 17,24 % (N = 10) cada uno; carnívoros, con el 10,34 % (N = 6); carroñeros, con el 5,17 % (N = 3); y herbívoros, con el 1,72 % (N = 1) del total de las especies registradas.

Los gremios alimenticios estuvieron bien representados sugiriendo una buena estructura de la comunidad de aves con representantes en todos los niveles tróficos, lo que muestra que el área todavía mantiene una estructura ecológica compleja.

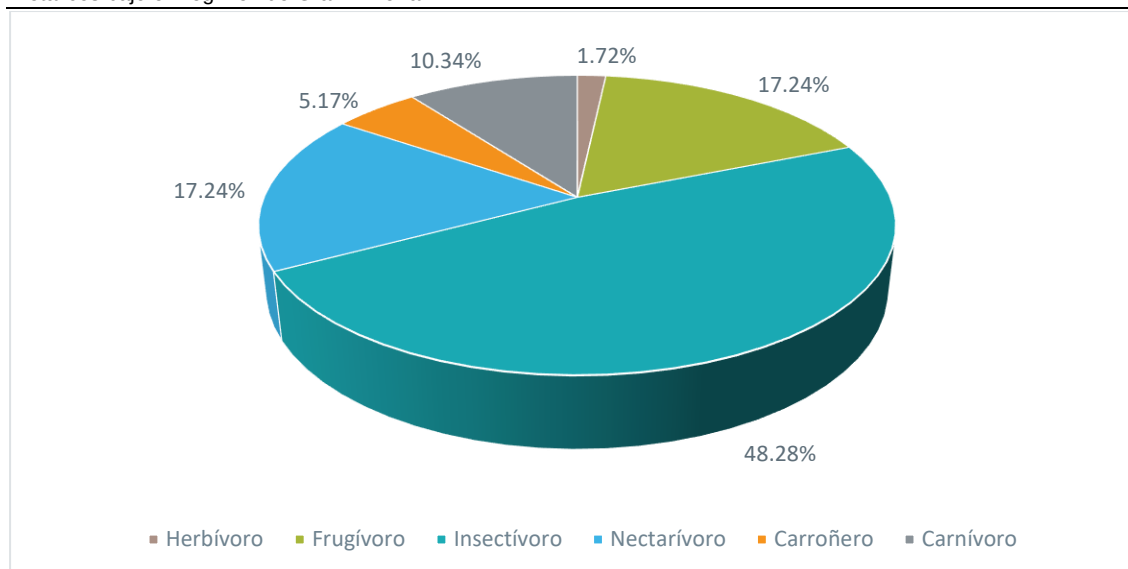


Figura 6-84 Porcentaje de Especies en cada Nicho Trófico Registrado.

Fuente: Entrix, noviembre - diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Distribución Vertical

Debido a su elevada capacidad de movilidad, las aves son altamente sensibles a la estratificación vertical de la vegetación. Para las especies registradas se definieron cinco estratos: aéreo, sotobosque, dosel, subdosel, terrestre y acuático.

En la Figura 6-85 se observa que los estratos más utilizados por las especies registradas son el sotobosque, con el 36,21 % (N = 21); el dosel, con el 34,48 % (N = 20); mientras que los estratos menos representados fueron el aéreo, con el 15,52 % (N = 9); terrestre, con el 10,34 % (N = 6); y el estrato acuático y subdosel, con el 1,72 % (N = 1).

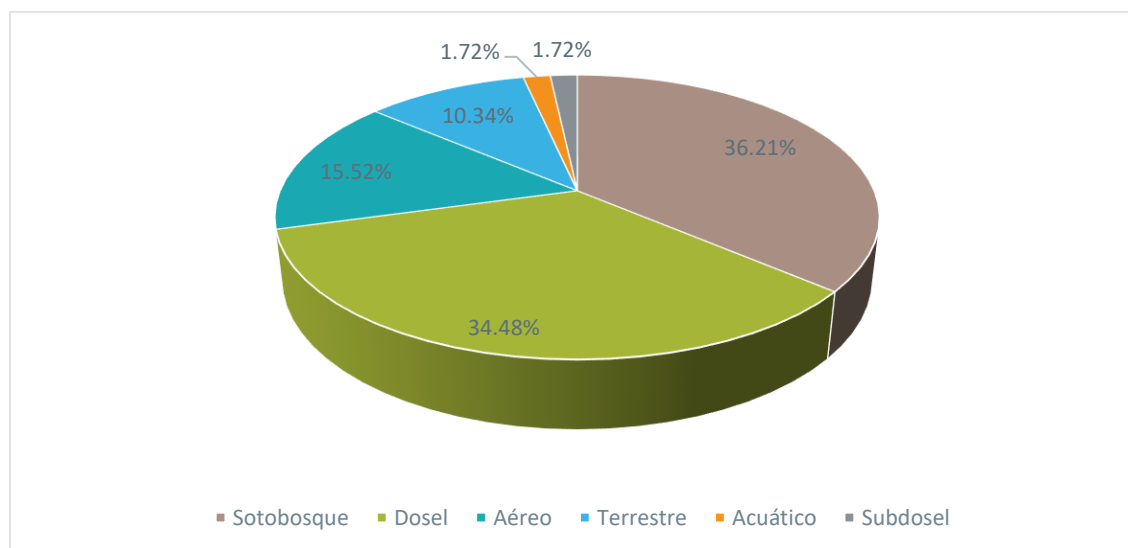


Figura 6-85 Porcentaje de Especies en cada Distribución General de Especies

Fuente: Entrix, noviembre - diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Hábito

Respecto a los hábitos de las aves (N = 58), se registró el 89,66 % (N = 52) de aves diurnas y el 10,34 % de aves nocturnas (N = 6). Este hábito está representado por dos especies de la familia Strigidae y una de la familia Caprimulgidae.

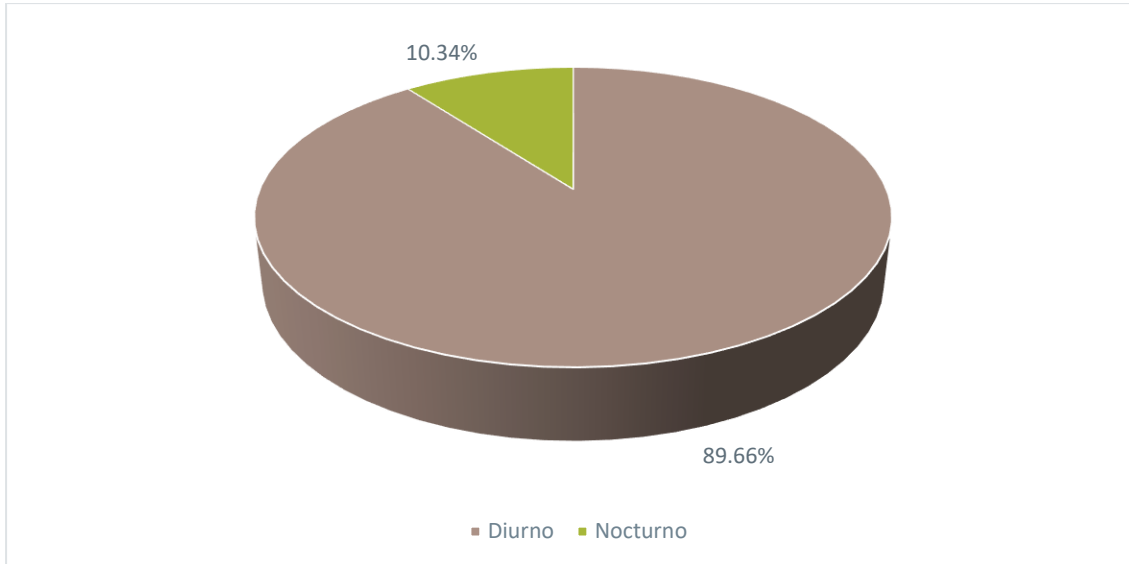


Figura 6-86 Porcentaje de Especies según su Hábito

Fuente: Entrix, noviembre - diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Sociabilidad

Entre las especies registradas, se definieron dos tipos de comportamiento social: solitarios y gregarios. El comportamiento solitario fue más representativo, con el 68,97 % (40 especies); el resto de las especies representaron el 31,03 % (N = 18).

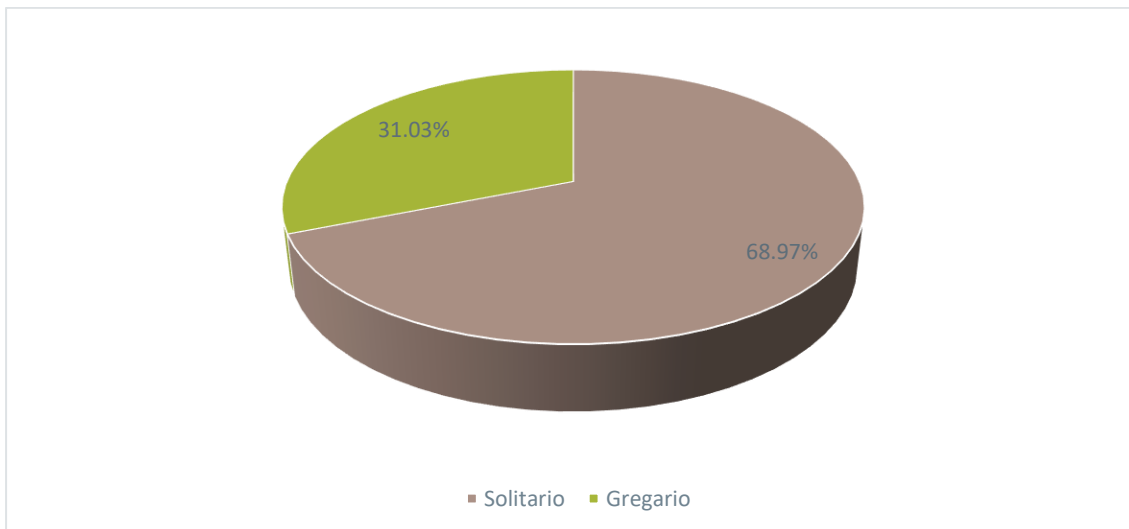


Figura 6-87 Porcentaje de Especies Según su Sociabilidad

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Especies Dominantes y Raras

Dentro de los puntos cuantitativos se registraron 16 especies dominantes correspondiente al 27,59 %. Las especies consideradas raras fueron 42 correspondiente al 72,41 %.

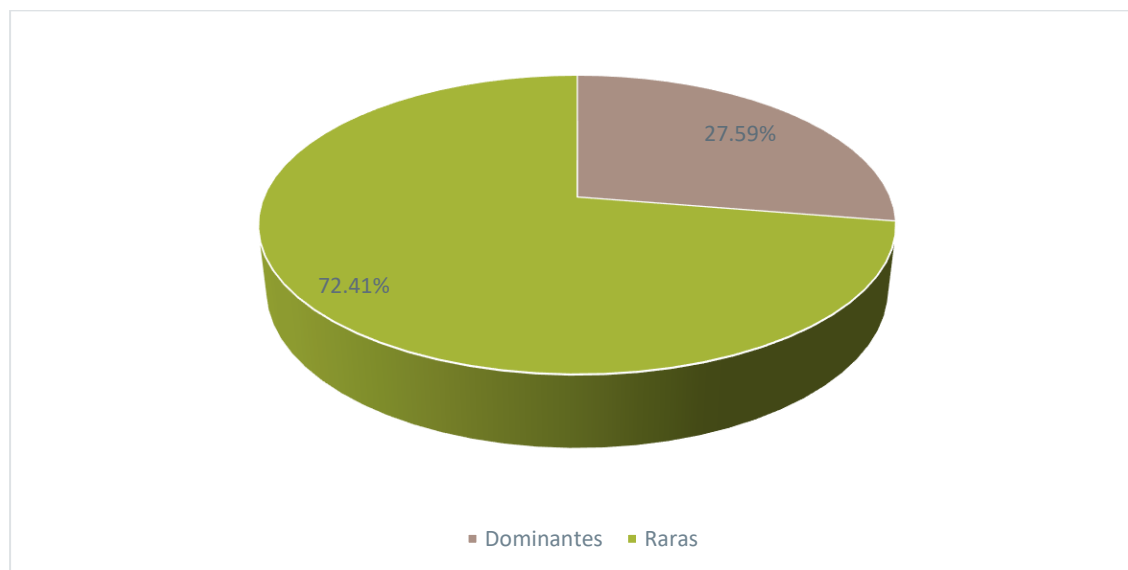


Figura 6-88 Porcentaje de Especies Dominantes y Raras

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Estado de Conservación y endemismo

De las 58 especies registradas, 49 se consideran en la categoría de preocupación menor (LC) a nivel nacional; mientras que a nivel global (UICN) 53 especies están dentro de la categoría de preocupación menor (LC). Cuatro de estas especies son altamente sensibles a cambios ambientales, además de estar estrechamente ligadas a áreas boscosas (*Calidris bairdii*, *Gallinago imperialis*, *Andigena hypoglaucha* y *Asthenes griseomurina*) las cuales se consideran amenazadas, como se muestra en la siguiente tabla. Además, se registraron 16 especies en el Apéndice II de CITES y una en el Apéndice I, en su gran mayoría representadas por las especies de la familia Trochilidae (colibríes).

De las 58 especies registradas, 57 son nativas; sin embargo, una especie es considerada endémica (*Metallura baroni*) de las zonas altas del sur del país. Además, se identificaron dos especies migratorias para el área: *Calidris bairdii* y *Muscisaxicola albilora*.

Tabla 6-75 Estado de Conservación de las Especies Registradas en el Área de Muestreo

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	UICN Global	Lista Roja Ecuador	CITES (año)	Endemismo
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas georgica</i>	Ánade piquiamarillo	LC	LC	-	No
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Pava andina	LC	LC	-	No
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	Chotacabras alifajeado	LC	LC	-	No
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	LC	LC	-	No

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	UICN Global	Lista Roja Ecuador	CITES (año)	Endemismo
Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus chimborazo</i>	Estrella ecuatoriana	LC	LC	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	Colacintillo colinegro	LC	LC	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	Picoespina dorsiazul	LC	VU	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura tyrianthina</i>	Metalura tiria	LC	LC	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura baroni</i>	Metalura gorgivioleta	EN	EN	II	Si
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis vestita</i>	Zamarrito luciente	LC	LC	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis luciani</i>	Zamarrito colilargo	LC	LC	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Rayito brillante	LC	LC	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena iris</i>	Frentiestrella arcoíris	LC	LC	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Pterophanes cyanopterus</i>	Alazafiro grande	LC	LC	II	No
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina (ligle andino)	LC	LC	-	No
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	LC	LC	-	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago imperialis</i>	Becasina imperial	NT	VU	-	No
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago jamesoni</i>	Becasina de Jameson	LC	LC	-	No
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago nobilis</i>	Becasina noble	NT	NT	-	No
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor andino	NT	EN	I	No
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	LC	LC	-	No
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	LC	LC	-	No
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Gavilán dorsirrojo	LC	LC	II	No
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila pechinegra	LC	LC	II	No
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho (cuscungo) coronado	LC	LC	II	No
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	Búho orejicorto	LC	LC	II	No
Piciformes	Ramphastidae	<i>Andigena hypoglaucha</i>	Tucán andino pechigrís	NT	VU	-	No
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Caracara carunculado	LC	LC	II	No

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	UICN Global	Lista Roja Ecuador	CITES (año)	Endemismo
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado	LC	VU	II	No
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria ruficapilla</i>	Gralaria coronicastaña (tororoi coronicastaña)	LC	LC	-	No
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria leonada (tororoi leonado)	LC	LC	-	No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	Cinclodes (chungüi) alicastaño	LC	LC	-	No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	Cinclodes (chungüi) piquigrueso	LC	LC	-	No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino	LC	LC	-	No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero multilistado	LC	LC	-	No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes wyatti</i>	Canastero dorsilistado	LC	LC	-	No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes griseomurina</i>	Colicardo murino	LC	NT	-	No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Pitajo dorsipardo	LC	LC	-	No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola albilora</i>	Dormilona cajiblanca	LC	LC	-	Migratorio
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola alpinus</i>	Dormilona del Páramo	LC	LC	-	No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Cnemarchus erythropygius</i>	Alinaranja lomirrojo	LC	NT	-	No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Agriornis montanus</i>	Arriero piquinegro	LC	LC	-	No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Febe guardarríos	LC	LC	-	No
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	LC	LC	-	No
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes solstitialis</i>	Soterrey montañés (montaño)	LC	LC	-	No
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande	LC	LC	-	No
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	Bisbita de Páramo	LC	LC	-	No
Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo (gorrión criollo)	LC	LC	-	No

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	UICN Global	Lista Roja Ecuador	CITES (año)	Endemismo
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Matorralero nuquirrufo	LC	LC	-	No
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Reinita crestinegra	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Frigilo plumizo	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Frigilo pechicinéreo	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamenia inornata</i>	Semillero sencillo	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa albilatera</i>	Pinchaflor flauquiblanco	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa cyanea</i>	Pinchaflor enmascarado	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Spodiornis rusticus</i>	Pinzón pizarroso	LC	LC	-	No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Anisognathus igniventris</i>	Tangara montana ventriescarlata	LC	LC	-	No
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres							

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Especies Sensibles

La sensibilidad de especies de aves se basó en Stotz et al., 1996. De acuerdo con el autor, las aves presentan tres diferentes grados de sensibilidad: Alta (H), cuando las aves prefieren hábitats en buen estado de conservación (bosques maduros, secundarios en regeneración antigua y/o remanentes de vegetación madura poco intervenidos); Media, cuando las aves soportan cambios ambientales mínimos y se las encuentra tanto en bosques alterados como bosques bien conservados; y Baja (L), son especies que muestran una alta tolerancia a zonas intervenidas o con presencia de actividades antrópicas.

En el actual monitoreo se registró un total de 58 especies, siendo la categoría Media la de mayor representación, con un total de 32 especies correspondientes al 55,17 %; seguidas de las especies de sensibilidad Baja, con el 37,93 % (22); y, por último, las especies con sensibilidad Alta, con el 6,90 % representadas por las especies *Calidris bairdii*, *Gallinago imperialis*, *Andigena hypoglaucha* y *Asthenes griseomurina*.

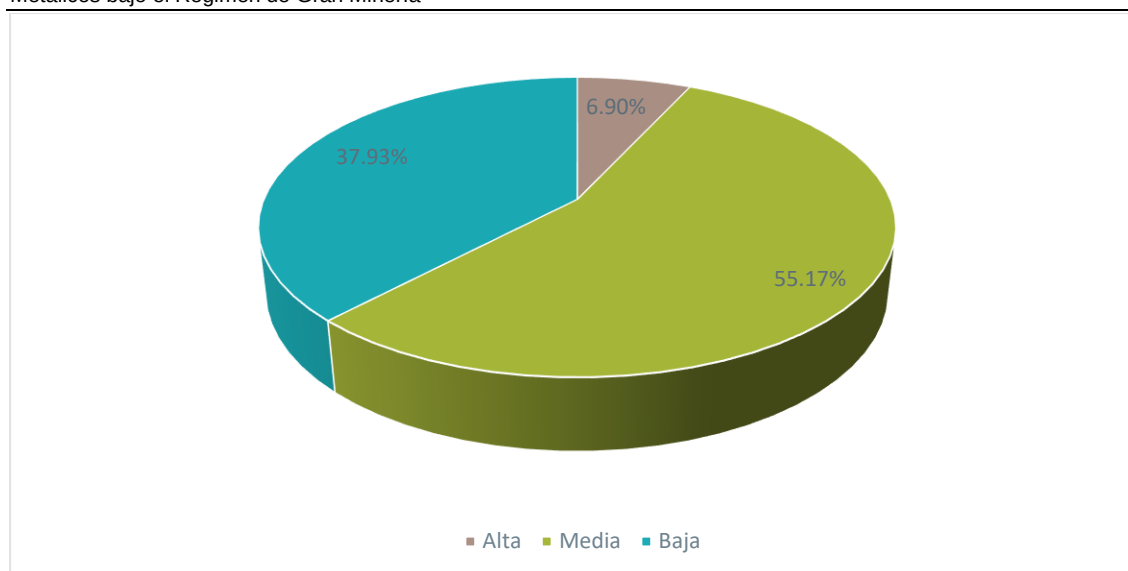


Figura 6-89 Porcentaje de Sensibilidad de las Especies de Aves Registradas en el Área de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Especies Indicadoras

Generalmente, se utiliza al grupo de los insectívoros como indicadores, debido a que se los utiliza como determinante de calidad y estado de un ecosistema. Esto está dado, ya que aquellas especies son suficientemente sensibles para detectar las fases de cambio, distribuidas a una escala geográfica amplia o ampliamente aplicables, son capaces de proporcionar evaluaciones continuas, fáciles de medir, probar y calcular, relativamente independientes del tamaño de la muestra, capaces de diferenciar entre ciclos o tendencias naturales y aquellos inducidos por perturbaciones antrópicas.

Adicionalmente, se analizó a las especies insectívoras que ocupan los estratos inferiores del bosque (sotobosque, terrestres), ya que se ha visto que estas especies han mostrado la mayor sensibilidad a los cambios de hábitat; por lo tanto, se sugiere separar al gremio de los insectívoros en los estratos que ocupan.

Uso del Recurso

En el sector, la especie más afectada es el cóndor andino (*Vultur gryphus*) debido a que es víctima de la cacería.

Comparación con Estudios Anteriores

De acuerdo con la información proporcionada, han existido varios estudios en diferentes épocas del año desde enero 2007, enero 2008, 2009 (diferentes meses del año), enero 2010, enero 2011, noviembre 2012, 2013 (diferentes meses del año), enero 2014, diciembre 2015, diciembre 2016, julio 2017, diciembre 2017, febrero 2018, agosto 2018, diciembre 2018, noviembre 2019, diciembre 2019, diciembre 2019 (2), diciembre 2019 (3), junio 2020, noviembre 2020, marzo 2021, agosto 2021 y el actual. No se puede realizar una comparación estadística profunda, ya que el esfuerzo de muestreo no ha sido el mismo en todas las campañas, además que en las campañas del 2009 y 2013 es la unión de microcampañas realizadas durante varios meses del año. Por otro lado, la temporada de monitoreo tampoco ha sido la misma, motivo por el cual no se puede evidenciar un cambio real entre época seca y época lluviosa. En la gráfica se muestra que en el monitoreo del 2020 se registraron 137 especies, siendo este el valor más alto. Se puede

observar también que en las tres campañas siguientes se ha visto una disminución de especies, asemejándose a las primeras campañas del 2018 y 2019. Esto puede deberse a los cambios que ha sufrido el área muestreada por la influencia antrópica evidenciada en el lugar. Así como también puede ser que las condiciones climáticas al momento del muestreo en cada uno de los monitoreos citados o los diferentes esfuerzos de muestreo realizados evidenciaron un cambio en los resultados obtenidos en cada campaña. Se puede observar también que la primera campaña fue la que registró menos especies (12), y la campaña de más bajo valor fue la de diciembre de 2015 (11). Por otra parte, también es evidente que existe una relativa estabilidad en la comunidad, ya que el número de especies no varía significativamente hasta noviembre del 2019. Finalmente, es importante remarcar que a pesar de que en el 2009 y 2013 se realizaron mini campañas, el número de especies no varía significativamente.

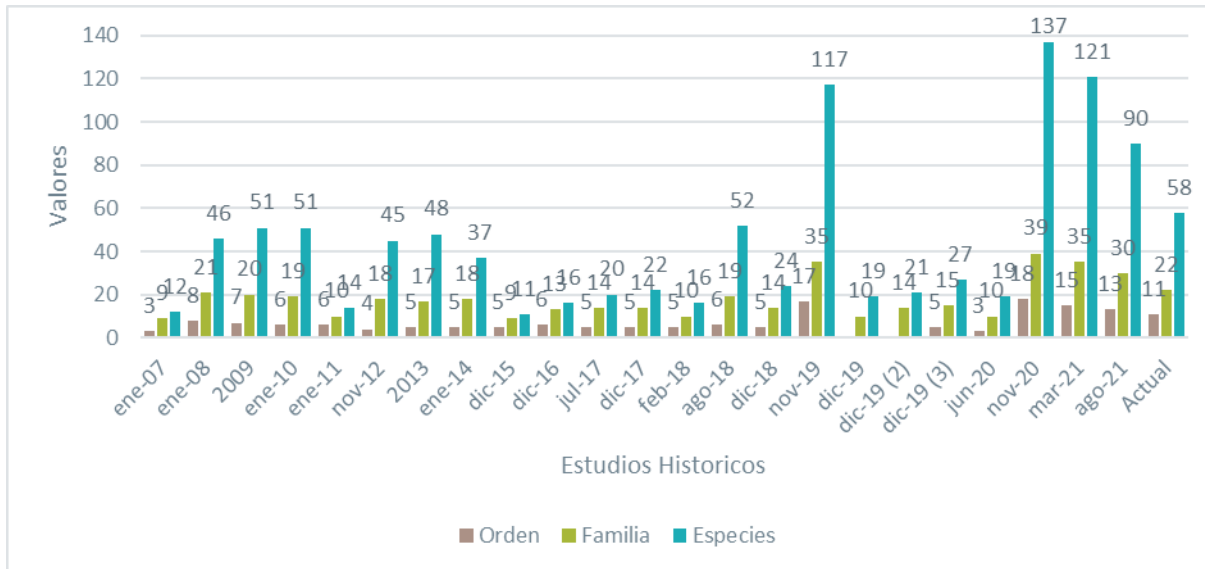


Figura 6-90 Avifauna Registrada en las Campañas de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

En ninguna de las campañas se evidencia una similitud exacta con la especie más abundante; sin embargo, coinciden en que las más abundantes y siempre presentes son *Asthenes flammulata*, *Geospizopsis unicolor* y *Grallaria quitensis*.

Como se mencionó antes, en cuanto a la riqueza y abundancia de las campañas realizadas, se evidencian los cambios y fluctuaciones, pero el cambio no es significativo en los datos de riqueza del sitio de muestreo, ya que se siguen registrando en diferentes proporciones las mismas especies.

A nivel trófico, respecto de la campaña del 2016 coinciden en que los más abundantes son los insectívoros. Sin embargo, en las campañas del 2007 al 2015, los más abundantes son los omnívoros. Cabe recalcar que en esas campañas se les considera como omnívoros a las especies *Cinclodes* (ambas especies), *Anthus bogotensis*, *Vanellus resplendes*, *Asthenes flammulata*, *Agriornis montanus*, *Gallinago* (todas las especies), que en el actual estudio se las considera como insectívoros, porque de acuerdo con la bibliografía actual en su mayoría comen insectos (Freile et al., 2018).

Por otro lado, la abundancia de los frugívoros y nectarívoros está sujeta principalmente a la disponibilidad de recursos (Sagrario & Cueto, 2011), es decir a la disponibilidad de flores y frutos, que en climas extremos pueden verse afectados. Así, en muchos de los casos la abundancia puede variar dependiendo de factores relacionados con la estacionalidad y el clima.

Discusión

En el Proyecto Loma Largase encontró una diversidad ornitofaunística de 58 especies representadas en 510 registros; un gran porcentaje de estas aves son comunes, pero también hay aves que requieren para su vida de zonas boscosas o plantas más específicas.

Los índices de diversidad reportan valores de baja diversidad, pero es importante recalcar que ningún índice considera el valor ecológico implícito de cada especie ni las variantes metodológicas que pueden presentarse. Asimismo, es importante mencionar que en la zona de estudio se encontraron especies endémicas y algunas especies en la lista roja de la UICN.

En la zona predominó la presencia de la familia Trochilidae que, si bien está altamente representada en esta área geográfica, no es del todo común verla en áreas sin cobertura vegetal y con fuertes vientos, pues requieren de variedad de alimentos para mantener poblaciones estables.

Es necesario mencionar que en ciertos puntos de muestreo el método cuantitativo por redes de neblina no fue eficiente, llegando a tener cero registros o un registro durante el mismo esfuerzo de muestreo de los demás puntos. Esto se debe a que en el páramo existe una variedad de microhábitats, como los pajonales, humedales o almohadillas predominantes en ciertos puntos de monitoreo. Se sugiere que para futuros monitoreos en estas zonas no arbustivas se aumente el esfuerzo de muestreo en puntos de observación y se retiren las redes, ya que estas no fueron eficientes.

Por otro lado, en los puntos de muestreo altamente arbustivos, sería necesario colocar mayor número de redes para poder obtener un mejor registro de las aves que pueden utilizar estos recursos, tanto para alimento como para refugio en las condiciones extremas.

La riqueza de aves por punto fue bastante similar entre todos los sitios monitoreados; lo cual se comprueba con los índices de similitud del tanto en los puntos cualitativos como cuantitativos, esto indica que probablemente los sitios con mayor complejidad son aquellos que más se alejan en similitud, lo que permitiría albergar a una mayor o menor cantidad de especies e individuos (Magurran A. E., 1988) como es el caso del POA-01 el cual se encuentra en zonas abiertas del páramo y se encuentra a una mayor altura con respecto al resto y por lo tanto su riqueza es menor; en el caso de los sitios cuantitativos el PMA-03 se encuentra cercano a un área de bosque montano donde posee una riqueza mayor.

En los aspectos ecológicos, el 48 % de aves registradas en este estudio pertenecen al gremio insectívoro. La alta diversidad de las familias insectívoras en aves representa evidencias de diversificación y radiación adaptativa de especies, considerando que la dieta a base de insectos y el tipo de forrajeo promueve la especialización (Kricher, 2006). Los demás gremios tróficos hallados fueron los frugívoros, nectarívoros, herbívoros, carnívoros y carroñeros, grupos que aportan al equilibrio del ecosistema con sus diferentes funciones como polinizadores, dispersores de semillas, controladores de poblaciones y limpiadores del ecosistema.

6.2.5.2.2 Mastofauna

Análisis General

Riqueza de Especies

En el área muestreada del proyecto Loma Larga, se reportó un total de 19 especies de mamíferos agrupados en ocho familias y siete órdenes que fueron registrados por métodos cuantitativos y cualitativos. En la siguiente tabla se detallan los órdenes y número de especies registradas (Tabla 6-76).

Tabla 6-76 Mastofauna Registrada en el Área Muestreada de Loma Larga

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Paucituberculata	Caenolestidae	<i>Caenolestes caniventer</i>	Ratón marsupial de vientre gris

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	Ratón campestre de pelaje delicado
		<i>Microryzomys altissimus</i>	Ratón colilargo de páramo
		<i>Microryzomys minutus</i>	Ratón colilargo montano
		<i>Sigmodon inopinatus</i>	Rata algodónera ecuatoriana
		<i>Phyllotis haggardi</i>	Ratón orejón de Haggard
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura caudifer</i>	Murciélago rabón con cola
Eulipotyphla	Soricidae	<i>Cryptotis montivagus</i>	Musaraña ecuatoriana canosa
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Ciervo de cola blanca
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>	Conejo andino
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo rayado
	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro andino

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

El orden más diverso fue Rodentia, agrupando al 41,67 % de las especies registradas; seguido del orden Carnívora, con el 16,67 %; mientras que los órdenes Paucituberculata, Chiroptera, Eulipotyphla y Lagomorpha representan el 8,33 % cada uno.

En cuanto a las familias, la mejor representada fue Cricetidae, que contiene al 41,67 % de todas las especies reportadas; mientras que las otras familias representan el 8,33 % cada una.

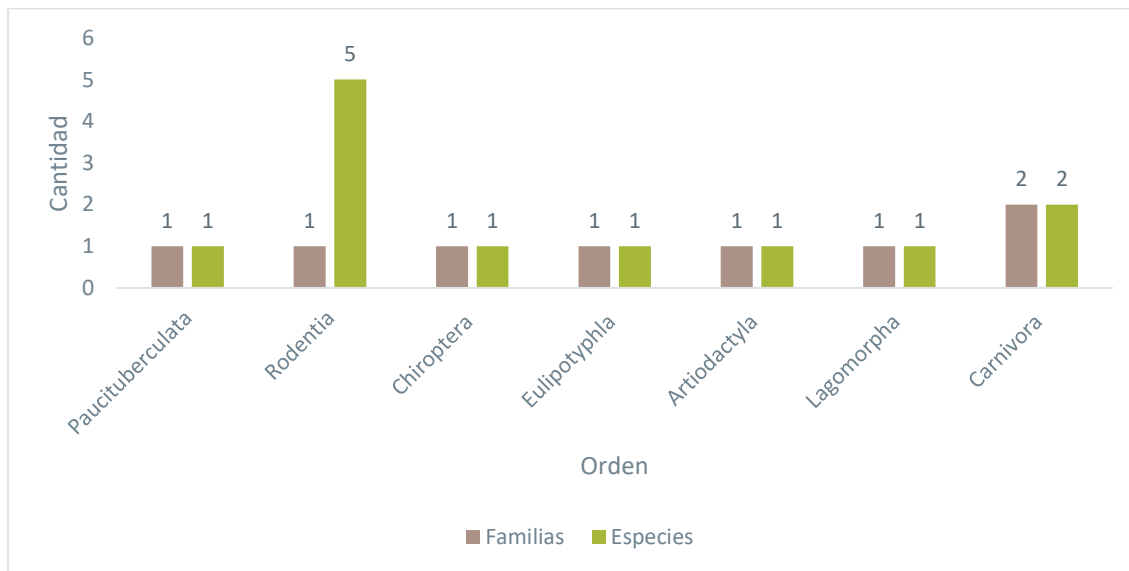


Figura 6-91 Diversidad Taxonómica de la Mastofauna dentro del Proyecto Loma Larga.

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La especie con mayor abundancia en el proyecto es el ratón campestre de pelaje delicado (*Akodon mollis*), con el 0,41 %, lo que equivale al 40,63 % de los registros cuantitativos; seguido por *Microryzomys altissimus*, que representa el 29,69 % de los registros cuantitativos.

Tabla 6-77 Abundancias de Especies de Mastofauna dentro del Proyecto Loma Larga

Orden	Familia	Especie	Abundancia	Abundancia Relativa
Paucituberculata	Caenolestidae	<i>Caenolestes caniventer</i>	1	0,02
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	26	0,41
		<i>Microryzomys altissimus</i>	19	0,3
		<i>Microryzomys minutus</i>	5	0,08
		<i>Sigmodon inopinatus</i>	4	0,06
		<i>Phyllotis haggardi</i>	1	0,02
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura caudifer</i>	8	0,13

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Conforme la siguiente figura, se confirma la dominancia de *Akodon mollis* que representa el 40,63 % de todos los individuos registrados; seguido por *Microryzomys altissimus*, que representa el 29,69 % de todos los individuos registrados; *Anoura caudifer*, *Microryzomys minutus* y *Sigmodon inopinatus* son las especies que prosiguen, con un 12,50 %, 7,81 % y 6,25 % respectivamente. Mientras que *Phyllotis haggardi* y *Caenolestes caniventer* representan el 1,56 % cada uno.

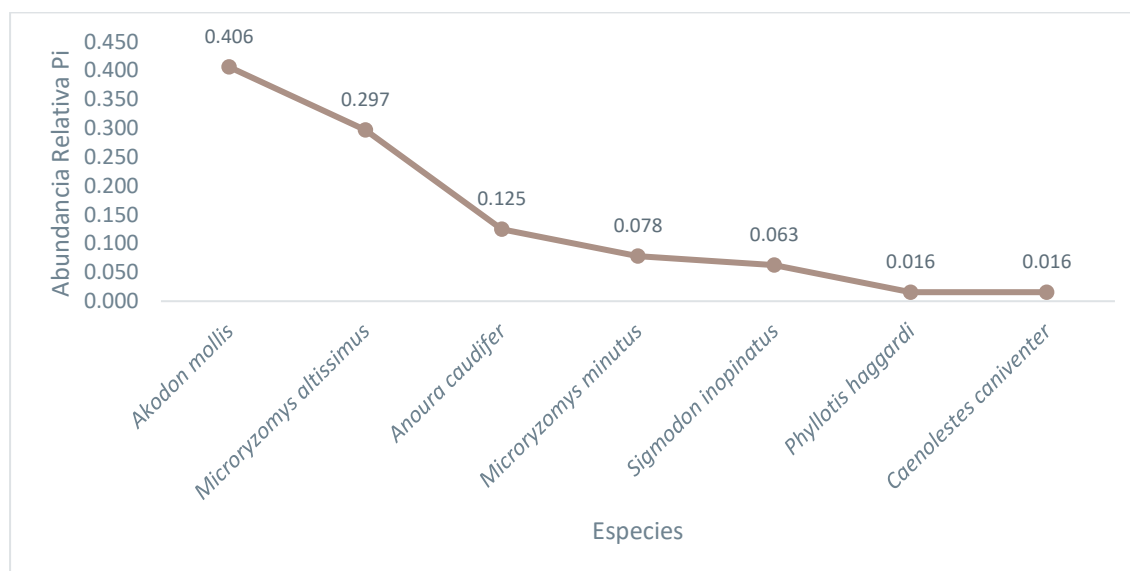


Figura 6-92 Curva de Rango/Dominancia de las Especies de Mastofauna Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices de Diversidad Alfa

Índice de Diversidad de Shannon

Para el área muestreada del proyecto Loma Larga, el índice de Shannon presenta un valor $H' = 1,48$ bits. El hecho de encontrar a la comunidad de mastofauna en el rango más bajo posible ($< 2,90$ bits) (Yáñez, 2010) sugiere una diversidad baja para esta área. Estos resultados se ven reflejados en la baja diversidad de especies de mamíferos capturados cuantitativamente, además esta diversidad se correlaciona con la baja diversidad de vertebrados para los ecosistemas altoandinos.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson muestra un valor de 0,72 que también indica una dominancia alta, ya que el valor se acerca a 1. Este resultado se ve reflejado en la dominancia de una especie: *Akodon mollis*.

Tabla 6-78 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Loma Larga

Shannon_H	Dominance_D	Interpretación
1,48	0,72	Diversidad baja

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao

En el siguiente análisis se tomó en cuenta solo a las especies registradas con métodos cuantitativos. La riqueza observada es de siete especies; sin embargo, según el índice de Chao-1 la riqueza estimada es de 7,98 especies. Es decir que en el presente estudio se registró el 87,71 % de especies. En cuanto la curva de acumulación, esta no llega a su asíntota, es decir que falta un 12,29 % de especies por registrar, por lo que en caso de aumentar las unidades y esfuerzo de muestreo se podría incrementar el listado de la riqueza del lugar (Adler & Lauenroth, 2003).



Figura 6-93 Curva de Acumulación de Especies de Mastofauna del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis Cualitativo

Riqueza

En los ocho puntos de muestreo cualitativo dentro del área muestreada del proyecto Loma Larga, se reportaron cinco especies de mamíferos, agrupados en cinco familias y cuatro órdenes en total.

Tabla 6-79 Mastofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga

Orden	Familia	Especie	PCM-02	PMM-06	PMM-01	PMM-05	PCM-01	PMM-02	PMM-03	PMM-04
Eulipotyphla	Soricidae	<i>Cryptotis montivagus</i>	X							
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	X	X	X	X		X	X	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>	X	X	X	X				X
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	X							
	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	X	X	X	X	X	X		X

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao

El análisis de curva de acumulación de especies registradas cualitativamente para el área total de estudio se realizó de manera acumulada tomando en cuenta los ocho puntos de muestreo.

Al analizar la curva de acumulación de especies se observó que no ha llegado a su asíntota, es decir el 14,99 % de especies aún no están registradas.

El índice de Chao 2 alcanzó un acumulado de 5,88 especies. De la cuales cinco especies fueron registradas representando un 85,03 % de las especies estimadas, por lo que se determina que el esfuerzo de monitoreo es representativo.

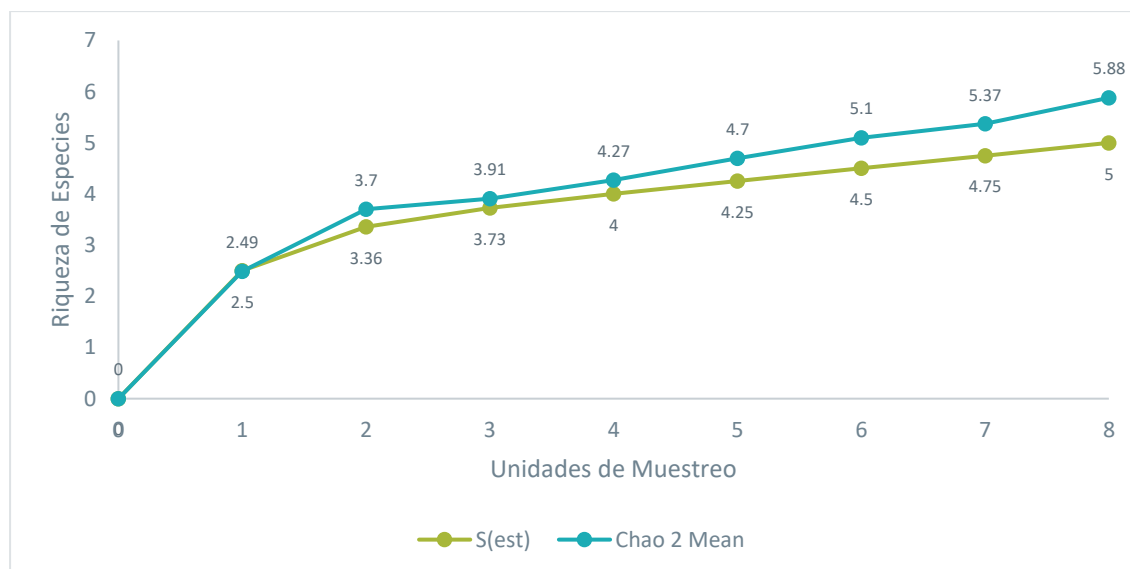


Figura 6-94 Curva de Acumulación e Índice Chao 2 para los Puntos de Muestreo Cualitativos en el Área del Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis por Punto de Muestreo

Punto de Muestreo PCM-02

En este punto de muestreo se registró cinco especies de mamíferos con métodos cualitativos pertenecientes a cinco familias y cuatro órdenes. Para el punto de muestreo se registró dos especies endémicas.

Tabla 6-80 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PCM-02 del Proyecto Minero Loma Larga

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Eulipotyphla	Soricidae	<i>Cryptotis montivagus</i>	Endémico	N/A	-	NT
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Nativo	N/A	LC	NT
Carnívora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Nativo	N/A	LC	LC
	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	N/A	LC	VU
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>	Endémico	N/A	DD	NT
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Punto de Muestreo PMM-06

En este punto de muestreo se registró a tres especies de mamíferos con métodos cualitativos pertenecientes a tres familias y tres órdenes, donde *Sylvilagus andinus* se presenta como una especie endémica.

Tabla 6-81 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-06 del Proyecto Minero Loma Larga

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Nativo	N/A	LC	NT
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	N/A	LC	VU
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>	Endémico	N/A	DD	NT
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Punto de Muestreo PMM-01

En este punto de muestreo se registraron tres especies de mamíferos con métodos cualitativos pertenecientes a tres familias y tres órdenes, donde *Sylvilagus andinus* se presenta como una especie endémica.

Tabla 6-82 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-01 del Proyecto Minero Loma Larga

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Nativo	N/A	LC	NT
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	N/A	LC	VU
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>	Endémico	N/A	DD	NT
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Punto de Muestreo PMM-05

En este punto de muestreo se registró a tres especies de mamíferos con métodos cualitativos pertenecientes a tres familias y tres órdenes, donde *Sylvilagus andinus* se presenta como una especie endémica.

Tabla 6-83 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-05 del Proyecto Minero Loma Larga

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Nativo	N/A	LC	NT
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	N/A	LC	VU
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>	Endémico	N/A	DD	NT
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Punto de Muestreo PCM-01

En este punto de muestreo se registró una sola especie *Lycalopex culpaeus* perteneciente a la familia Canidae y al orden Carnívora.

Tabla 6-84 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PCM-01 del Proyecto Minero Loma Larga

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	N/A	LC	VU
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						

Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
N/A: No aplica

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Punto de Muestreo PMM-02

En este punto de muestreo se registró una sola especie *Lycalopex culpaeus* perteneciente a la familia Canidae y al orden Carnívora.

Tabla 6-85 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM– 02 del Proyecto Minero Loma Larga

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	N/A	LC	VU
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Punto de Muestreo PMM-03

En este punto de muestreo cualitativamente tan solo se registró una especie *Odocoileus virginianus* perteneciente a la familia Cervidae y al orden Artiodactyla.

Tabla 6-86 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-03 del Proyecto Minero Loma Larga

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Nativo	N/A	LC	NT
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Punto de Muestreo POM-04

En este punto de muestreo cualitativo se registraron dos especies pertenecientes a dos familias y dos órdenes, donde una especie *Sylvilagus andinus* es endémica.

Tabla 6-87 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-04 del Proyecto Minero Loma Larga

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	N/A	LC	VU
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>	Endémico	N/A	DD	NT
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Beta

Índice de Bray Curtis

Como se puede ver en la Figura 6-95, la similitud indica que los puntos de monitoreo PMM-06, PMM-01 y POM-05 presentan una similitud del 98 %, por compartir tres individuos de las mismas especies. Así también los puntos PMM-03 y PCM-01 no son similares con los otros puntos en un 38 % y 53 %. Esto es debido a que presenta un individuo cada una de las especies registradas. Mientras que los otros puntos PCM-02, PMM-04 y PMM-02 forman un solo grupo, por compartir individuos de las mismas especies.

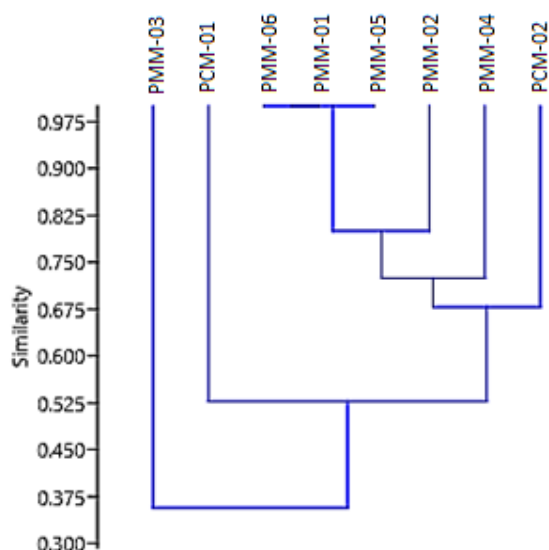


Figura 6-95 Clúster del Índice de Bray Curtis para los Puntos de Muestreo del Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis Cuantitativo

Para el análisis cuantitativo la información que se utilizó provino de los registros obtenidos mediante capturas con la metodología de red de neblina y método de captura de trampas Sherman o Tomahawk.

Por esta razón, es preciso mencionar que la riqueza total de especies registradas cuantitativamente es de siete especies pertenecientes a tres familias y tres órdenes. En relación con este número se realizó el análisis de resultados.

Análisis por Punto de Muestreo

A continuación, se detallan los resultados obtenidos por cada punto de monitoreo.

PCM-02

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza, se registró una especie *Akodon mollis* perteneciente a la familia Cricetidae del orden Rodentia. En este punto de muestreo los quirópteros no se hicieron presentes. La riqueza total se indica en la siguiente tabla.

Tabla 6-88 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PCM-02

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	Nativo	N/A	LC	LC
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

En cuanto a la abundancia, para la especie registrada en el punto de monitoreo PCM-02 se contabilizó un total de cuatro individuos. En Tabla 6-89 se detallan los valores porcentuales para la especie.

Tabla 6-89 Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto de Muestreo PCM-02

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	4	100 %

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice de Diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon presenta un valor $H' = 0$ bits. Si se considera un rango entre 0 y 4 bits para muestras pequeñas (Margalef, 1972), la comunidad de mastofauna en el área muestreada caería dentro del tercio más bajo ($< 1,33$ bits) sugiriendo una condición de diversidad baja. Estos valores son representativos, ya que solo se registró una sola especie con pocos individuos.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de diversidad de Simpson otorga un valor $1-D = 0$ sugiriendo una dominancia baja para el área muestreada. Estos valores se correlacionan, ya que para el área solo se registró una especie y por la ausencia de otras especies no se determinan especies dominantes.

Tabla 6-90 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto de Muestreo PCM-02

Shannon_H	Dominance_D	Interpretación
0	0	Diversidad baja

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMM-06

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza, se registraron tres especies pertenecientes a una familia y un orden. La riqueza total se indica en la siguiente tabla.

Tabla 6-91 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-06

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Rodentia	Cricetidae	<i>Microryzomys altissimus</i>	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Microryzomys minutus</i>	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Akodon mollis</i>	Nativo	N/A	LC	LC
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

En cuanto a la abundancia, en el punto de monitoreo PMM-06 se registró un total de 16 individuos pertenecientes a tres especies, donde *Micoryzomys altissimus* es la especie mejor representada, con el 50 %. En la Tabla 6-92 se detallan los valores porcentuales de cada especie.

Tabla 6-92 Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto de Muestreo PMM-06

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Micoryzomys altissimus</i>	8	50 %
			<i>Micoryzomys minutus</i>	1	6,25 %
			<i>Akodon mollis</i>	7	43,75 %

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice de Diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon presenta un valor $H' = 0,88$ bits. Si se considera un rango entre 0 y 4 bits para muestras pequeñas (Margalef, 1972), la comunidad de mastofauna en el área muestreada caería dentro del tercio más bajo ($< 1,33$ bits) sugiriendo una condición de diversidad baja. Estos valores reflejan los pocos registros de especies y la baja abundancia.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson es igual a 0,44 sugiriendo que el área presenta una dominancia baja. Este valor se representa porque no se encontró una especie que domina totalmente en el área.

Tabla 6-93 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto de Muestreo PMM-06

Shannon_H	Dominance_D	Interpretación
0,88	0,44	Diversidad baja

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMM-01

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza, se registraron dos especies pertenecientes a una familia y un orden. En este punto de muestreo solo los roedores se hicieron presentes. La riqueza total se indica en la siguiente tabla.

Tabla 6-94 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-01

			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Sigmodon inopinatus</i>	Nativo	N/A	VU	EN
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

En cuanto a la abundancia, en el punto de monitoreo PMM-01 se registró un total de cuatro individuos pertenecientes a dos especies, donde *Sigmodon inopinatus* es la mejor representada, con el 75 %. En la Tabla 6-95 se detallan los valores porcentuales de cada especie.

Tabla 6-95 Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PMM-01

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	1	25
	Rodentia	Cricetidae	<i>Sigmodon inopinatus</i>	3	75

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice de Diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon presenta un valor $H' = 0,56$ bits. Si se considera un rango entre 0 y 4 bits para muestras pequeñas (Margalef, 1972), la comunidad de mastofauna en el área muestreada caería dentro del tercio más bajo ($< 1,33$ bits) sugiriendo una condición de diversidad baja. Esta diversidad se correlaciona con los registros obtenidos para este punto de muestreo.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson es igual a 0,62 sugiriendo que el área presenta una dominancia media. Estos resultados se correlacionan, ya que *Sigmodon inopinatus* fue la especie más dominante.

Tabla 6-96 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PMM-01

1,33	0,71	Diversidad baja

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

PMM-05

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza, se registraron cuatro especies pertenecientes a dos familia y dos órdenes. En este punto de muestreo los roedores y quirópteros se hicieron presentes. La riqueza total se indica en la siguiente tabla.

Tabla 6-97 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-05

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Lista Roja Ecuador
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura caudifer</i>	Nativo	N/A	LC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Microryzomys altissimus</i>	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Microryzomys minutus</i>	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Akodon mollis</i>	Nativo	N/A	LC	LC
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

En cuanto a la abundancia, en el punto de monitoreo PMM-05 se registró un total de 13 individuos pertenecientes a cuatro especies, donde *Akodon mollis* es la especie mejor representada, con el 38,46 %. En la Tabla 6-95 se detallan los valores porcentuales de cada especie.

Tabla 6-98 Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PMM-05

Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura caudifer</i>	2	15,38
	Rodentia	Cricetidae	<i>Microryzomys altissimus</i>	4	30,77
			<i>Microryzomys minutus</i>	2	15,38
			<i>Akodon mollis</i>	5	38,46

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice de Diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon presenta un valor $H' = 1,30$ bits. Si se considera un rango entre 0 y 4 bits para muestras pequeñas (Margalef, 1972), la comunidad de mastofauna en el área muestreada caería dentro del tercio más bajo ($< 1,33$ bits) sugiriendo una condición de diversidad baja. Esta diversidad se correlaciona con los registros obtenidos para este punto de muestreo, con una baja riqueza de especies y una baja abundancia para estos.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson es igual a 0,28 sugiriendo que el área presenta una dominancia baja. Estos resultados reflejan la abundancia obtenida para las especies registradas.

Tabla 6-99 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PMM-05

1,30	0,28	Diversidad baja

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PCM-01

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza, se registraron cuatro especies pertenecientes a una familia del orden Rodentia. En este punto de muestreo solo los roedores se hicieron presentes. La riqueza total se indica en la siguiente tabla.

Tabla 6-100 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PCM-01

Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Sigmodon inopinatus</i>	Nativo	N/A	VU	EN
		<i>Microryzomys altissimus</i>	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Phyllotis haggardi</i>	Endémico	N/A	LC	LC
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

En cuanto a la abundancia, en el punto de monitoreo PCM-01 se registró un total de ocho individuos pertenecientes a cuatro especies, donde *Akodon mollis* y *Microryzomys altissimus* son las especies mejores representadas con el 37,5 % cada una. En la Tabla 6-95 se detallan los valores porcentuales de cada especie.

Tabla 6-101 Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PCM-01

Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	3	37,5
			<i>Sigmodon inopinatus</i>	1	12,5

Estudio de Impacto Ambiental del Área Operativa del Proyecto Minero Loma Larga conformado por las Áreas Mineras Cerro Casco (Código 101580), Río Falso (Código 101577) y Cristal (Código 102195) para las Fases de Explotación y Beneficio de Minerales Metálicos bajo el Régimen de Gran Minería

			<i>Microryzomys altissimus</i>	3	37,5
			<i>Phyllotis haggardi</i>	1	12,5

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice de Diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon presenta un valor $H' = 1,25$ bits. Si se considera un rango entre 0 y 4 bits para muestras pequeñas (Margalef, 1972), la comunidad de mastofauna en el área muestreada caería dentro del tercio más bajo ($< 1,33$ bits) sugiriendo una condición de diversidad baja. Esta diversidad se correlaciona con los registros obtenidos para este punto de muestreo, con una baja riqueza de especies y una baja abundancia para estos.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson es igual a 0,31 sugiriendo que el área presenta una dominancia baja. Estos resultados reflejan la abundancia obtenida para las especies registradas, ya que dos especies se muestran como especies dominantes.

Tabla 6-102 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PCM-01

1,25	0,31	Diversidad baja

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

PMM-02

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza, en este punto de muestreo se registró una sola especie *Akodon mollis* perteneciente a la familia Cricetidae y al orden Rodentia. La riqueza total se indica en la siguiente tabla.

Tabla 6-103 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-02

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	Nativo	N/A	LC	LC
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

En cuanto a la abundancia, en el punto de monitoreo PMH-02 se registró un total de tres individuos de *Akodon mollis* que representan el 100 %. En la Tabla 6-95 se detallan los valores porcentuales de cada especie.

Tabla 6-104 Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PMM-02

Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	3	100

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice de Diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon presenta un valor $H' = 0$ bits. Si se considera un rango entre 0 y 4 bits para muestras pequeñas (Margalef, 1972), la comunidad de mastofauna en el área muestreada caería dentro del tercio más bajo ($< 1,33$ bits) sugiriendo una condición de diversidad baja. Esta diversidad se correlaciona con los registros obtenidos para este punto de muestreo, ya que presenta una baja diversidad por solo estar representada por una especie.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson es igual a 0 sugiriendo que el área presenta una dominancia baja. Estos resultados reflejan la abundancia obtenida para la especie registrada, ya que por representarse por una sola especie no se muestra una dominancia.

Tabla 6-105 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PMM-02

0	0	-

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMM-03

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza, en este punto de muestreo se registró cuatro especies pertenecientes a dos familias y a dos órdenes. La riqueza total se indica en la siguiente tabla.

Tabla 6-106 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-03

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Lista Roja Ecuador
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura caudifer</i>	Nativo	N/A	LC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Microryzomys altissimus</i>	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Microryzomys minutus</i>	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Akodon mollis</i>	Nativo	N/A	LC	LC
Paucituberculata	Caenolestidae	<i>Caenolestes caniventer</i>	Nativo	N/A	NT	VU
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						
N/A: No aplica						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

En cuanto a la abundancia, en el punto de monitoreo PMM-03 se registró un total de 11 individuos pertenecientes a cinco especies, siendo *Anoura caudifer* la especie representada, con seis individuos que constituyen el 54,55 %. En la Tabla 6-95 se detallan los valores porcentuales de cada especie.

Tabla 6-107 Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PMM-03

Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura caudifer</i>	6	54,55
	Rodentia	Cricetidae	<i>Microryzomys altissimus</i>	1	9,09
			<i>Microryzomys minutus</i>	2	18,18
			<i>Akodon mollis</i>	1	9,09
	Paucituberculata	Caenolestidae	<i>Caenolestes fuliginosus</i>	1	9,09

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice de Diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon presenta un valor $H' = 1,29$ bits. Si se considera un rango entre 0 y 4 bits para muestras pequeñas (Margalef, 1972), la comunidad de mastofauna en el área muestreada caería dentro del tercio más bajo ($< 1,33$ bits) sugiriendo una condición de diversidad baja. Esta diversidad se correlaciona con los registros de especies obtenidas para este punto de muestreo.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson es igual a 0,64 sugiriendo que el área presenta una dominancia alta. Estos resultados reflejan la abundancia obtenida para la especie *Anoura caudifer*, que representa una dominancia sobre las otras especies.

Tabla 6-108 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PMM-03

1,29	0,64	Diversidad baja

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

PMM-04

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza, en este punto de muestreo se registró dos especies pertenecientes a una familia y un orden. La riqueza total se indica en la siguiente tabla.

Tabla 6-109 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo PMM-04

Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Lista Roja Ecuador
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	Nativo	N/A	LC	LC
		<i>Microryzomys altissimus</i>	Nativo	N/A	LC	LC
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						

Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
N/A: No aplica

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

En cuanto a la abundancia, en el punto de monitoreo PMM-04 se registró un total de cinco individuos pertenecientes a dos especies, siendo *Microryzomys altissimus* la especie mejor representada, con tres individuos que constituyen el 60 %. En la Tabla 6-95 se detallan los valores porcentuales de cada especie.

Tabla 6-110 Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto PMM-04

Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	2	40 %
			<i>Microryzomys altissimus</i>	3	60 %

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice de Diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon presenta un valor $H' = 0,67$ bits. Si se considera un rango entre 0 y 4 bits para muestras pequeñas (Margalef, 1972), la comunidad de mastofauna en el área muestreada caería dentro del tercio más bajo ($< 1,33$ bits) sugiriendo una condición de diversidad baja. Esta diversidad se correlaciona con los registros de especies obtenidas para este punto de muestreo, ya que fueron dos especies registradas para el punto de muestreo.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de diversidad de Simpson otorga un valor $1-D = 0,48$ sugiriendo que el área presenta una dominancia baja. Estos resultados se reflejan a la abundancia obtenida para las especies registrada, las cuales no son dominantes para el punto de muestreo.

Tabla 6-111 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas dentro del Punto PMM-04

Shannon_H	Dominance_D	Interpretación
0,67	0,48	Diversidad baja

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Aspectos Ecológicos

Gremio Alimenticio

El gremio alimenticio más representativo es el de los omnívoros, con el 50 %; seguido por los herbívoros, que representan el 25 %; mientras que los nectarívoros, insectívoros y carnívoros representan el 8,33 % cada uno.

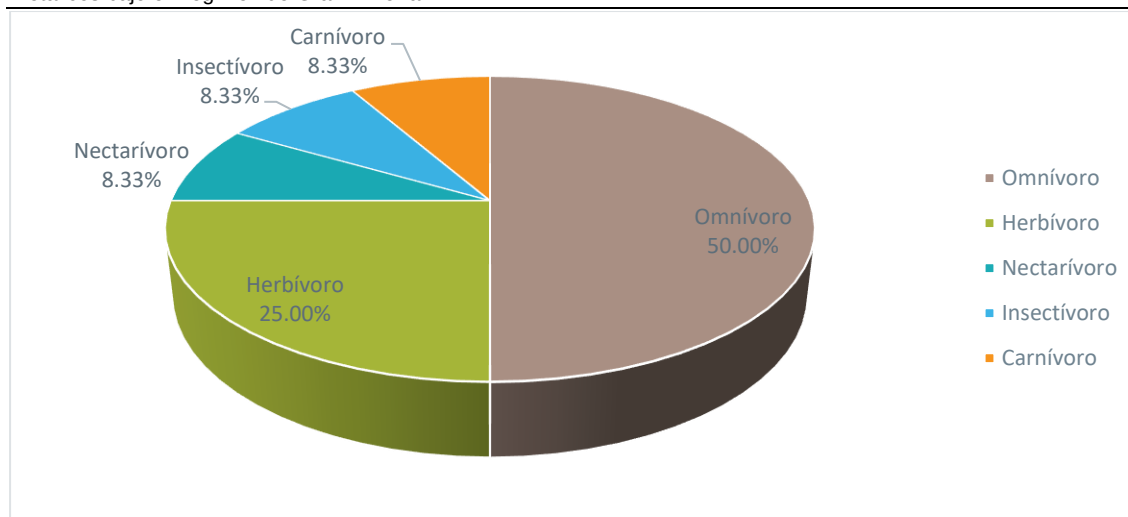


Figura 6-96 Gremio Trófico de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Hábito

En cuanto al hábito, las especies nocturnas fueron las mejor representadas, con el 70 %; las especies de hábito diurno-nocturno representaron 16,67 %; mientras que solo *Odocoileus virginianus* representa el 8,33 % como especie con hábitos diurnos.

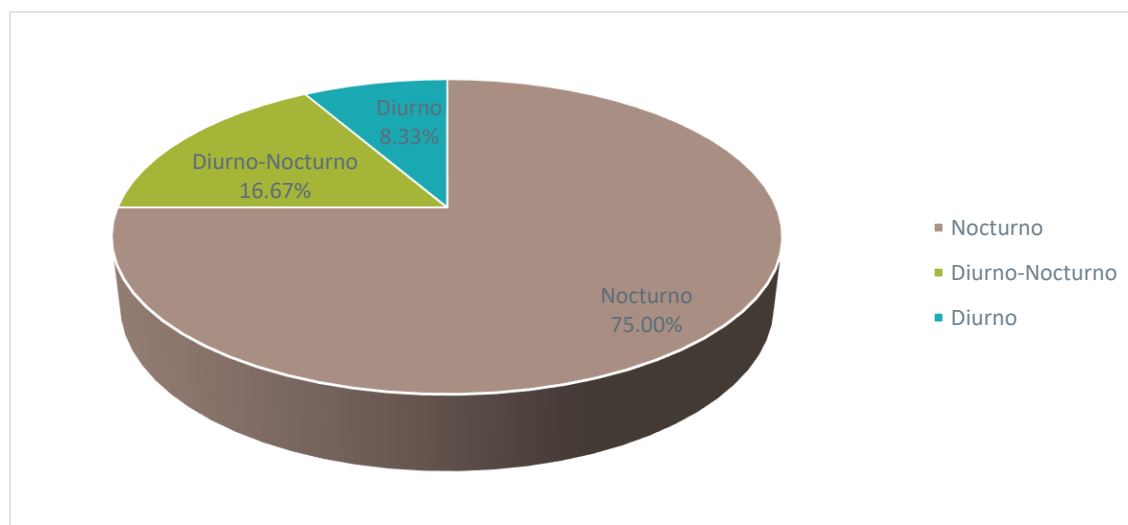


Figura 6-97 Hábito de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Locomoción

En el área muestreada del proyecto Loma Larga, en cuanto a la locomoción, las especies terrestres fueron las mejor representadas, con el 91,67 %; seguidas por *Anoura caudifer* como la única especie aérea representando el 8,33 %.

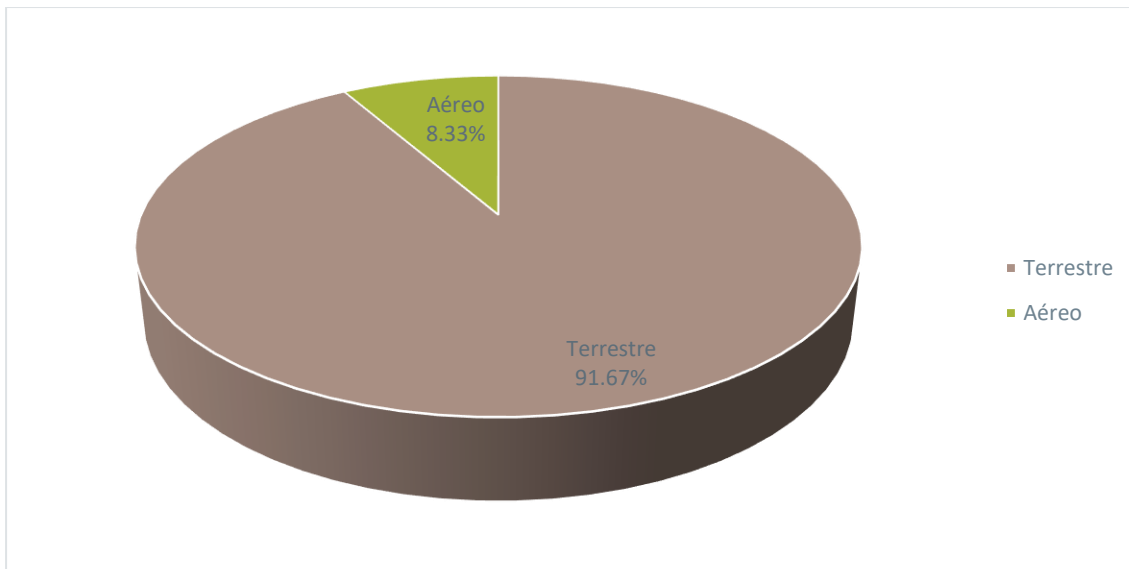


Figura 6-98 Locomoción de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre - diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Sociabilidad

El 83,33 % de especies presentan una sociabilidad solitaria, mientras que el 16,67 % representan a las especies gregarias.

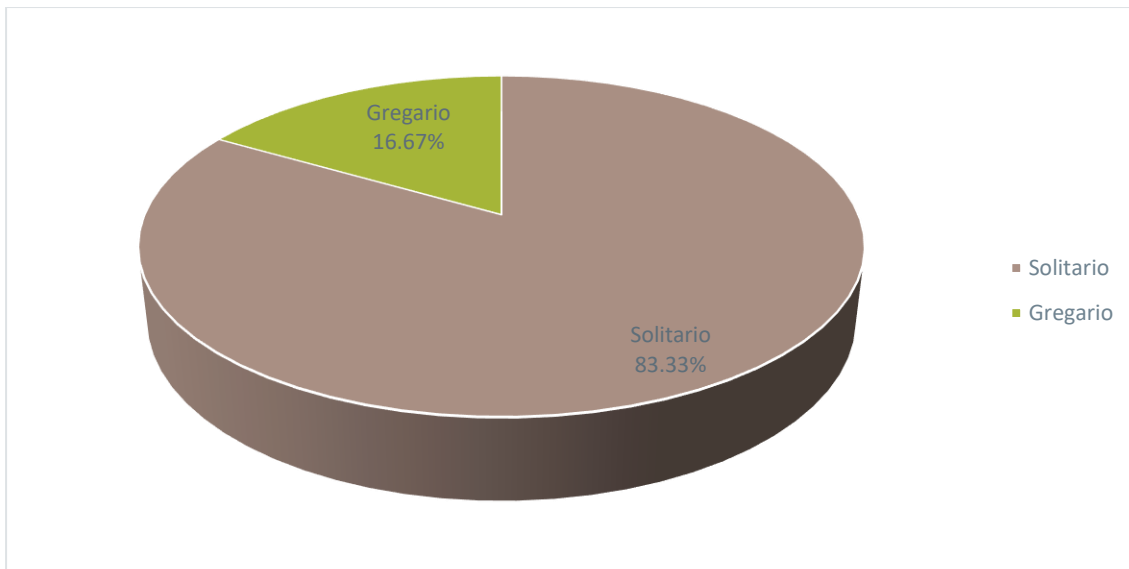


Figura 6-99 Sociabilidad de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Estado de Conservación

De acuerdo con la evaluación a nivel global desarrollada por la UICN (2021), una especie *Caenolestes caniventer* ha sido reportada con la categoría de Casi Amenazada (NT); una especie *Sigmodon inopinatus*

consta en categoría de Vulnerable (VU) y una especie *Sylvilagus andinus* consta en categoría Datos insuficientes (DD); mientras que las otras especies se evalúan en la categoría de Preocupación menor (LC).

En función de la Lista Roja para el Ecuador Tirira (2021), se reportan dos especies *Caenolestes caniventer* y *Lycalopex culpaeus* en la categoría de Vulnerable (VU); tres especies *Cryptotis montivagus*, *Odocoileus virginianus* y *Sylvilagus andinus* constan en la categoría de Casi amenazado (NT); una especie *Sigmodon inopinatus* en categoría En peligro (EN); mientras que el resto de las especies constan en la categoría Preocupación menor (LC). En cuanto a la categoría de CITES, ninguna especie consta en los apéndices.

Tabla 6-112 Estado de Conservación Local y Regional de las Especies de Mamíferos Registradas del Proyecto Minero Loma Larga

Taxonomía			Estado de Conservación			
Orden	Familia	Especie	Origen de la Especie	UICN (2020)	CITES (2019)	L. Roja Ecuador (Bioweb)
Paucituberculata	Caenolestidae	<i>Caenolestes caniventer</i>	Nativo	NT	N/A	VU
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	Nativo	LC	N/A	LC
		<i>Microryzomys altissimus</i>	Nativo	LC	N/A	LC
		<i>Microryzomys minutus</i>	Nativo	LC	N/A	LC
		<i>Sigmodon inopinatus</i>	Endémico	VU	N/A	EN
		<i>Phyllotis haggardi</i>	Endémico	LC	N/A	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura caudifer</i>	Nativo	LC	N/A	LC
Eulipotyphla	Soricidae	<i>Cryptotis montivagus</i>	Endémico	LC	N/A	NT
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Nativo	LC	N/A	NT
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>	Endémico	DD	N/A	NT
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Nativo	LC	N/A	LC
	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	LC	N/A	VU
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;						
Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR); CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

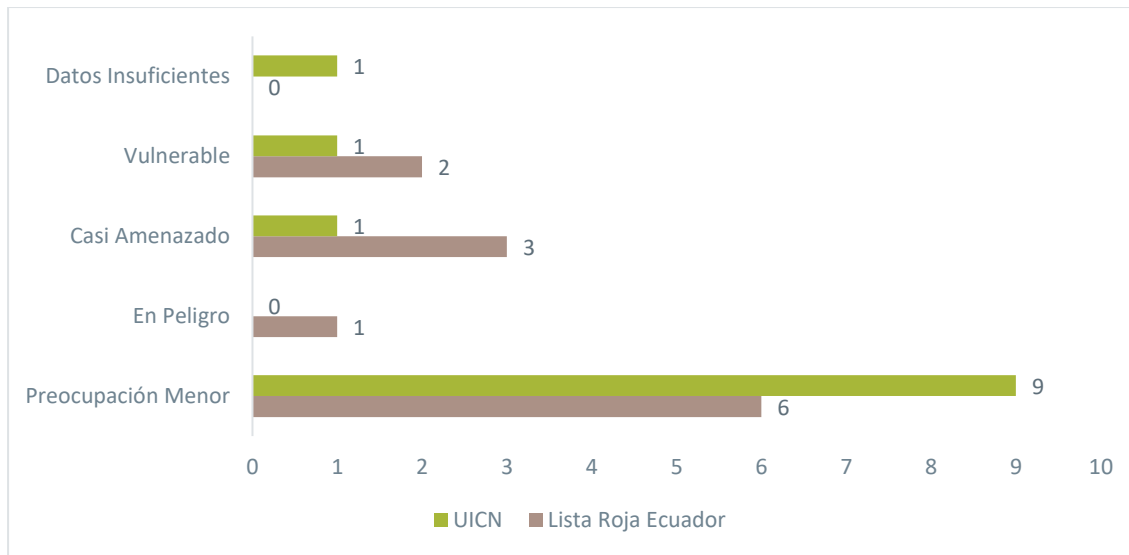


Figura 6-100 Número de Especies por Categoría de Amenaza Evaluadas Local y Regionalmente en el Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Sensibilidad y endemismo

En el presente estudio se registró cuatro especies de mamíferos endémicos para el Ecuador. En la siguiente tabla se detallan las especies registradas.

Así también en el área muestreada del proyecto Loma Larga, se registraron seis especies con sensibilidad Baja (50 %), cuatro especies con sensibilidad Media (33,33 %) y dos especies representan el 16,67 % con sensibilidad Alta.

Tabla 6-113 Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Área del Proyecto Loma Larga

Especie	Estado de Conservación				Sensibilidad
	Origen de la Especie	UICN (2020)	CITES (2019)	L. Roja Ecuador (Bioweb)	
<i>Caenolestes caniventer</i>	Nativo	NT	N/A	VU	Media
<i>Akodon mollis</i>	Nativo	LC	N/A	LC	Baja
<i>Microryzomys altissimus</i>	Nativo	LC	N/A	LC	Baja
<i>Microryzomys minutus</i>	Nativo	LC	N/A	LC	Baja
<i>Sigmodon inopinatus</i>	Endémico	VU	N/A	EN	Alta
<i>Phyllotis haggardi</i>	Endémico	LC	N/A	LC	Baja
<i>Anoura caudifer</i>	Nativo	LC	N/A	LC	Baja
<i>Cryptotis montivagus</i>	Endémico	LC	N/A	NT	Media
<i>Odocoileus virginianus</i>	Nativo	LC	N/A	NT	Media
<i>Sylvilagus andinus</i>	Endémico	DD	N/A	NT	Media
<i>Conepatus semistriatus</i>	Nativo	LC	N/A	LC	Baja
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	LC	N/A	VU	Alta

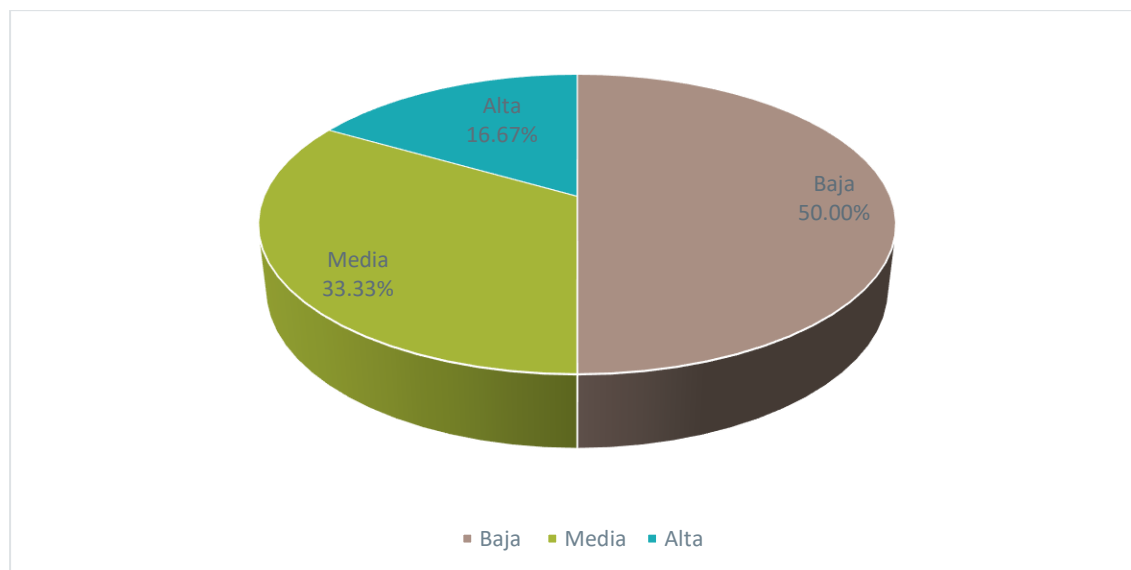


Figura 6-101 Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Área del Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Uso del Recurso

En el presente estudio no se registraron especies que sean utilizados como recursos para el ser humano.

Comparación con Estudios Anteriores

En los diferentes monitoreos para el proyecto minero Loma Larga se ha registrado un total de 29 especies de mamíferos. En el actual estudio se registró un total de 12 especies de mamíferos, de los cuales cuatro especies se registraron por primera vez para el área en cuestión, entre las que están: *Caenolestes caniventer*, *Microryzomys minutus*, *Sigmodon inopinatus* y *Anoura caudifer*. En la siguiente tabla se muestra la comparación realizada en estos puntos de muestreo.

Tabla 6-114 Comparación de la Riqueza de Especies en los Diferentes Monitoreos en el Proyecto Loma Larga

Orden	Familia	Especie	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	dic-16	dic-17	feb-18	ago-18	dic-19	dic-20
Paucituberculata	Caenolestidae	<i>Caenolestes caniventer</i>													X
		<i>Caenolestes fuliginosus</i>	X	X											
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	X	X		X		X							
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
		<i>Desmodus rotundus</i>											X		

Orden	Familia	Especie	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	dic-16	dic-17	feb-18	ago-18	dic-19	dic-20
		<i>Microryzomys altissimus</i>		X		X		X	X	X	X	X		X	X
		<i>Microryzomys minutus</i>													X
		<i>Nephelomys albigularis</i>		X		X									
		<i>Sigmodon inopinatus</i>													X
		<i>Thomasomys aureus</i>										X			
		<i>Thomasomys baeops</i>	X	X											
		<i>Thomasomys caudivarius</i>	X	X											
		<i>Phyllotis haggardi</i>	X	X							X	X	X	X	X
		<i>Phyllotis andium</i>	X	X											
	Erethizontidae	<i>Coendou quichua</i>				X		X							
		<i>Coendou rufescens</i>		X								X	X		
	Cuniculidae	<i>Cuniculus taczanowskii</i>		X		X									
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura caudifer</i>													X
		<i>Sturnira bogotensis</i>											X		
		<i>Sturnira erythromos</i>											X		
	Vespertilionidae	<i>Myotis oxyotus</i>											X		
Eulipotyphla	Soricidae	<i>Cryptotis montivagus</i>		X		X		X	X	X	X	X			X
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		<i>Mazama rufina</i>	X	X									X		
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>		X	X	X	X	X	X						X
	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Orden	Familia	Especie	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	dic-16	dic-17	feb-18	ago-18	dic-19	dic-20
	Mustelidae	<i>Neogale frenata</i>		X		X		X	X				X		
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	X	X											
Total			8	19	4	12	4	10	8	6	7	9	12	6	12

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Discusión

En el presente estudio se levanta una línea base de mamíferos para el proyecto minero Loma Larga donde se incluye varios estudios previos desde el 2009. Así se acumula un total de 29 especies de mamíferos pertenecientes a 14 familias y ocho órdenes. En el presente estudio se reporta un total de 12 especies de mamíferos para el proyecto minero Loma Larga, al que actualmente se añaden cuatro nuevos registros.

De esta manera, en el actual monitoreo el número total de mamíferos registrados para proyecto minero Loma Larga representa el 2,63 % de los mamíferos presentes en el Ecuador (Tirira et al., 2021). Así también se representa el 16,63 % de los mamíferos presentes para el piso zoogeográfico altoandino. En cuanto a la curva de acumulación, esta no llega a su asíntota y según los estimadores Chao 1 y 2 los resultados reflejan especies por ser registradas; sin embargo, aunque los páramos son diversos en una gran escala por área, cuando son evaluados a pequeñas escalas la dinámica en su diversidad de especies tiende a ser baja (Lambi y Cuesta, 2014), es así que los resultados se corroboran también con los índices de diversidad para Shannon y Simpson que muestran una diversidad baja para todo el proyecto minero Loma Larga.

En el presente estudio las especies pertenecientes al orden Rodentia fueron las más comunes y dominantes debido a que la mayoría de las especies registradas pertenecen al grupo de los pequeños mamíferos no voladores, los cuales se encuentran bien representados en la cordillera de los Andes (Carleton y Musser, 2005; Patton et al., 2015) debido a que cumplen un rol ecológico importante en los procesos de sucesión y regeneración de los bosques. Así la especie *Akodon mollis* fue la más dominante y abundante para todo el proyecto minero Loma Larga, estos resultados se correlacionan con la presencia de ciertos carnívoros, ya que los pequeños mamíferos no voladores en este piso son abundantes, pues sirven como base de la cadena trófica (Solari et al., 2011).

En cuanto a los puntos de muestreo, todos presentaron diversidad baja. Sin embargo, el punto PMM-05 fue el que registró una mayor cantidad de especies (siete) con métodos cuantitativos y cualitativos. Así también el punto de muestreo con menor cantidad de especies fue el PMM-02, siendo *Akodon mollis* la especie representativa. Dicho punto registró poca cobertura vegetal, por efecto de un incendio antiguo dado en la zona a diferencia del PMM-05, el cual tenía mayor cantidad de microhábitats y recursos por la morfología física del área donde se encontraba.

Así también, en el presente estudio se registraron cuatro especies endémicas que representan el 7,69 % de las especies endémicas reportadas para el Ecuador (Tirira et al., 2021). En cuanto a la categoría de amenaza entre la Lista Roja para Ecuador y UICN, seis especies están amenazadas, lo que indica que toda el área muestreada del proyecto Loma Larga, es un área que alberga especies de gran importancia. Sin embargo, realizando una comparación con los anteriores estudios, en este estudio se registró por primera vez a *Sigmodon inopinatus*.

Los páramos se encuentran por encima de los 3500 msnm aproximadamente. Estos ambientes poseen un suelo rico en nutrientes, son importantes reservorios de carbono y de agua. Esto favorece el desarrollo de

múltiples especies. Sin embargo, también es un lugar adverso, debido a sus fuertes cambios de temperatura, su alta radiación solar y bajo nivel de oxígeno (Camacho, 2014). Es en este caso donde la cobertura vegetal encontrada en el sitio de Loma Larga es de gran importancia pues genera refugios para el desarrollo de micromamíferos (Villareal, 2019). Los extensos pajonales generan microclimas donde la temperatura no varía tanto, y la radiación tampoco llega a ser tan fuerte (Ramsay, 2001), además de protegerlos frente a posibles depredadores. Estos pajonales son los que generan microclimas distintos, pues la temperatura dentro de cada pajonal será diferente, dependiendo de su densidad de follaje entre otros posibles factores (Ramsay, 2001). Las condiciones adversas generan un ambiente de baja diversidad comparándolo con los ecosistemas Andinos más bajos (Pettersson et al., 1998; Ferro, 2013), pero los microclimas son factores importantes que promueven la adaptación y por ende la diversidad. Fierro (2013) señala que por sobre los 3500 m se produce un elevado pico en el recambio de especies. Lo que representa que las comunidades de micromamíferos que habitan en los páramos si bien no son tan diversas, son completamente diferentes a las que se encuentran en altitudes menores, lo que demuestra la importancia de esta localidad, pues tanto la flora como la fauna del páramo no se encuentran fácilmente en otros ecosistemas. Además, que, al ser ambientes muy elevados, cada montaña produce un fenómeno de endemismo parecido a las islas, pues para los micromamíferos con un rango de dispersión menor, es difícil poder movilizarse de una montaña a otra (Anthelme et al., 2014).

El estudio de esta localidad es muy importante, ya que los páramos son muy susceptibles al cambio climático, la flora se mantiene en una estratificación establecida en base a la temperatura, por lo que en un escenario de calentamiento global la diversidad y formas de crecimiento de las plantas podrían cambiar y disminuir (Duchicela et al., 2022) afectando a los animales que habitan allí, al depender tanto de la flora del lugar, no solo como fuentes de alimento sino también como refugios frente a las difíciles condiciones de vida (Villareal, 2019).

6.2.5.2.3 Herpetofauna

A continuación, se muestran los resultados del componente herpetofauna hallados durante la fase de campo levantada para el presente estudio.

Análisis General

Riqueza

En los 15 puntos de monitoreo se registraron 307 individuos (286 anfibios y 21 reptiles). Los anfibios encontrados pertenecieron a nueve especies de tres familias diferentes y a un orden. En el caso de los reptiles, los individuos registrados fueron de dos especies, dos familias y un orden.

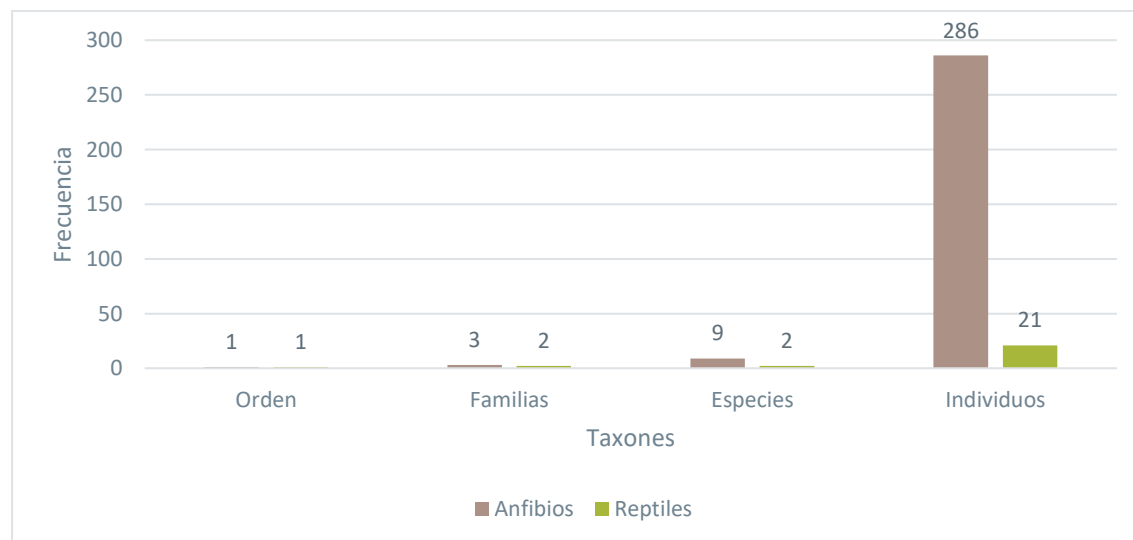


Figura 6-102 Diversidad General de Herpetofauna en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

La familia más abundante de anfibios fue Strabomantidae, con siete especies; seguida de Centrolenidae y Hemiphractidae, con una especie cada una. Para reptiles, las familias Gymnophthalmidae e Iguanidae: Tropidurinae contaron con una especie cada una.

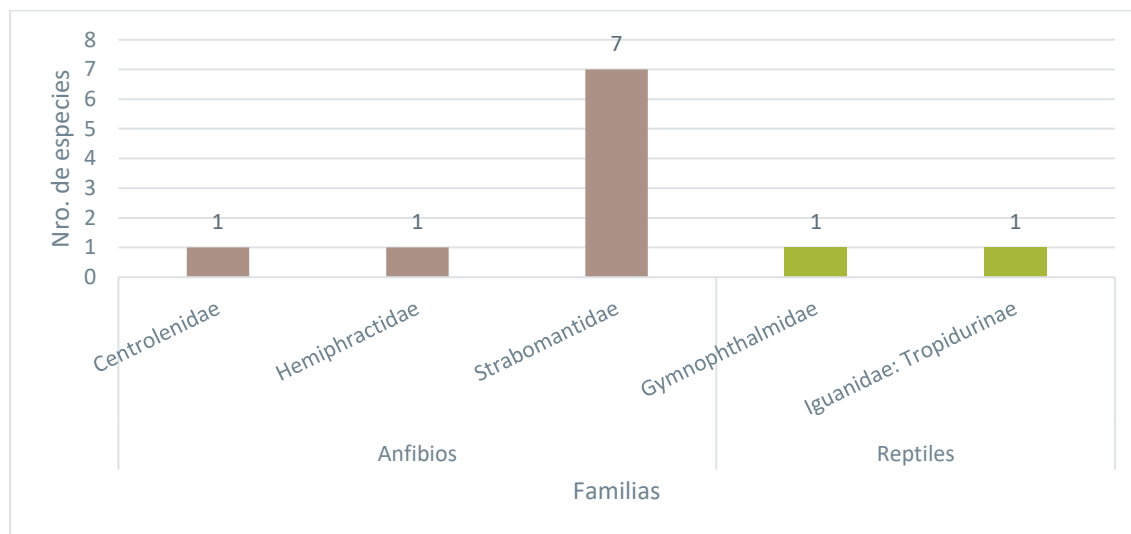


Figura 6-103 Número de Especies por Familia de Herpetofauna Registradas en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación de Especies

De acuerdo con los datos generados en la presente línea base, dentro del punto de estudio se registraron 11 especies de herpetofauna mediante métodos cuantitativos (ocho transectos) y cualitativos (siete transectos). Se utilizaron los datos de ambos métodos para obtener mayor representatividad.

El valor calculado de Chao 2 sugiere una riqueza total de 11,93 especies, es decir que durante el monitoreo actual se logró registrar el 92,20 % de la riqueza estimada. Aparentemente, es necesario aplicar un mayor esfuerzo de monitoreo, aunque se esté empezando a llegar al inicio de la asíntota.

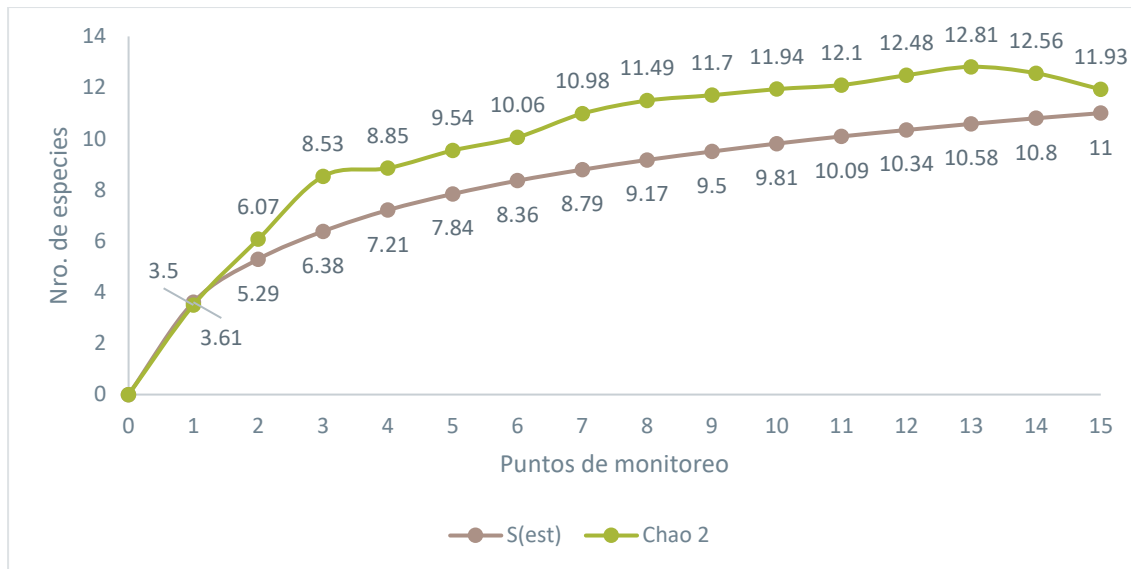


Figura 6-104 Curva de Acumulación de Especies en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis Cualitativo

Riqueza General

Durante el muestreo cualitativo fue posible observar e identificar cinco especies de herpetofauna, las cuales se encuentran divididas de la siguiente manera:

Se registraron cuatro especies de anfibios correspondiente al orden Anura y a las familias Strabomantidae y Hemiphractidae. Mientras que la única especie de reptil reportada corresponde al orden Squamata: Sauria, de la familia Gymnophthalmidae.

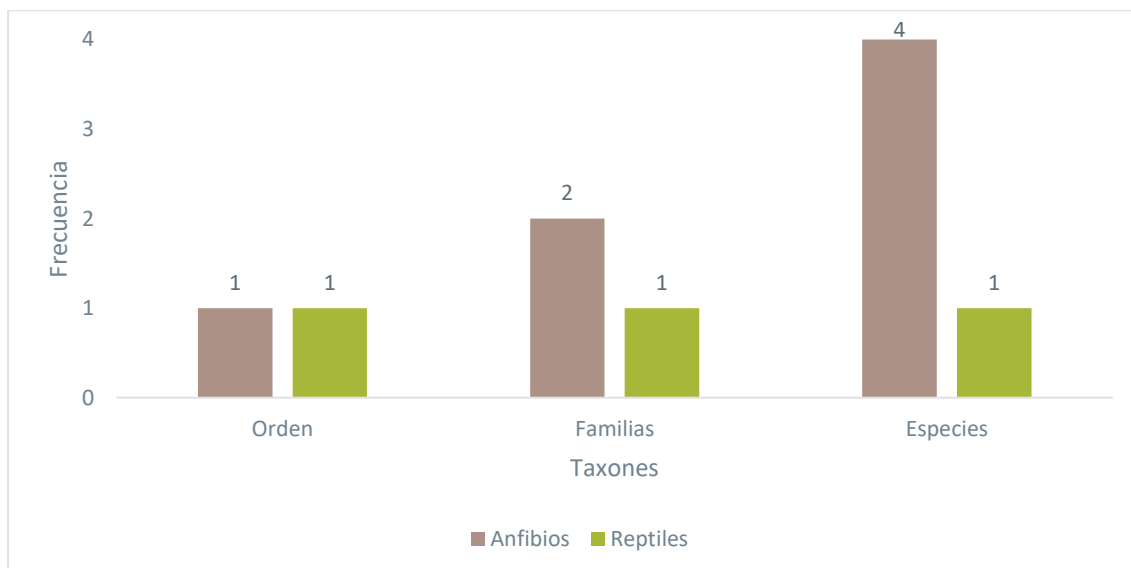


Figura 6-105 Diversidad de Herpetofauna en los Puntos Cualitativos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

La familia Strabomantidae presentó la mayor riqueza, con tres especies. La familia de anfibios Hemiphractidae registró una especie. La familia de lagartijas Gymnophthalmidae también registró solo una especie.

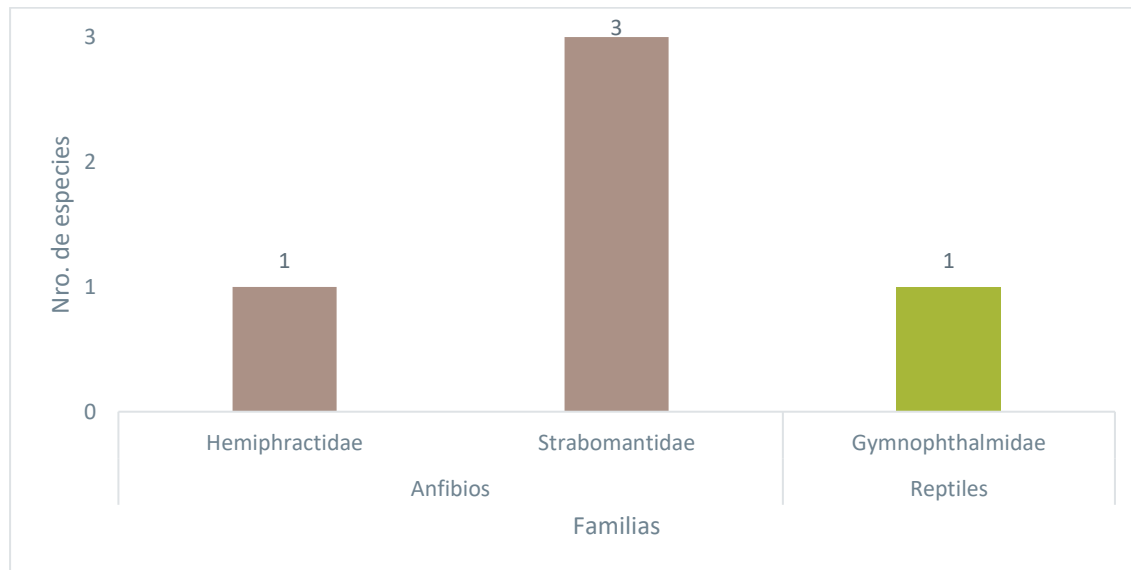


Figura 6-106 Riqueza por Familia de Herpetofauna en los Puntos Cualitativos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Cuatro especies de anfibios fueron registradas en los puntos cualitativos: *P. achatinus* de la familia Strabomantidae e *Hyloscirtus alytolylax* de la familia Hylidae. Las dos especies restantes corresponden a renacuajos de dos familias diferentes: Hylidae y Centrolenidae. A pesar de que no se pudo determinar la especie de los renacuajos, fueron integrados en los análisis de riqueza tanto general como de los puntos cualitativos.

En el caso de reptiles, se registró solamente una especie: *Chironius exoletus*.

Tabla 6-115 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en los Puntos Cualitativos

Clase	Orden	Familia	Especie
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>
		Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5
			<i>Pristimantis lutzae</i>
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación e Índice Chao 2

La riqueza observada ($n = 5$) es igual a la estimada por Chao 2 ($n = 5$). Esto sugiere que no es necesario emplear un mayor esfuerzo de muestreo en los puntos cualitativos. Sin embargo, se puede apreciar que aún no se alcanza la asíntota en la curva de acumulación de especies, por lo que se esperaba registrar nuevas especies en esta área muestreada del proyecto Loma Larga.

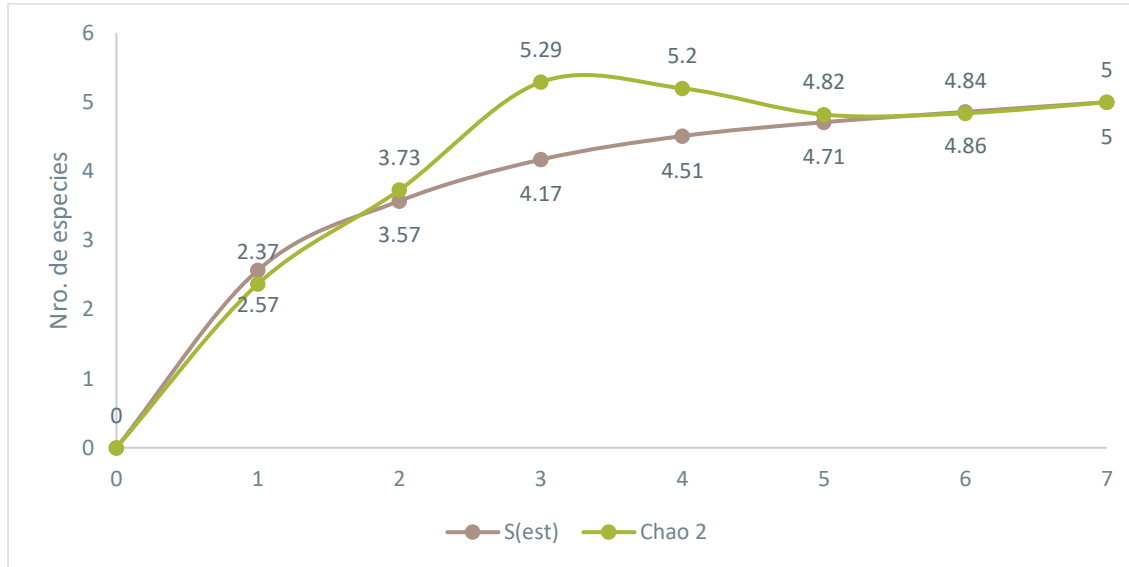


Figura 6-107 Curva de Acumulación de Especies y Estimador Chao 2 en los Puntos Cualitativos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis Cualitativo por Punto de Muestreo

PCOH-01

Riqueza

En el punto cualitativo PCOH-01 se registró a dos especies de anfibios de la familia Strabomantidae. No se registró ningún reptil.

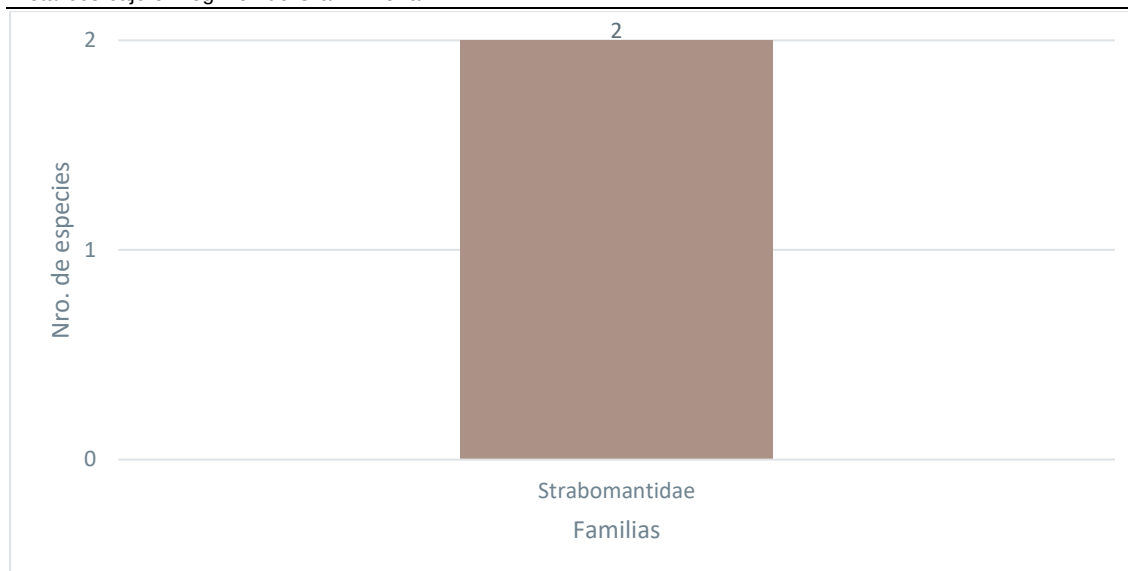


Figura 6-108 Diversidad de Herpetofauna en PCOH-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Las especies de anfibios registradas fueron *P. grp. orestes* sp. 4 y *P. lutzae*.

Tabla 6-116 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PCOH-01

Clase	Orden	Familia	Especie
Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4
			<i>Pristimantis</i> <i>lutzae</i>

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

PMOH-01

Riqueza

En el punto cualitativo PMOH-01 se registró dos especies de anfibios de la familia Strabomantidae y una de la familia Hemiphractidae. No se registró ningún reptil.

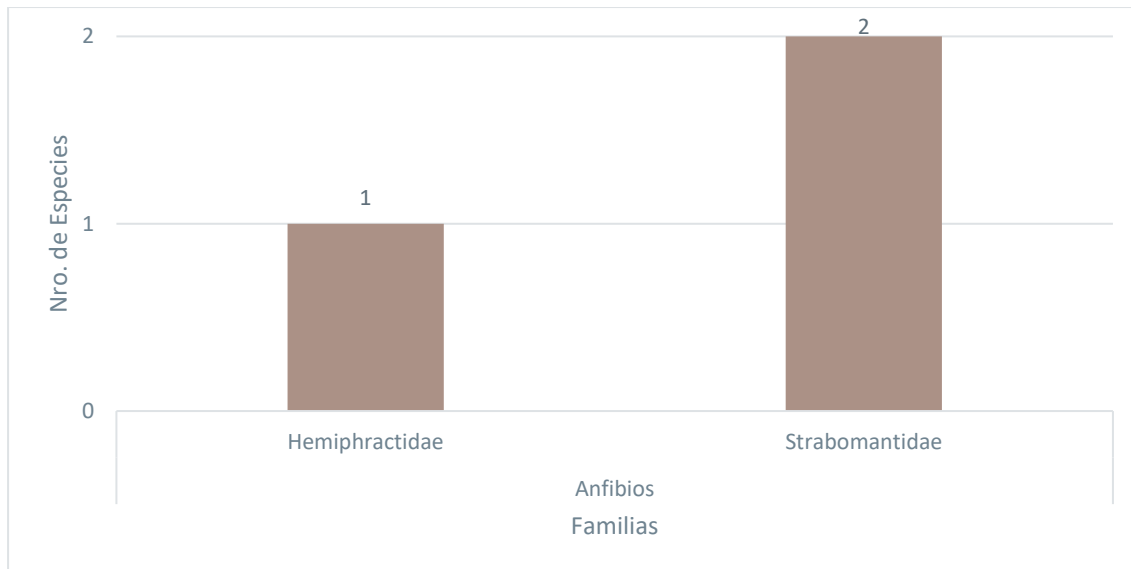


Figura 6-109 Diversidad de Herpetofauna en PMOH-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Las especies de anfibios registradas fueron *G. pseustes*, *P. grp. orestes* sp. 5 y *P. lutzae*.

Tabla 6-117 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-01

Clase	Orden	Familia	Especie
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>
		Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5
			<i>Pristimantis lutzae</i>

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMOH-02

Riqueza

En el punto cualitativo PMOH-02 se registró una especie de anfibio de la familia Strabomantidae. No se registró ningún reptil.

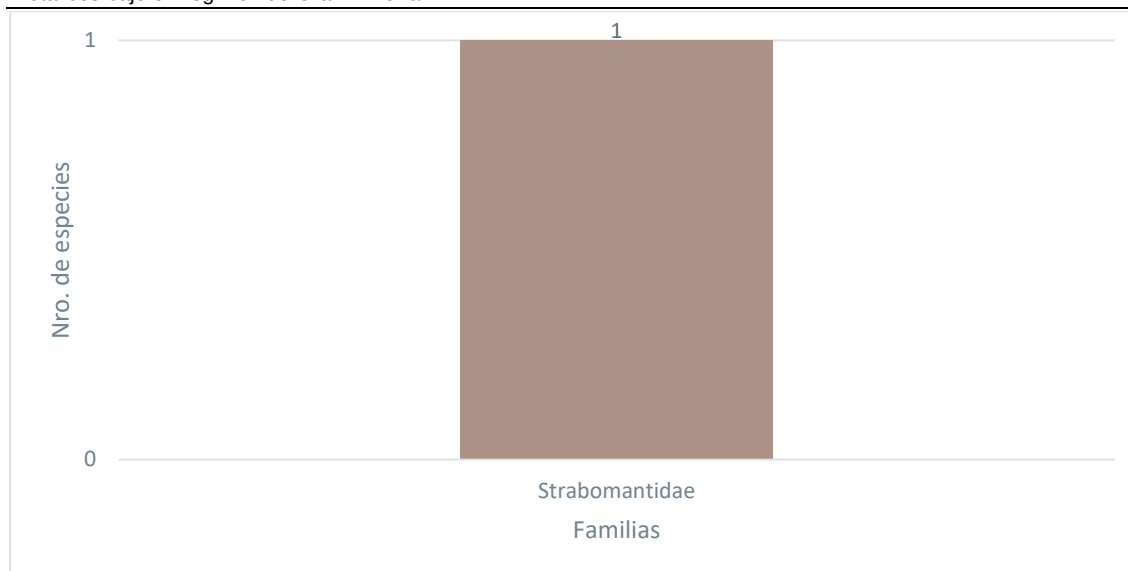


Figura 6-110 Diversidad de Herpetofauna en PMOH-02

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

La especie de anfibio registrada fue *P. lutzae*.

Tabla 6-118 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-02

Clase	Orden	Familia	Especie
Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis lutzae</i>

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

PMOH-03

Riqueza

En el punto cualitativo PMOH-03 se registró tres especies de anfibios: dos de la familia Strabomantidae y uno de la familia Hemiphractidae. En el caso de reptiles, se registró una especie de la familia Gymnophthalmidae.

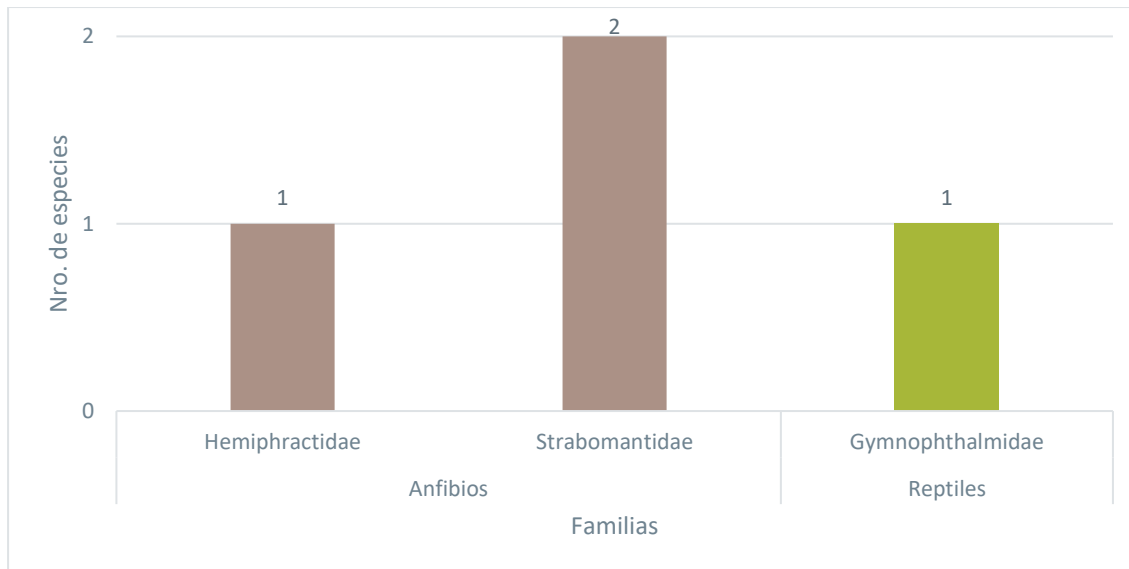


Figura 6-111 Diversidad de Herpetofauna en PMOH-03

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Las especies de anfibios registradas fueron *G. pseustes*, *P. grp. orestes* sp. 5 y *P. lutzae*. En el caso de reptiles, se registró *P. grp. macbrydei*.

Tabla 6-119 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-03

Clase	Orden	Familia	Especie
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>
		Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5
			<i>Pristimantis lutzae</i>
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMOH-04

Riqueza

En el punto cualitativo PMOH-04 se registró a dos especies de anfibios, una de la familia Strabomantidae y una de la familia Hemiphractidae. Para reptiles se registró una especie de la familia Gymnophthalmidae.

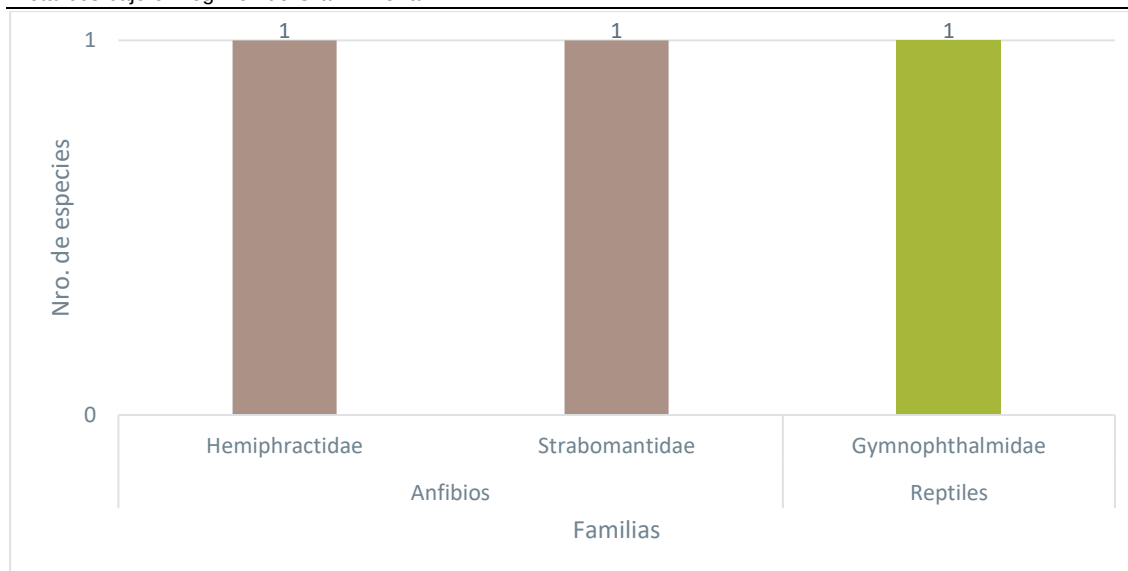


Figura 6-112 Diversidad de Herpetofauna en PMOH-04

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Las especies de anfibios registradas fueron *G. pseustes* y *P. lutzae*. El único reptil registrado es *P. grp. macbrydei*.

Tabla 6-120 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-04

Clase	Orden	Familia	Especie
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>
		Strabomantidae	<i>Pristimantis lutzae</i>
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus grp. macbrydei</i>

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMOH-05

Riqueza

En el punto cualitativo PMOH-05 se registró una especie de anfibio de la familia Strabomantidae. No se registró ningún reptil.



Figura 6-113 Diversidad de Herpetofauna en PMOH-05

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

La especie de anfibio registrada fue *P. lutzae*.

Tabla 6-121 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-05

Clase	Orden	Familia	Especie
Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis lutzae</i>

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMOH-06

Riqueza

En el punto cualitativo PMOH-06 se registró a tres especies de anfibios: dos de la familia Strabomantidae y uno de la familia Hemiphractidae. Para reptiles se registró una especie de la familia Gymnophthalmidae.

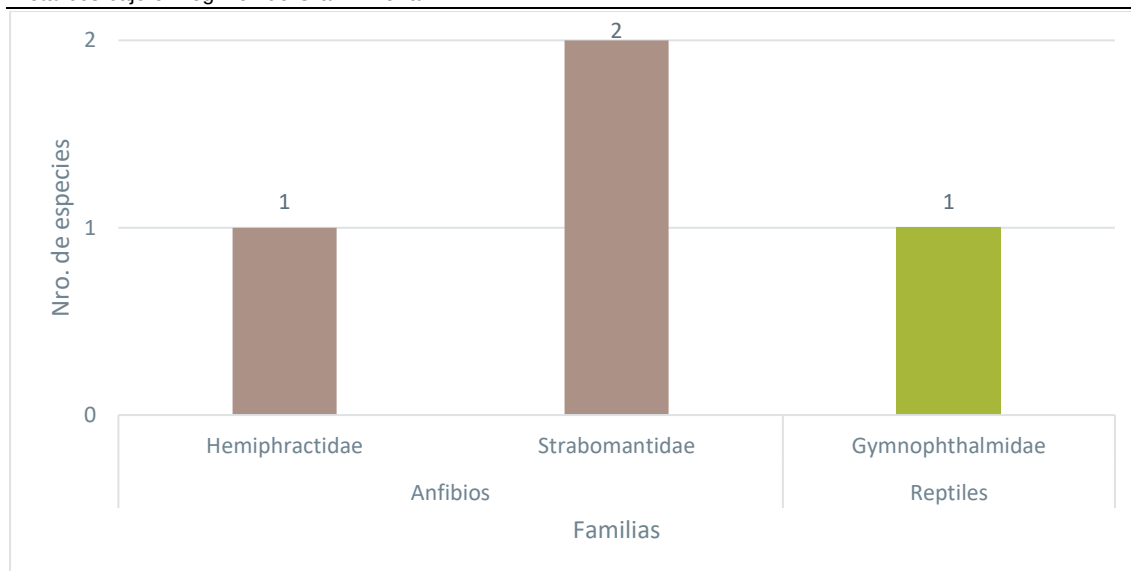


Figura 6-114 Diversidad de Herpetofauna en PMOH-06

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Las especies de anfibios registradas fueron *P. grp. orestes* sp. 4 y *P. lutzae*.

Tabla 6-122 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en PMOH-06

Clase	Orden	Familia	Especie
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>
		Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5
			<i>Pristimantis lutzae</i>
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Beta

Índice de Jaccard

El índice de Jaccard muestra que los puntos PMOH-03 y PMOH-06 comparten el 100 % de sus especies, al igual que PMOH-02 y PMOH-05. Mientras que PMH-01 y PMH-03 comparten el 83 % de sus especies. Los puntos más disímiles son PMH-02 y PCH-01.

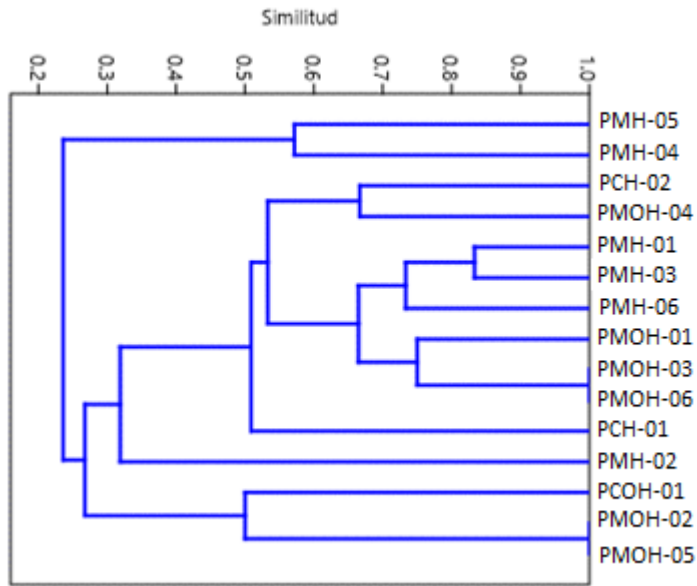


Figura 6-115 Índice de Jaccard para los Puntos de Monitoreo de Herpetofauna

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis Cuantitativo

Riqueza y Abundancia Absoluta

Durante el monitoreo realizado en los ocho puntos cuantitativos se reportó un total de 289 individuos correspondientes a 11 especies. Nueve especies corresponden a la clase Amphibia, orden Anura, y a tres familias: Centrolenidae, Hemiphractidae y Strabomantidae. En total, se registraron 271 individuos de anfibios.

Las dos especies restantes corresponden a la clase Reptilia, orden Squamata: Sauria. Los 18 individuos registrados pertenecen a dos familias: Gymnophthalmidae e Iguanidae: Tropidurinae.

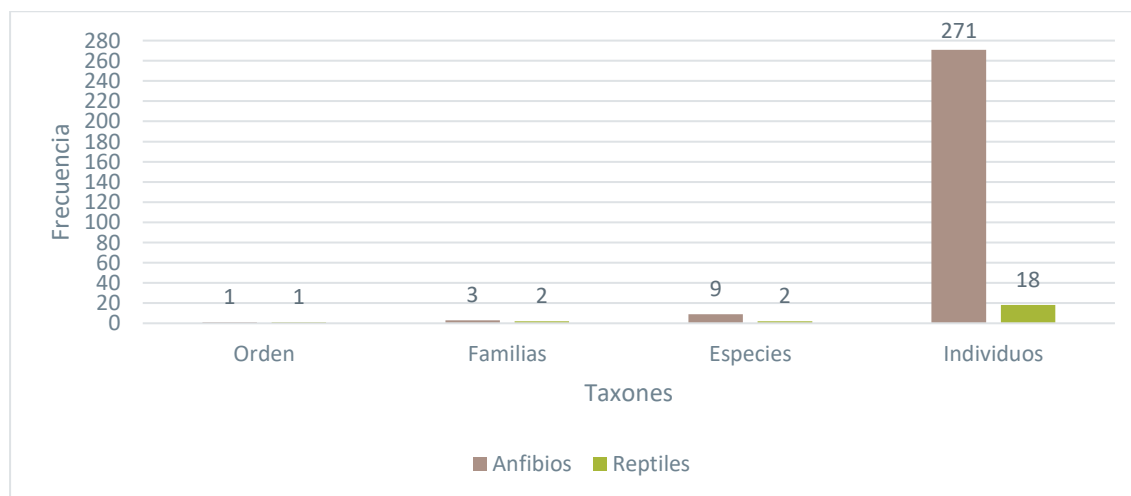


Figura 6-116 Diversidad de Herpetofauna en los Puntos Cuantitativos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

La familia de anfibios con la mayor riqueza de especies en los puntos cuantitativos fue Strabomantidae, con nueve especies; mientras que las familias Centrolenidae y Hemiphractidae contaron con una especie cada una. Para reptiles, las familias Iguanidae: Tropidurinae y Gymnophthalmidae tuvieron una especie cada una.

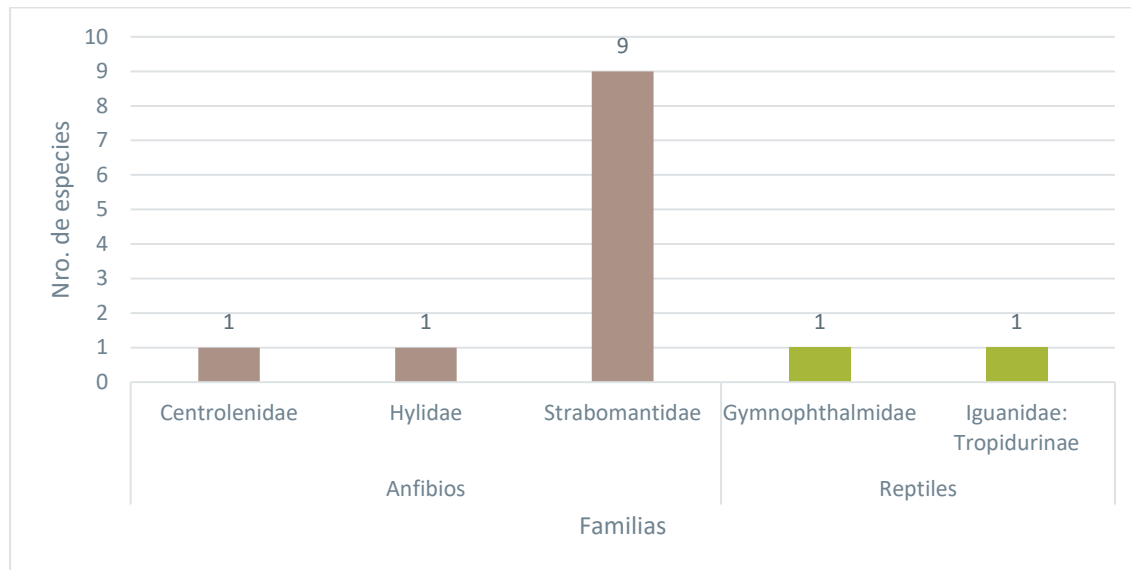


Figura 6-117 Riqueza por Familias de Herpetofauna en los Puntos Cuantitativos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Tres especies de anfibios son consideradas como abundantes (*Gastrotheca pseustes*, *Pristimantis* grp. *orestes* sp. 5, *Pristimantis lutzae*), con más de 10 individuos registrados. Mientras que *Pristimantis cryophilus*, *Pristimantis* grp. *orestes* sp. 1, *Pristimantis* grp. *orestes* sp. 3 y *Pristimantis* grp. *orestes* sp. 4 son especies comunes, teniendo entre cinco y diez registros. *Centrolene buckleyi* es poco común, con cuatro registros, y *Pristimantis* grp. *orestes* sp. 2 es una especie rara, con un registro.

En el caso de reptiles, *Pholidobolus* grp. *macbrydei* es una especie abundante, con 14 individuos; mientras que *Stenocercus festae* es poco común, con cuatro registros.

Tabla 6-123 Abundancia Absoluta y Criterios de Abundancia de Individuos Registrados en los Puntos Cuantitativos

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Criterios de Abundancia
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>	4	Poco común
		Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	33	Abundante
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	7	Común
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 1	5	Común
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 2	1	Raro
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 3	5	Común

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Criterios de Abundancia
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4	7	Común
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5	18	Abundante
			<i>Pristimantis lutzae</i>	191	Abundante
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>	14	Abundante
		Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus festae</i>	4	Poco común

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La especie más abundante en los puntos cuantitativos fue *P. lutzae*, con el 66,09 % de la muestra; seguida de *Gastrotheca pseustes*, con el 11,42 %; y *P. grp. orestes* sp. 5, con el 6,23 %. El reptil con la mayor abundancia relativa fue *P. grp. Macbrydei*, con el 4,84 %. Las especies con la menor abundancia relativa fueron *C. buckleyi* y *S. festae*, con el 1,38 %; y *P. grp. orestes* sp. 5, con el 0,35 %.

Tabla 6-124 Abundancia Relativa de Individuos Registrados en los Puntos Cuantitativos

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>	4	1,38
		Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	33	11,42
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	7	2,42
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 1	5	1,73
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 2	1	0,35
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 3	5	1,73
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4	7	2,42
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5	18	6,23
			<i>Pristimantis lutzae</i>	191	66,09
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>	14	4,84
		Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus festae</i>	4	1,38

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Dominancia-Diversidad

El análisis de dominancia de la diversidad de las especies indica que tan solo tres de las 11 especies aportan alrededor del 83 % del total de los registros. Las especies dominantes fueron *Pristimantis lutzae*, *Gastrotheca pseustes* y *Pristimantis* grp. *orestes* sp. 5.

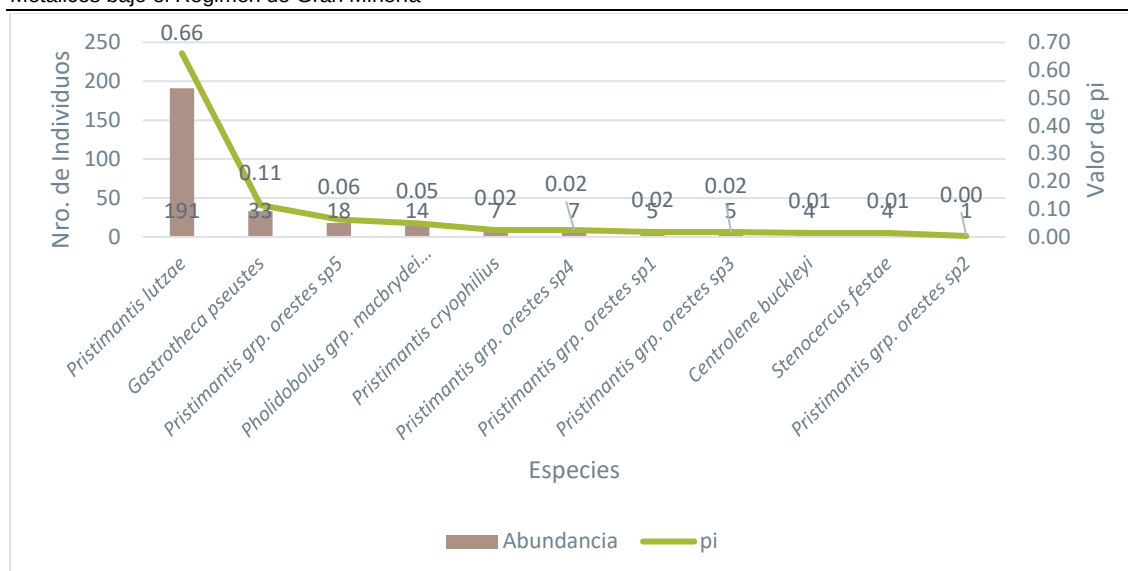


Figura 6-118 Curva de Dominancia-Diversidad de las Especies Registradas en los Puntos Cuantitativos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación de Especies

Al analizar los resultados del indicador Chao 1, se puede apreciar que la riqueza observada ($n = 11$) iguala a la riqueza estimada ($n = 11$), por lo que el esfuerzo de muestreo fue aceptable. Sin embargo, aún no se alcanza la asíntota en la curva de acumulación de especies, por lo que es probable que nuevas especies sean registradas conforme avance el monitoreo.

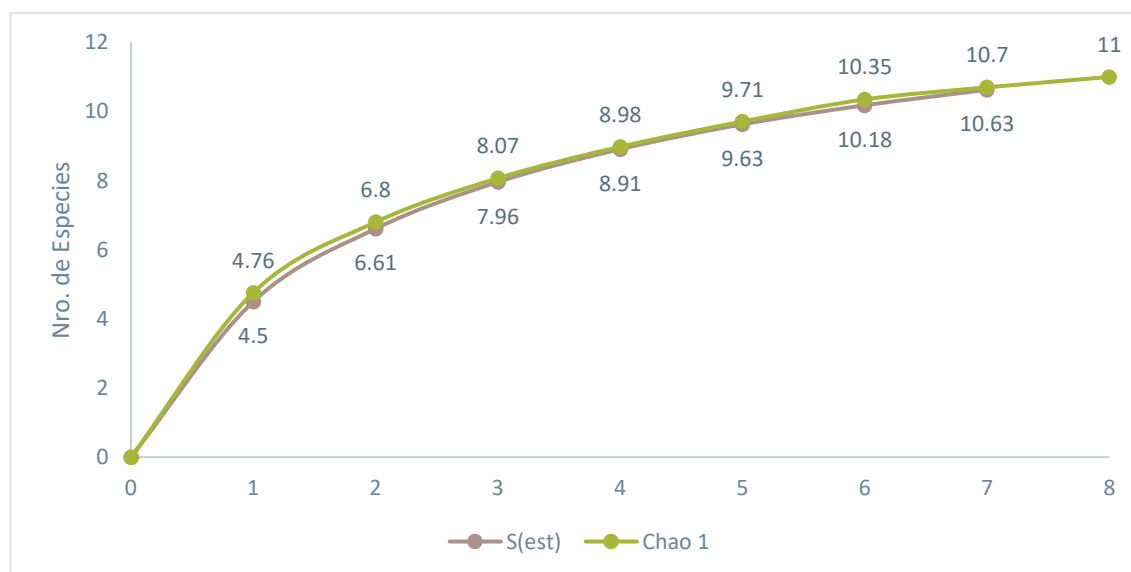


Figura 6-119 Curva de Acumulación de Especies y Estimador Chao 1 en los Puntos Cuantitativos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices de Diversidad Alfa

El Índice de Shannon muestra un resultado $H' = 1,30$. Por sí solo, este número no indica ningún valor de diversidad. Sin embargo, al obtener el número efectivo de especies por medio del valor exponencial de H' se puede obtener un valor comparable de diversidad.

Teniendo lo anterior en cuenta, el resultado de exponencial (1,30) es una diversidad de 3,70 especies efectivas. Esto significa que la diversidad de la comunidad presente en el área muestreada del proyecto Loma Larga, es igual a la diversidad que tendría una comunidad virtual con 3,70 especies, en la cual todas las especies tendrían exactamente la misma abundancia. Esto contrasta con la riqueza específica de 11 especies registrada para el área de monitoreo, por lo que se puede notar que no hay una equitatividad en la comunidad.

El Índice de Simpson (D) indica un valor de 0,46, demostrando que existe una dominancia por una especie, existiendo una probabilidad del 46 % de tomar al azar dos individuos de la misma especie.

Tabla 6-125 Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en los Puntos de Monitoreo

Riqueza	Shannon (H')	Nro. Efectivo de Especies	Simpson (D)
11	1,30	3,70	0,46

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices de Diversidad Beta

Índice de Bray-Curtis

Ya que el índice de Bray-Curtis toma en cuenta la riqueza y abundancia de los sitios, solo puede ser analizado para los puntos cuantitativos. Los puntos más similares entre sí son PMH-06 y PMH-01 compartiendo el 82,98 % de diversidad. A este ramal se une el punto PCH-02, con una similitud del 65 %. Un segundo clúster está formado por los puntos PMH-03 y PCH-01 que comparten el 58 % de su diversidad. Finalmente, un tercer grupo está formado por los puntos PMH-05 y PMH-04 que comparten el 67 % de su diversidad, y el punto PMH-02 que tiene el 54 % de riqueza y abundancia con los dos puntos anteriormente mencionados.

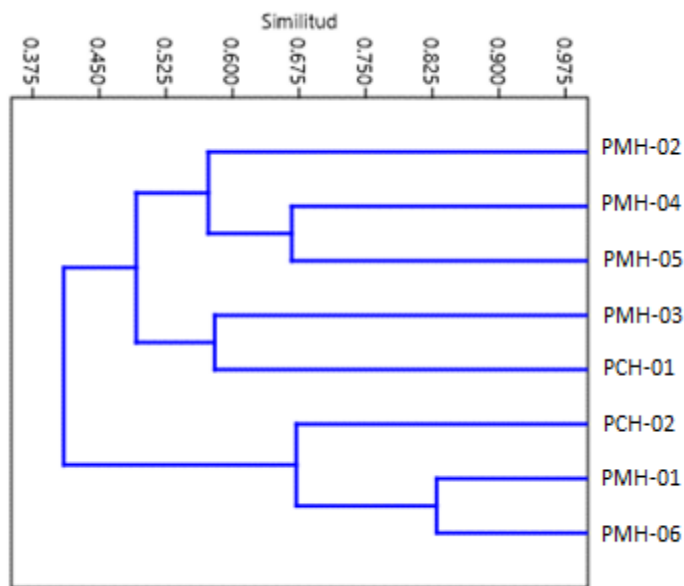


Figura 6-120 Índice de Bray-Curtis en los Puntos Cuantitativos de Herpetofauna

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis Cuantitativo por Punto de Muestreo

PCH-01

Riqueza y Abundancia

En el punto cuantitativo PCH-01 se registraron cuatro especies de anfibios, tres de la familia Strabomantidae y una de la familia Hemiphractidae. Para reptiles, se registró una especie de la familia Gymnophthalmidae.

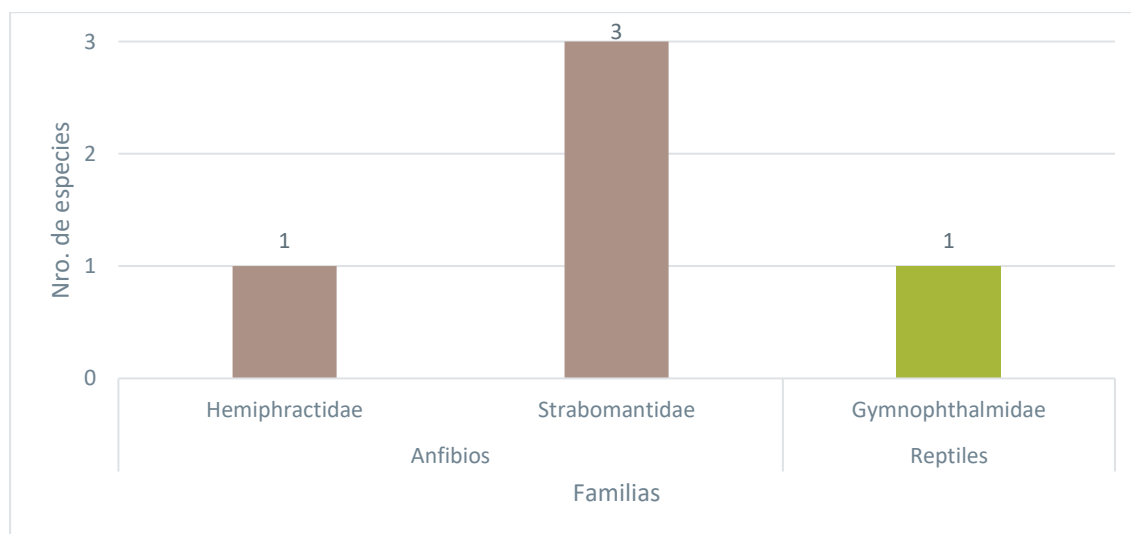


Figura 6-121 Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PCH-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registraron 88 individuos de anfibios y reptiles. Tres especies fueron catalogadas como abundantes: *G. pseustes*, *P. cryophilus* y *P. grp. macbrydei*. Las especies comunes fueron *P. grp. orestes* sp. 4 y *P. lutzae*.

Tabla 6-126 Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PCH-01

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Criterio de Abundancia	Abundancia Relativa
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	45	Abundante	51,14
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	14	Abundante	15,91
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4	10	Común	11,36
			<i>Pristimantis lutzae</i>	5	Común	5,68
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>	14	Abundante	15,91

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Dominancia-Diversidad

La especie con la mayor abundancia relativa fue *G. pseustes*, con el 51 % de la muestra; seguida de *P. grp. macbrydei* y *P. cryophilus*, con el 16 %. Estas tres especies registran el 83 % de toda la abundancia.

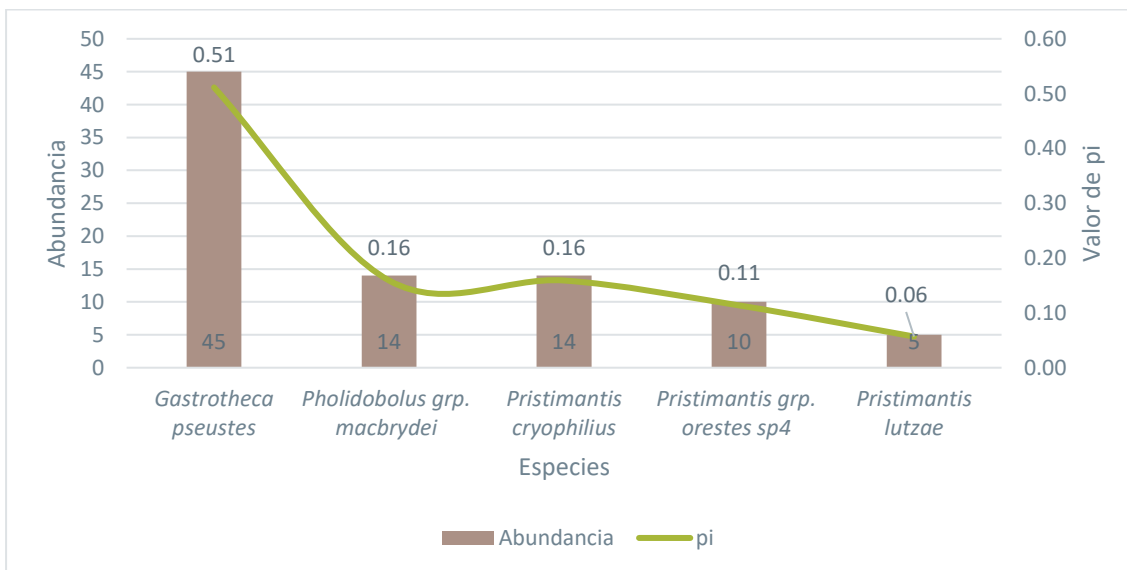


Figura 6-122 Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PCH-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

El Índice de Shannon muestra un resultado $H' = 1,14$ con una diversidad de 3,13 especies efectivas. Esto significa que la diversidad de la comunidad presente en el área muestreada del proyecto Loma Larga, es

igual a la diversidad que tendría una comunidad virtual con 3,13 especies, en la cual todas las especies tuvieran exactamente la misma abundancia. Esto contrasta con la riqueza específica de cinco especies registradas para el área de monitoreo, por lo que se puede notar que no hay una equitatividad en la comunidad.

El Índice de Simpson (D) indica un valor de 0,39, demostrando que existe una dominancia de una especie, existiendo una probabilidad del 39 % de tomar al azar dos individuos de la misma especie.

Tabla 6-127 Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PCH-01

Riqueza	Shannon (H')	Nro. Efectivo de Especies	Simpson (D)
5	1,14	3,13	0,39

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

PCH-02

Riqueza y Abundancia

En el punto cuantitativo PCH-02 se registraron dos especies de anfibios, una de la familia Strabomantidae y una de la familia Hemiphractidae. No se registró ningún reptil.

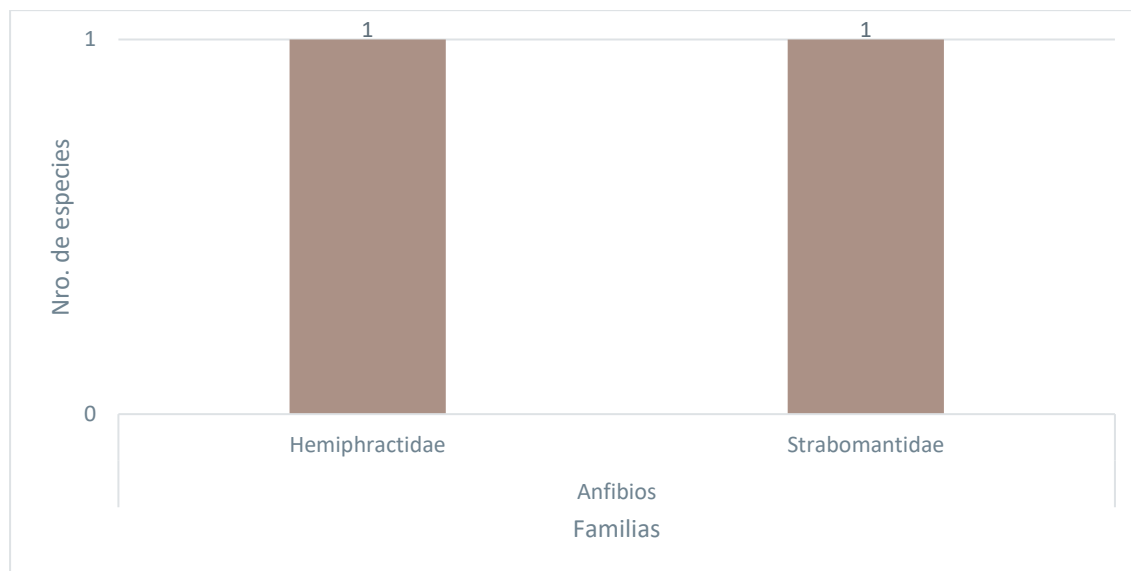


Figura 6-123 Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PCH-02

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registraron 60 individuos de anfibios. *G. pseustes* fue catalogada como poco común, mientras que *P. lutzae* fue abundante.

Tabla 6-128 Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PCH-02

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Criterio de Abundancia	Abundancia Relativa
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	2	Poco común	3,33
		Strabomantidae	<i>Pristimantis lutzae</i>	58	Abundante	96,67

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Dominancia-Diversidad

La especie con la mayor abundancia relativa fue *P. lutzae*, con el 96,67 % de la muestra; mientras que *G. pseustes* representó el 3,33 % de la muestra.

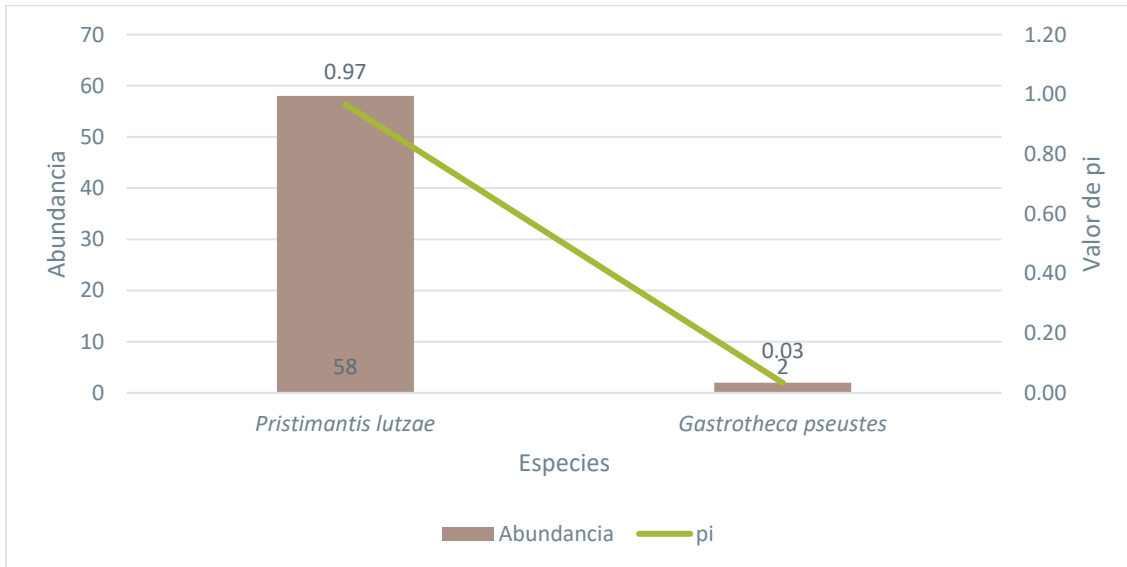


Figura 6-124 Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PCH-02

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

El Índice de Shannon muestra un resultado $H' = 0,15$ con una diversidad de 1,16 especies efectivas. Esto contrasta con la riqueza específica de dos especies registradas para el área de monitoreo, por lo que se puede notar que no hay una equitatividad en la comunidad.

El Índice de Simpson (D) indica un valor de 0,94, demostrando que existe una dominancia alta de una especie, existiendo una probabilidad del 94 % de tomar al azar dos individuos de la misma especie.

Tabla 6-129 Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PCH-02

Riqueza	Shannon (H')	Nro. Efectivo de Especies	Simpson (D)
2	0,15	1,16	0,94

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMH-01

Riqueza y Abundancia

En el punto cuantitativo PMH-01 se registraron cuatro especies de anfibios, tres de la familia Strabomantidae y una de la familia Hemiphractidae. Para reptiles, se registró una especie de la familia Gymnophthalmidae.

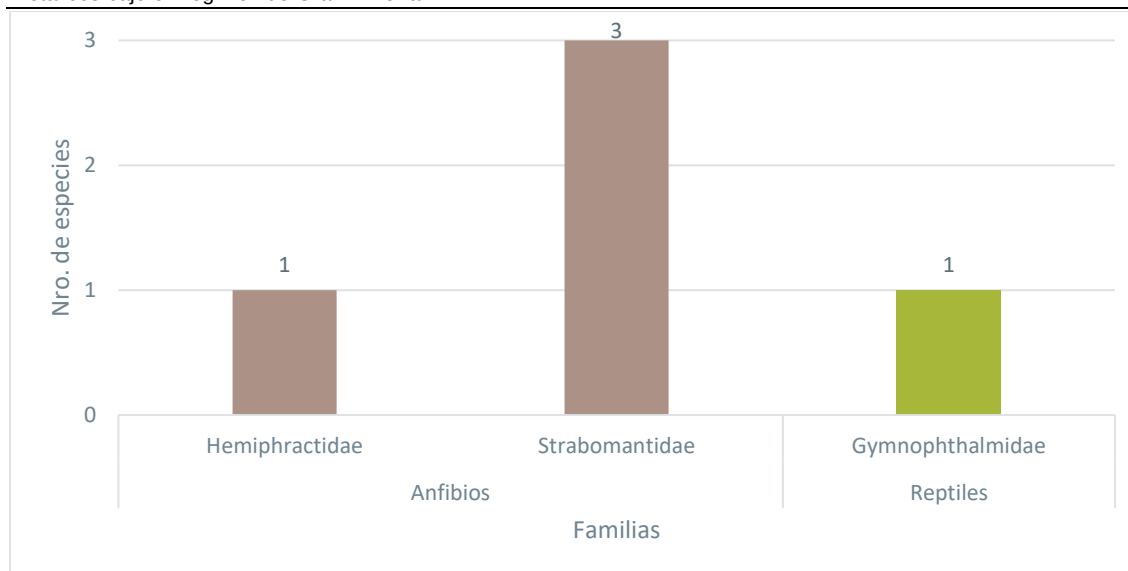


Figura 6-125 Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registraron 53 individuos de anfibios y reptiles. Una especie de anfibio fue catalogada como abundante: *P. lutzae*. Las especies comunes fueron *P. grp. orestes* sp. 5 y *P. grp. macbrydei*. La única especie poco común fue *G. pseustes*, y *P. cryophilus* fue una especie rara.

Tabla 6-130 Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-01

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Criterio de Abundancia	Abundancia Relativa
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	2	Poco común	3,77
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	1	Raro	1,89
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5	5	Común	9,43
			<i>Pristimantis lutzae</i>	37	Abundante	69,81
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>	8	Común	15,09

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Dominancia-Diversidad

La especie con la mayor abundancia relativa fue *P. lutzae*, con el 70 % de la muestra; seguida de *P. grp. Macbrydei*, con el 15 %. Estas dos especies registran el 85 % de toda la abundancia.

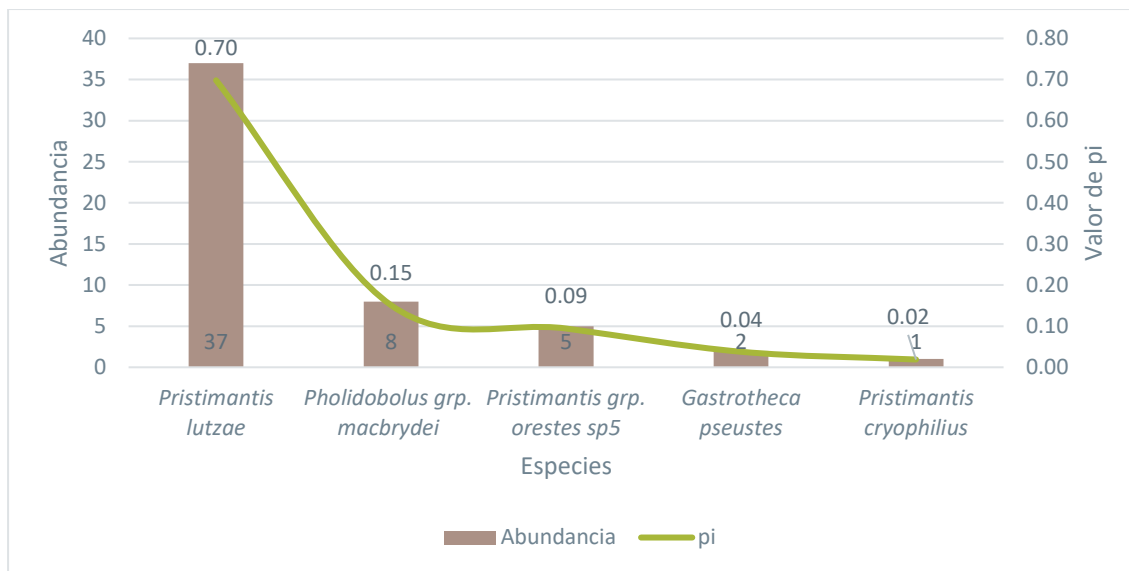


Figura 6-126 Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-01

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

El Índice de Shannon muestra un resultado $H' = 0,96$ con una diversidad de 2,61 especies efectivas. Esto contrasta con la riqueza específica de cinco especies registrada para el área de monitoreo, por lo que se puede notar que no hay una equitatividad en la comunidad.

El Índice de Simpson (D) indica un valor de 0,52, demostrando que existe una dominancia alta por una especie, existiendo una probabilidad del 52 % de tomar al azar dos individuos de la misma especie.

Tabla 6-131 Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-01

Riqueza	Shannon (H')	Nro. Efectivo de Especies	Simpson (D)
5	0,96	2,61	0,52

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMH-02

Riqueza y Abundancia

En el punto cuantitativo PMH-02 se registró una especie de anfibio de la familia Strabomantidae. Para reptiles, se registró una especie de la familia Gymnophthalmidae y una de la familia Iguanidae: Tropidurinae.

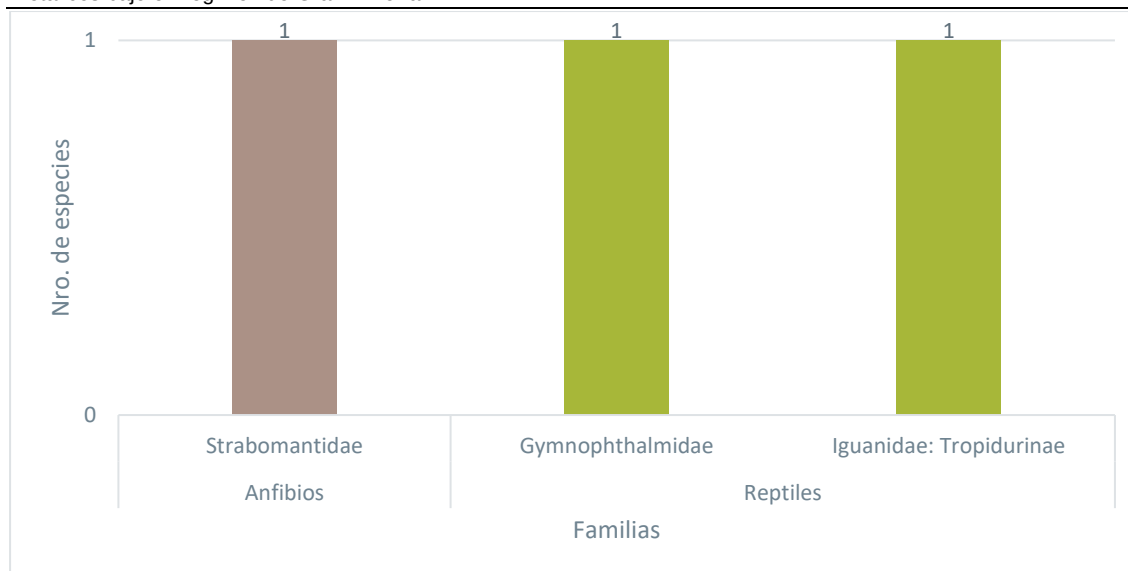


Figura 6-127 Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-02

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registraron 18 individuos de anfibios y reptiles. Dos especies de reptiles fueron catalogadas como poco comunes: *P. grp. macbrydei* y *S. festae*. La especie *p. lutzae* fue abundante.

Tabla 6-132 Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-02

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Criterio de Abundancia	Abundancia Relativa
Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis lutzae</i>	12	Abundante	66,67
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>	2	Poco común	11,11
		Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus festae</i>	4	Poco común	22,22

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Dominancia-Diversidad

La especie con la mayor abundancia relativa fue *P. lutzae*, con el 66 % de la muestra; seguida de *S. festae*, con el 22 %. Estas dos especies registran el 88 % de toda la abundancia.

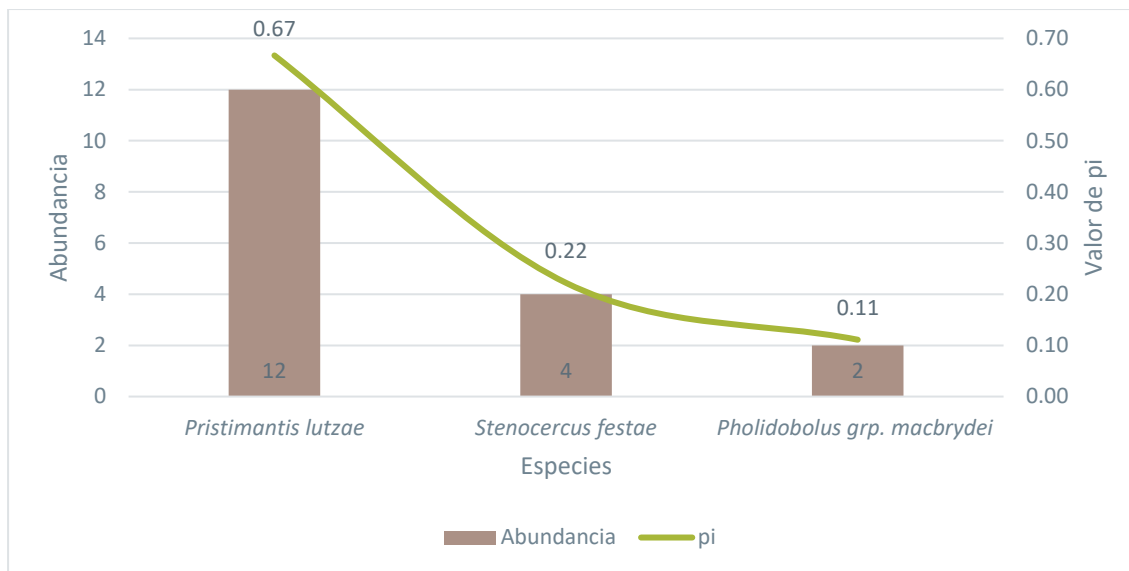


Figura 6-128 Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-02

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

El Índice de Shannon muestra un resultado $H' = 0,85$ con una diversidad de 2,34 especies efectivas. Esto contrasta con la riqueza específica de tres especies registradas para el área de monitoreo, por lo que se puede notar que no hay una equitatividad en la comunidad.

El Índice de Simpson (D) indica un valor de 0,51, demostrando que existe una dominancia de una especie, existiendo una probabilidad del 51 % de tomar al azar dos individuos de la misma especie.

Tabla 6-133 Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-02

Riqueza	Shannon (H')	Nro. Efectivo de Especies	Simpson (D)
3	0,85	2,34	0,51

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMH-03

Riqueza y Abundancia

En el punto cuantitativo PMH-03 se registraron cinco especies de anfibios, tres de la familia Strabomantidae, una de la familia Hemiphractidae y una de la familia Centrolenidae. Para reptiles, se registró una especie de la familia Gymnophthalmidae.

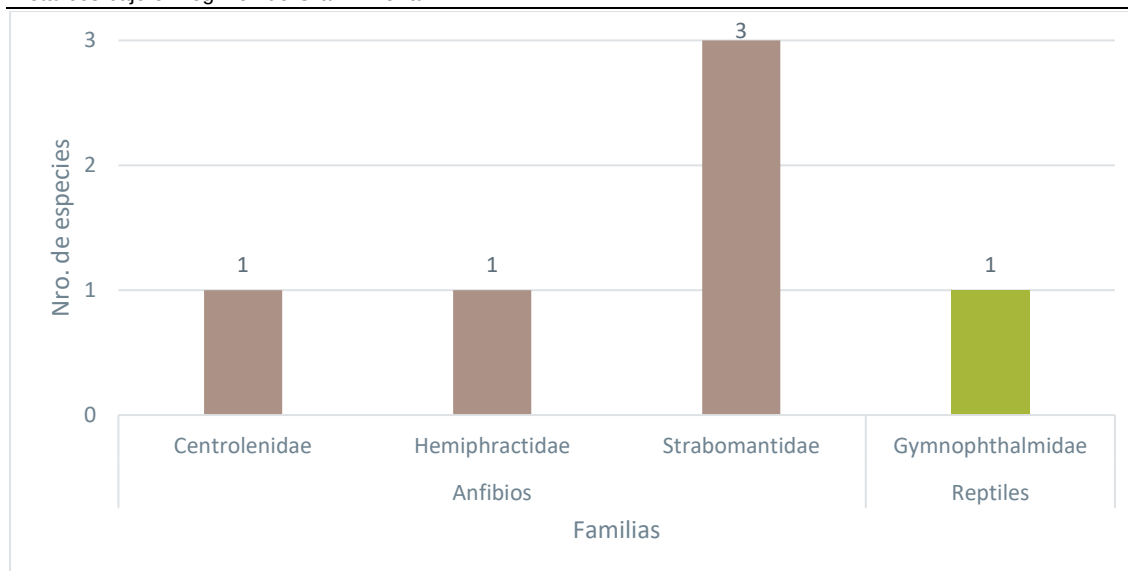


Figura 6-129 Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-03

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registraron 35 individuos de anfibios y reptiles. Tres especies fueron catalogadas como poco comunes: *C. buckleyi*, *P. cryophilus* y *P. grp. macbrydei*. Las especies comunes fueron *P. grp. orestes* sp. 5 y *G. pseustes*. La especie abundante fue *P. lutzae*.

Tabla 6-134 Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-03

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Criterio de Abundancia	Abundancia Relativa
		Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>	4	Poco común	11,43
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	6	Común	17,14
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	2	Poco común	5,71
			<i>Pristimantis grp. orestes</i> sp. 5	8	Común	22,86
			<i>Pristimantis lutzae</i>	13	Abundante	37,14
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus grp. macbrydei</i>	2	Poco común	5,71

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Dominancia-Diversidad

La especie con la mayor abundancia relativa fue *P. lutzae*, con el 37 % de la muestra; seguida de *P. grp. orestes* sp. 5, con el 23 %; y *G. pseustes*, con el 17 %. Estas tres especies registran el 77 % de toda la abundancia.

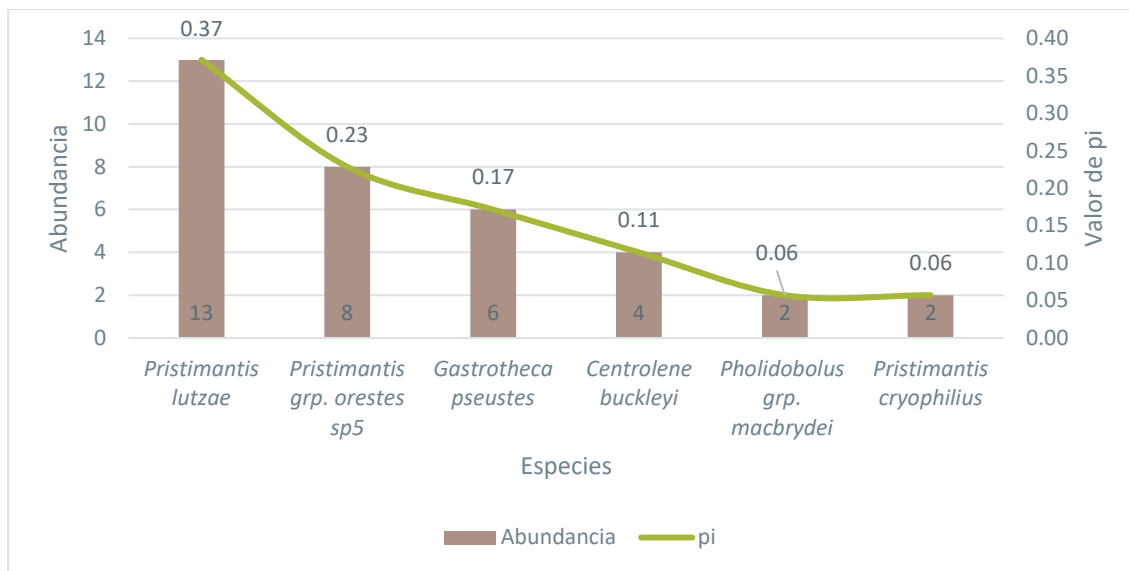


Figura 6-130 Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-03

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

El Índice de Shannon muestra un resultado $H' = 1,58$ con una diversidad de 4,87 especies efectivas. Esto significa que la diversidad de la comunidad presente en el área muestreada del proyecto Loma Larga, es igual a la diversidad que tendría una comunidad virtual con 4,87 especies, en la cual todas las especies tuvieran exactamente la misma abundancia. Esto contrasta con la riqueza específica de seis especies registrada para el área de monitoreo, por lo que se puede notar que no hay una equitatividad en la comunidad.

El Índice de Simpson (D) indica un valor de 0,24, demostrando que existe una baja dominancia por una especie, existiendo una probabilidad del 24 % de tomar al azar dos individuos de la misma especie.

Tabla 6-135 Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-03

Riqueza	Shannon (H')	Nro. Efectivo de Especies	Simpson (D)
6	1,58	4,87	0,24

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMH-04

Riqueza y Abundancia

En el punto cuantitativo PMH-04 se registraron seis especies de anfibios, cinco de la familia Strabomantidae y una de la familia Hemiphractidae. En este punto no se registró ningún reptil.

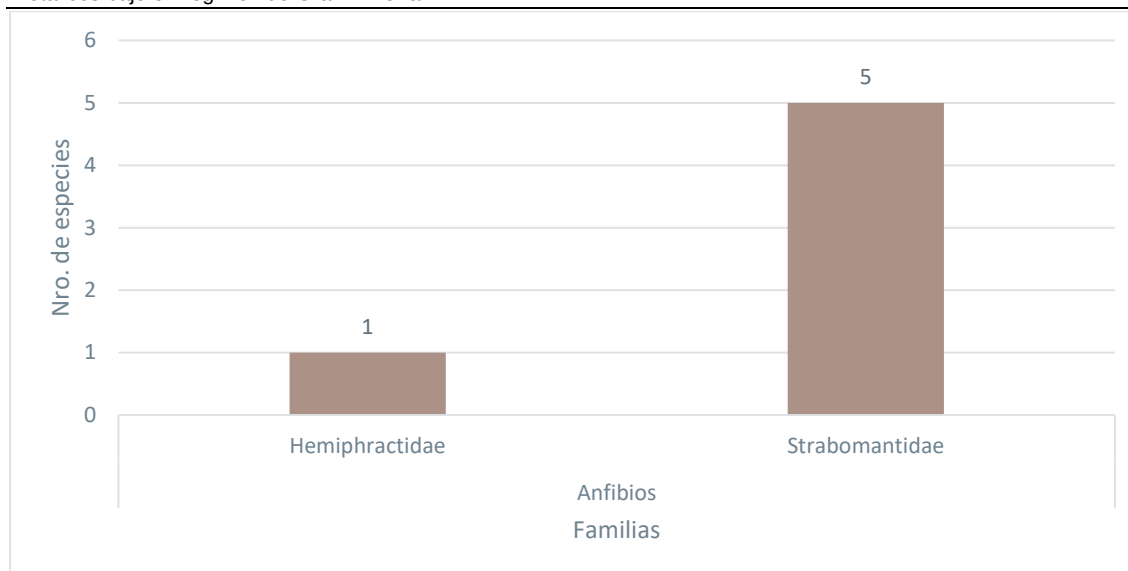


Figura 6-131 Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-04

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registraron 22 individuos de anfibios. Una especie fue catalogada como abundante: *P. lutzae*. Las especies poco comunes fueron *G. pseustes*, *P. grp. orestes* sp. 1 y *P. grp. orestes* sp. 3. Las especies raras fueron *P. cryophilus* y *P. grp. orestes* sp. 4.

Tabla 6-136 Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-04

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Criterio de Abundancia	Abundancia Relativa
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	2	Poco común	9,09
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	1	Rara	4,55
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 1	4	Poco común	18,18
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 3	2	Poco común	9,09
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4	1	Rara	4,55
			<i>Pristimantis lutzae</i>	12	Abundante	54,55

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Dominancia-Diversidad

La especie con la mayor abundancia relativa fue *P. lutzae*, con el 55 % de la muestra, seguida de *P. grp. orestes* sp. 1, con el 18 %. Estas dos especies registran el 73 % de toda la abundancia.

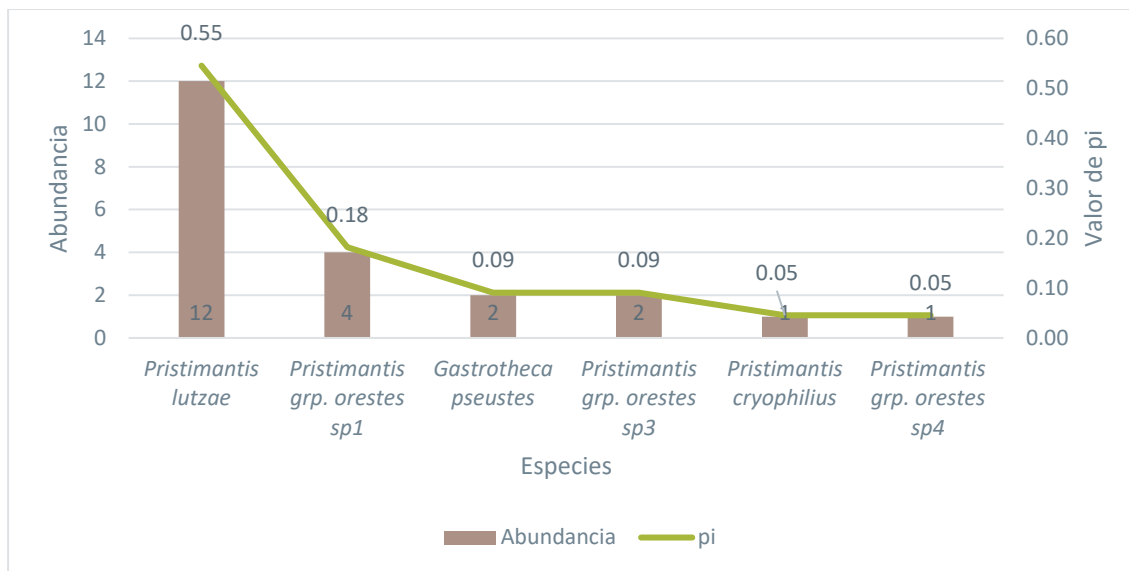


Figura 6-132 Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-04

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

El Índice de Shannon muestra un resultado $H' = 1,36$ con una diversidad de 3,89 especies efectivas. Esto contrasta con la riqueza específica de seis especies registrada para el área de monitoreo, por lo que se puede notar que no hay una equitatividad en la comunidad.

El Índice de Simpson (D) indica un valor de 0,35, demostrando que existe dominancia de una especie, existiendo una probabilidad del 35 % de tomar al azar dos individuos de la misma especie.

Tabla 6-137 Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-04

Riqueza	Shannon (H')	Nro. Efectivo de Especies	Simpson (D)
6	1,36	3,89	0,35

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMH-05

Riqueza y Abundancia

En el punto cuantitativo PMH-05 se registraron cinco especies de anfibios todas pertenecientes a la familia Strabomantidae. No se registró ningún reptil.

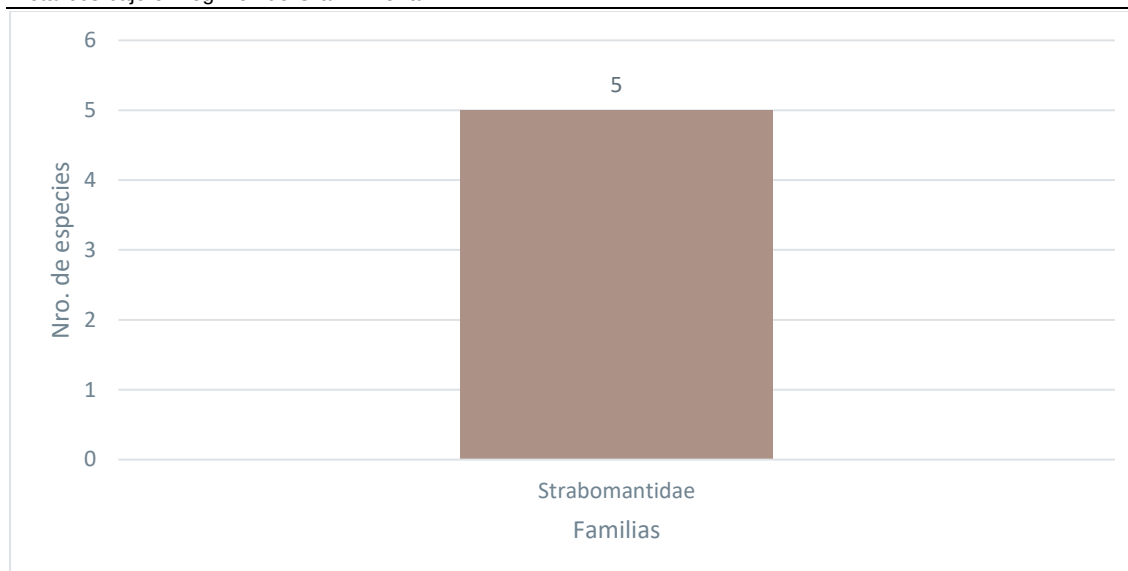


Figura 6-133 Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-05

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registraron 26 individuos de anfibios. Una especie de anfibio fue catalogada como abundante: *P. lutzae*. Las especies poco comunes fueron *P. grp. orestes* sp. 4 y *P. grp. orestes* sp. 3. Las especies raras fueron *P. grp. orestes* sp. 1 y *P. grp. orestes* sp. 2.

Tabla 6-138 Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-05

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Criterio de Abundancia	Abundancia Relativa
Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> grp. orestes sp. 1	1	Rara	3,85
			<i>Pristimantis</i> grp. orestes sp. 2	1	Rara	3,85
			<i>Pristimantis</i> grp. orestes sp. 3	3	Poco común	11,54
			<i>Pristimantis</i> grp. orestes sp. 4	4	Poco común	15,38
			<i>Pristimantis lutzae</i>	17	Abundante	65,38

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Dominancia-Diversidad

La especie con la mayor abundancia relativa fue *P. lutzae*, con el 65 % de la muestra; seguida de *P. grp. orestes* sp. 4, con el 15 %. Estas dos especies registran el 80 % de toda la abundancia.

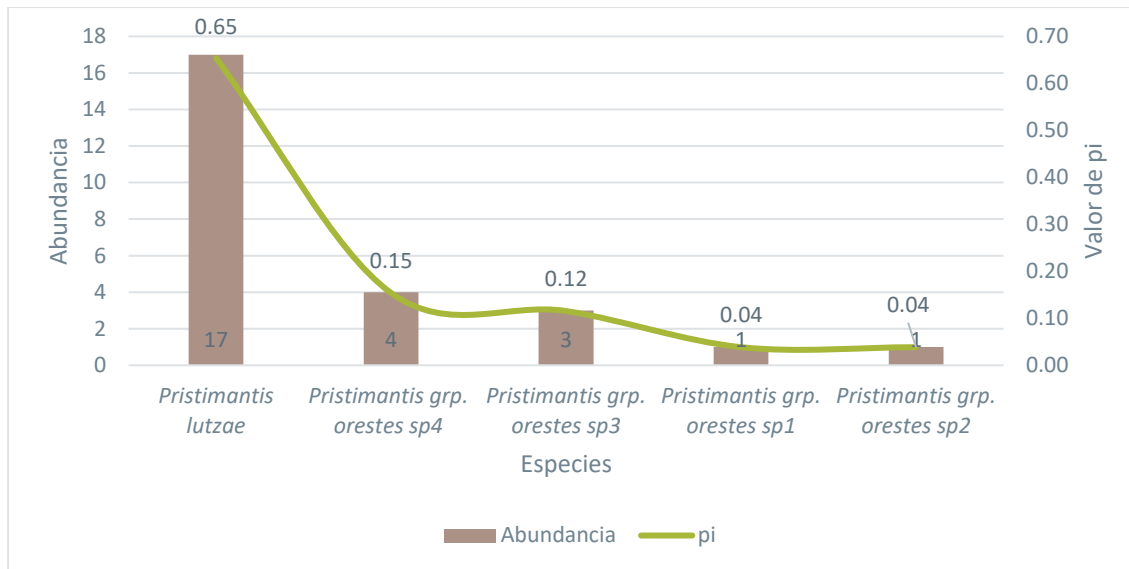


Figura 6-134 Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-05

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

El Índice de Shannon muestra un resultado $H' = 1,06$ con una diversidad de 2,90 especies efectivas. Esto contrasta con la riqueza específica de cinco especies registrada para el área de monitoreo, por lo que se puede notar que no hay una equitatividad en la comunidad.

El Índice de Simpson (D) indica un valor de 0,47, demostrando que existe una dominancia media por una especie, existiendo una probabilidad del 47 % de tomar al azar dos individuos de la misma especie.

Tabla 6-139 Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-05

Riqueza	Shannon (H')	Nro. Efectivo de Especies	Simpson (D)
5	1,06	2,90	0,47

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PMH-06

Riqueza y Abundancia

En el punto cuantitativo PMH-06 se registraron cuatro especies de anfibios, tres de la familia Strabomantidae y una de la familia Hemiphractidae. No se registró ningún reptil en este punto.

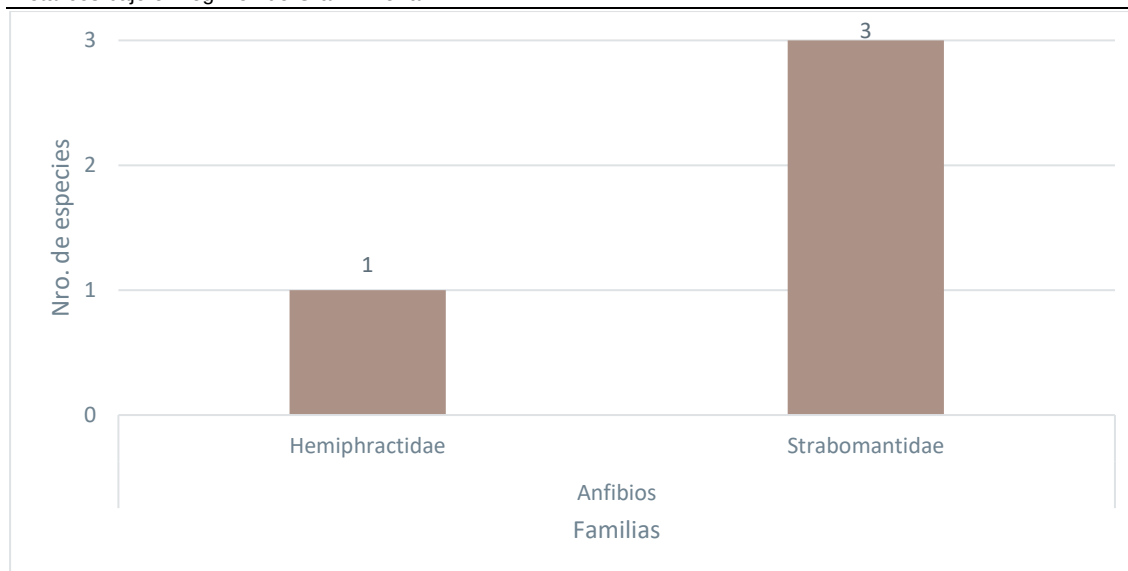


Figura 6-135 Riqueza de Especies por Familia de Herpetofauna en PMH-06

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registraron 41 individuos de anfibios. Dos especies de anfibios fueron catalogadas como poco comunes: *G. pseustes* y *P. cryophilus*. Las especies comunes fueron *P. grp. orestes* sp. 5; mientras que *P. lutzae* fue abundante.

Tabla 6-140 Abundancia Relativa de la Herpetofauna Registrados en PMH-06

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Criterio de Abundancia	Abundancia Relativa
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	3	Poco común	7,32
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	2	Poco común	4,88
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5	5	Común	12,20
			<i>Pristimantis lutzae</i>	31	Abundante	75,61

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Dominancia-Diversidad

La especie con la mayor abundancia relativa fue *P. lutzae*, con el 76 % de la muestra; seguida de *P. grp. orestes* sp. 5, con el 12 %. Estas dos especies registran el 88 % de toda la abundancia.

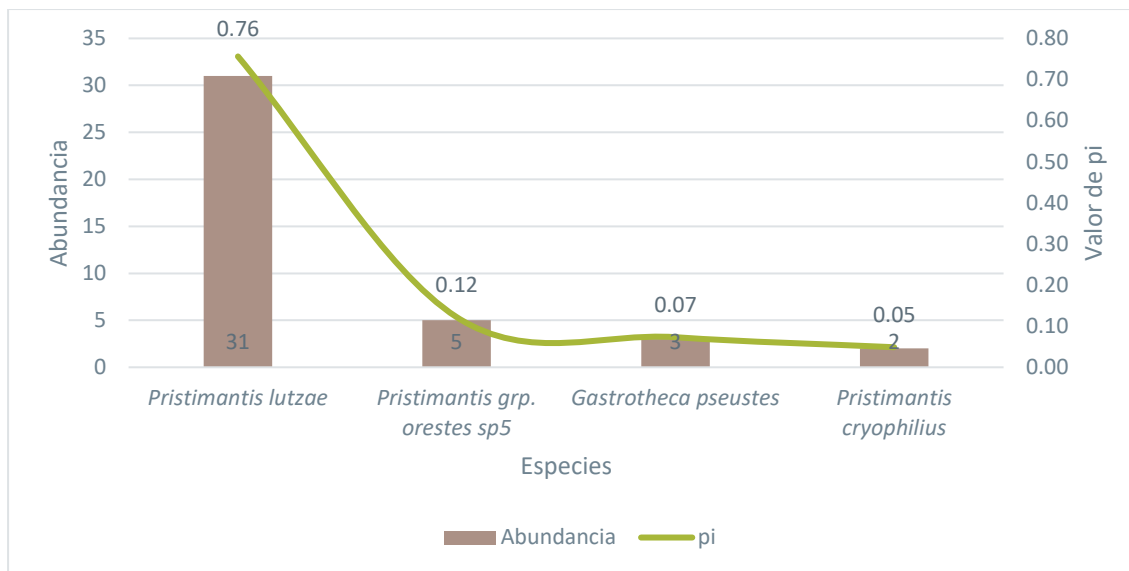


Figura 6-136 Curva de Dominancia-Diversidad de la Herpetofauna en PMH-06

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

El Índice de Shannon muestra un resultado $H' = 0,81$ con una diversidad de 2,24 especies efectivas. Esto contrasta con la riqueza específica de cuatro especies registrada para el área de monitoreo, por lo que se puede notar que no hay una equitatividad en la comunidad.

El Índice de Simpson (D) indica un valor de 0,59, demostrando que existe una dominancia alta de una especie, existiendo una probabilidad del 59 % de tomar al azar dos individuos de la misma especie.

Tabla 6-141 Valores de Diversidad Alfa de Herpetofauna en el Punto PMH-06

Riqueza	Shannon (H')	Nro. Efectivo de Especies	Simpson (D)
4	0,81	2,24	0,59

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Aspectos Ecológicos

Para los resultados de aspectos ecológicos, solamente se tomaron en cuenta los ejemplares que pudieron ser identificados a nivel de especie. Por este motivo, todos los individuos de *Pristimantis* grupo *orestes* y *Pholidobolus* grupo *macbrydei* no forman parte de los análisis.

Gremio Trófico

Las cuatro especies de anfibios analizadas tienen un gremio trófico de insectívoros generalistas. Es muy probable que los individuos del grupo *orestes* también tengan un gremio de insectívoros generalistas, pero es muy difícil hacer esta afirmación sin saber a qué especie pertenecen, lo que impide conocer más sobre su historia natural.

Tabla 6-142 Gremio Trófico de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo

Clase	Orden	Familia	Especie	Gremio trófico
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>	IG
		Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	IG
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	IG
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 1	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 2	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 3	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5	--
			<i>Pristimantis lutzae</i>	IG
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>	--
		Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus festae</i>	IG

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

En el caso de reptiles, la lagartija *A. podocarpus* tiene un gremio insectívoro, mientras que *L. festae* tiene un gremio combinado de insectívoro/carnívoro. La única serpiente registrada *Synophis zamora* tiene un gremio carnívoro.

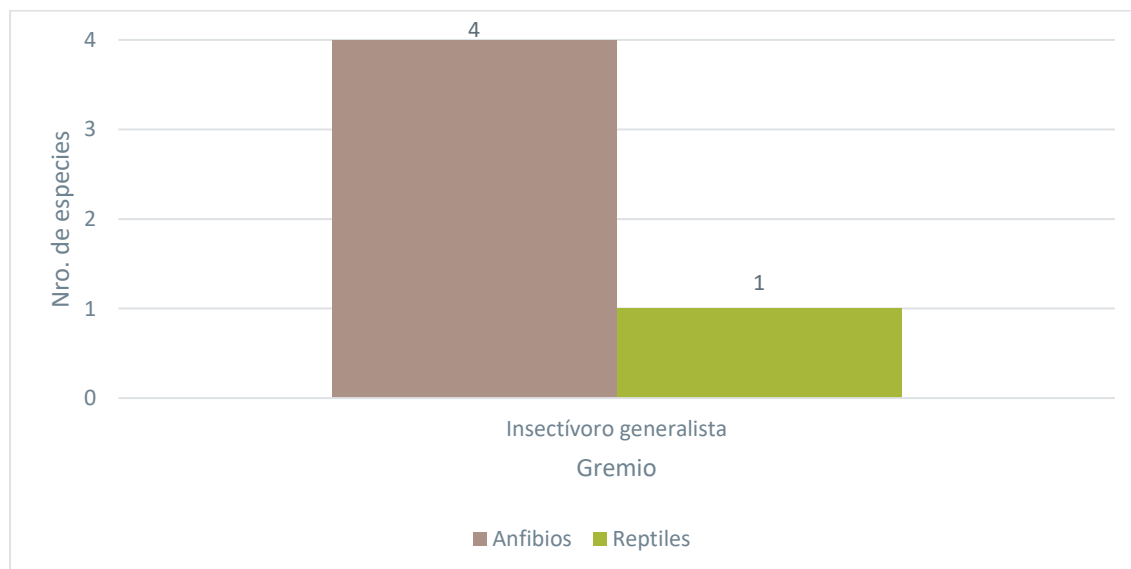


Figura 6-137 Gremio Trófico para la Herpetofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Hábito

Una especie de las cinco analizadas muestra actividad diurna: *Stenocercus festae*.

Tabla 6-143 Hábito de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo

Clase	Orden	Familia	Especie	Hábito
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>	Nocturno
		Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	Nocturno
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 1	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 2	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 3	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5	--
			<i>Pristimantis lutzae</i>	Nocturno
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>	--
		Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus festae</i>	Diurno

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Las cuatro especies de anfibios analizadas tienen hábito nocturno.

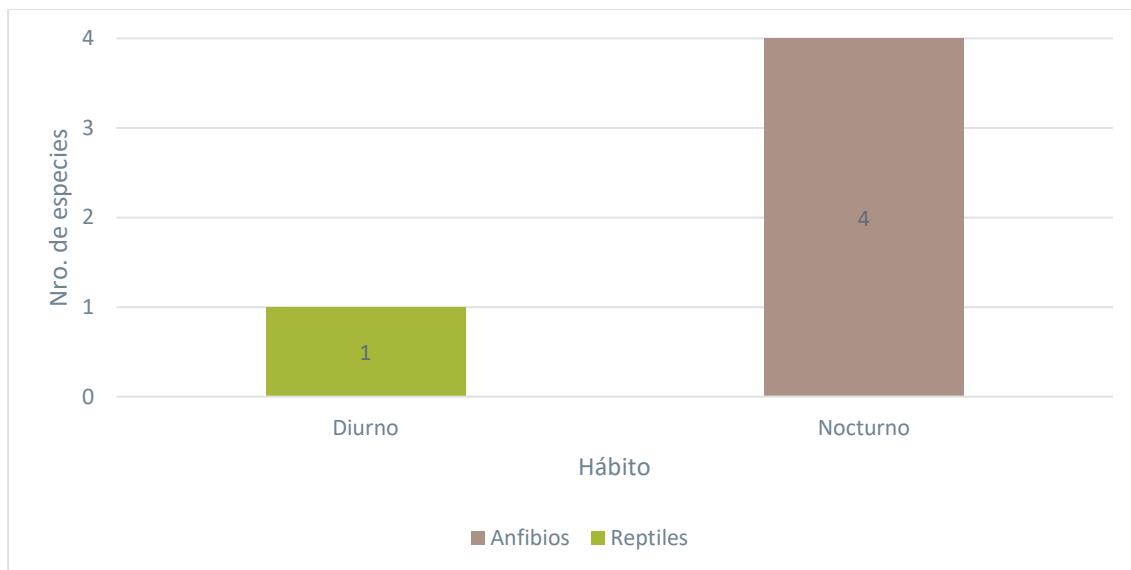


Figura 6-138 Hábito para la Herpetofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Distribución Vertical

Una especie de anfibio (*P. cryophilus*) utiliza el estrato terrestre. Las tres especies de anfibios restantes usan el estrato de sotobosque.

Tabla 6-144 Distribución Vertical de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo

Clase	Orden	Familia	Especie	Distribución Vertical
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>	Sotobosque
		Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	Sotobosque
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	Terrestre
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 1	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 2	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 3	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5	--
			<i>Pristimantis lutzae</i>	Sotobosque
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>	--
		Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus festae</i>	Terrestre

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

La lagartija *Stenocercus festae* utiliza el estrato terrestre.

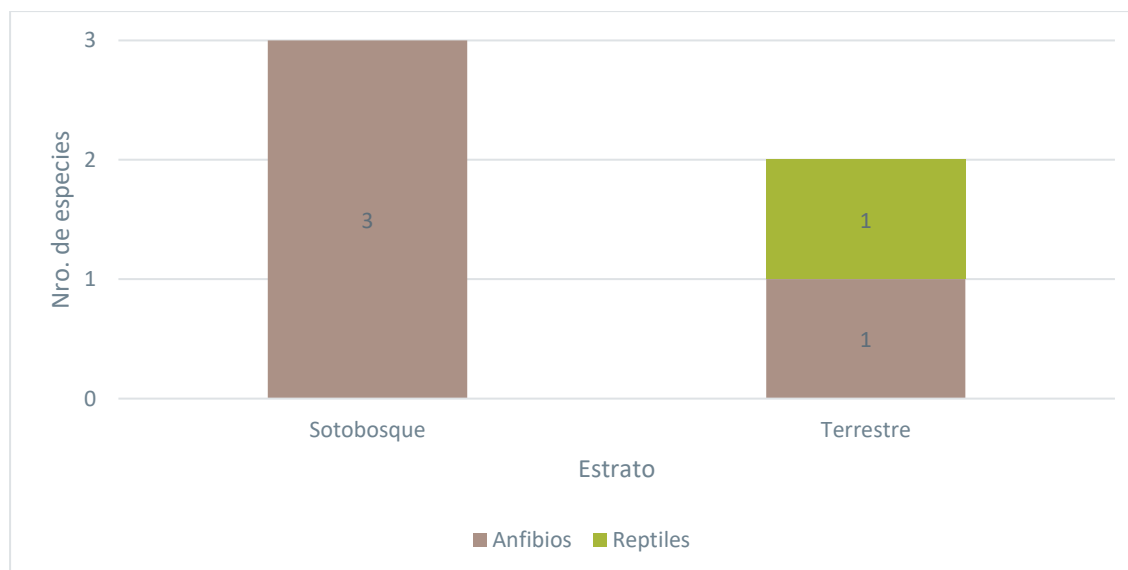


Figura 6-139 Estratos Utilizados por la Herpetofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Patrones Reproductivos

En el caso de anfibios, *P. cryophilus* y *P. lutzae* tienen un Modo 23, ya que depositan los huevos en un nido terrestre y tienen desarrollo directo. Una especie (*C. buckleyi*) tiene un Modo 25, donde los huevos son colocados en hojas sobre agua y los renacuajos se alimentan en quebradas. *G. pseustes* tiene un Modo 35, con los huevos llevados en una bolsa dorsal por la hembra y los renacuajos alimentándose en pozas.

Tabla 6-145 Patrón Reproductivo de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo

Clase	Orden	Familia	Especie	Patrón Reproductivo
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>	Modo 25
		Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	Modo 35
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	Modo 23
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 1	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 2	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 3	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5	--
			<i>Pristimantis lutzae</i>	Modo 23
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>machrydei</i>	--
		Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus festae</i>	Ovíparo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

En el caso de los reptiles, la única especie analizada tiene un modo reproductivo de oviparidad, con huevos depositados en nidos y sin cuidado parental.

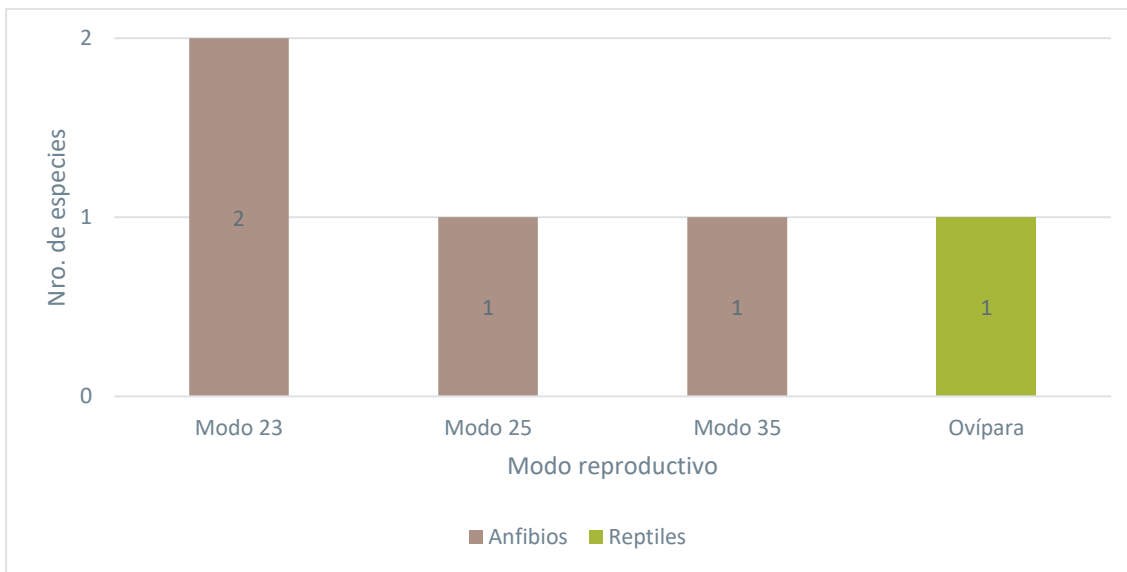


Figura 6-140 Patrones Reproductivos de la Herpetofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Estado de Conservación, Endemismo y Especies Indicadoras

La lista roja de la UICN indica que dos especies (18,18 %) de las 11 registradas están en una categoría de Vulnerable (VU); una especie (9,08 %) se encuentra En peligro (EN), que corresponde a *Pristimantis cryophilus*; una especie (9,08 %) como Casi Amenazada (NT); una especie (9,09 %) como No Evaluada (NE). Las demás especies no pueden ser categorizadas por encontrarse como indeterminadas.

Las listas rojas del Ecuador indican que tres especies (27,27 %) se encuentran en la categoría Vulnerable (VU); una especie (9,09 %) está como Preocupación Menor (LC); y una especie (9,09 %) como En Peligro Crítico (CR), correspondiente a *C. buckleyi*.

Dentro del estudio se registraron cuatro especies endémicas: *Gastrotheca pseustes*, *Pristimantis cryophilus*, *Pristimantis lutzae* y *Stenocercus festae*.

Tabla 6-146 Estado de Conservación de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo

Clase	Orden	Familia	Especie	UICN	Lista roja del Ecuador (Ortega et al., 2021/Carrillo et al., 2005)
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>	VU	CR
		Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	NT	LC
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	EN	VU
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 1	--	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 2	--	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 3	--	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4	--	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5	--	--
			<i>Pristimantis lutzae</i>	NE	VU
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>	--	--
		Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus festae</i>	VU	VU

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Sensibilidad

En el presente estudio se registró una especie con sensibilidad Alta (*C. buckleyi*), que representa el 9,09 % del total de la herpetofauna analizada. La especie *G. pseustes* tiene es la única con una sensibilidad Baja, representando el 9,09 % del total.

Tabla 6-147 Sensibilidad de la Herpetofauna Registrada en el Presente Monitoreo

Clase	Orden	Familia	Especie	Sensibilidad
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>	Alta
		Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	Baja
		Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	Media
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 1	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 2	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 3	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 4	--
			<i>Pristimantis</i> grp. <i>orestes</i> sp. 5	--
			<i>Pristimantis lutzae</i>	Media
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus</i> grp. <i>macbrydei</i>	--

Clase	Orden	Familia	Especie	Sensibilidad
		Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus festae</i>	Media

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Las demás especies de anfibios y la lagartija *S. festae*, se encuentran en categoría de sensibilidad Media.

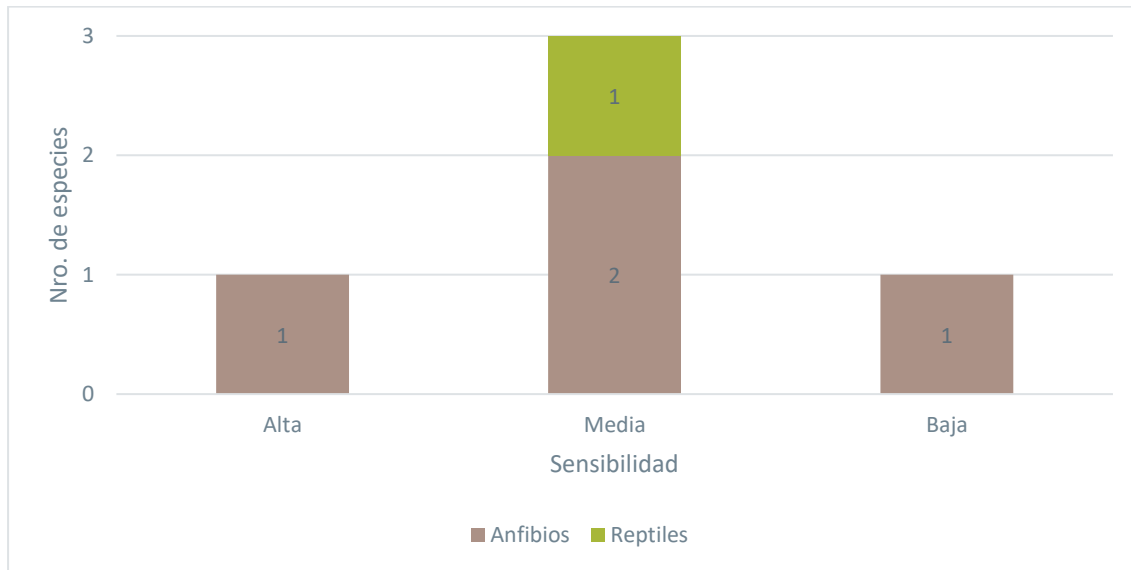


Figura 6-141 Sensibilidad de la Herpetofauna Registrada en el Área Muestreada del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Uso del Recurso

No se registró el uso de anfibios o reptiles como recurso.

Comparación con Estudios Anteriores

Los monitoreos y estudios de línea base desarrollados en años anteriores en la concesión minera Loma Larga han variado en el número de puntos de monitoreo que se han establecido. Es importante recalcar, que el estudio actual es en el que ha establecido la mayor cantidad de puntos de monitoreo (15) en comparación con otros años donde en promedio se tenían cuatro zonas de monitoreo.

Además, la incertidumbre taxonómica es algo que ha primado en los estudios de herpetofauna del área de Loma Larga. Varias especies han cambiado su nombre científico, ya sea porque han sido sinonimizadas o porque estudios taxonómicos han demostrado que se trataba de un complejo de especies. Por este motivo, en este caso la comparación con estudios anteriores debe ser tomada con cautela y no como un indicador del aumento de la diversidad del área muestreada del proyecto Loma Larga.

Riqueza

Durante el presente monitoreo se registró un total de 11 especies, siendo el monitoreo con la mayor riqueza registrada hasta el momento. Le sigue el estudio de agosto de 2019, con 10 especies. Los monitoreos con las menores riquezas registradas han sido los de diciembre de 2017 y febrero del 2018, con una especie cada uno.

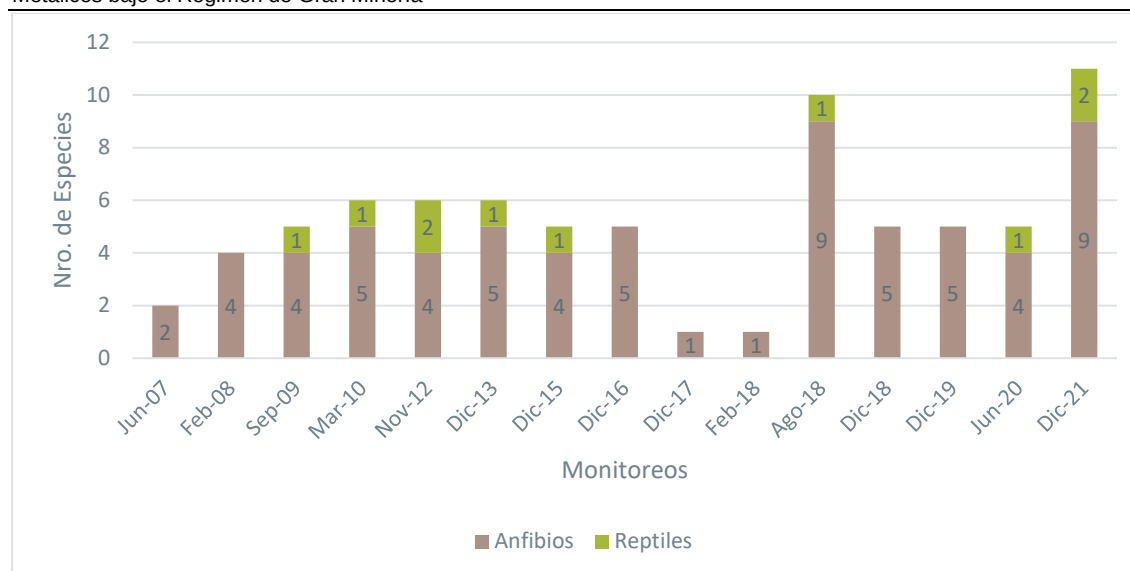


Figura 6-142 Riqueza Comparativa de Herpetofauna de la Concesión Minera Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Tabla 6-148 Especies Registradas Históricamente de Herpetofauna en la Concesión Minera Loma Larga

Clase	Orden	Familia	Especie	Jun-07	Feb-08	Sep-09	Mar-10	Nov-12	Dic-13	Dic-15	Dic-16	Dic-17	Feb-18	Ago-18	Dic-18	Dic-19	Jun-20	Dic-21
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Atelopus exiguus</i>			X	X											
		Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>															X
		Hemiphractidae	<i>Gastrotheca litonedis</i>						X					X				
			<i>Gastrotheca pseustes</i>			X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X
		Strabomantidae	<i>Pristimantis aff. lutzae</i>						X		X			X	X	X		
			<i>Pristimantis aff. vidua</i>	X	X													X
			<i>Pristimantis cf. bambu</i>											X				
			<i>Pristimantis cryophilus</i>		X					X				X		X	X	X
			<i>Pristimantis grp. orestes sp. 1</i>		X	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X
			<i>Pristimantis grp. orestes sp. 2</i>								X				X	X		X
			<i>Pristimantis grp. orestes sp. 3</i>															X
			<i>Pristimantis grp. orestes sp. 4</i>															X
			<i>Pristimantis grp. orestes sp. 5</i>															X
			<i>Pristimantis lutzae</i>	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
			<i>Pristimantis sp. 1</i>					X										
			<i>Pristimantis sp. 2</i>											X				
			<i>Pristimantis sp. 3</i>											X				
Reptilia	Squamata: Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus grp. macbrydei</i>				X	X						X			X	X
		Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus festae</i>			X	X	X	X	X								X

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

Abundancia

La abundancia durante este estudio fue de 307 individuos, lo que lo coloca como el monitoreo con la mayor abundancia. Le sigue el monitoreo realizado en septiembre de 2009, en el que se registraron 111 individuos, y el de agosto de 2018, con 107 individuos. Las menores abundancias se reportaron en febrero de 2018 y diciembre de 2015, con 24 y 23 individuos respectivamente.

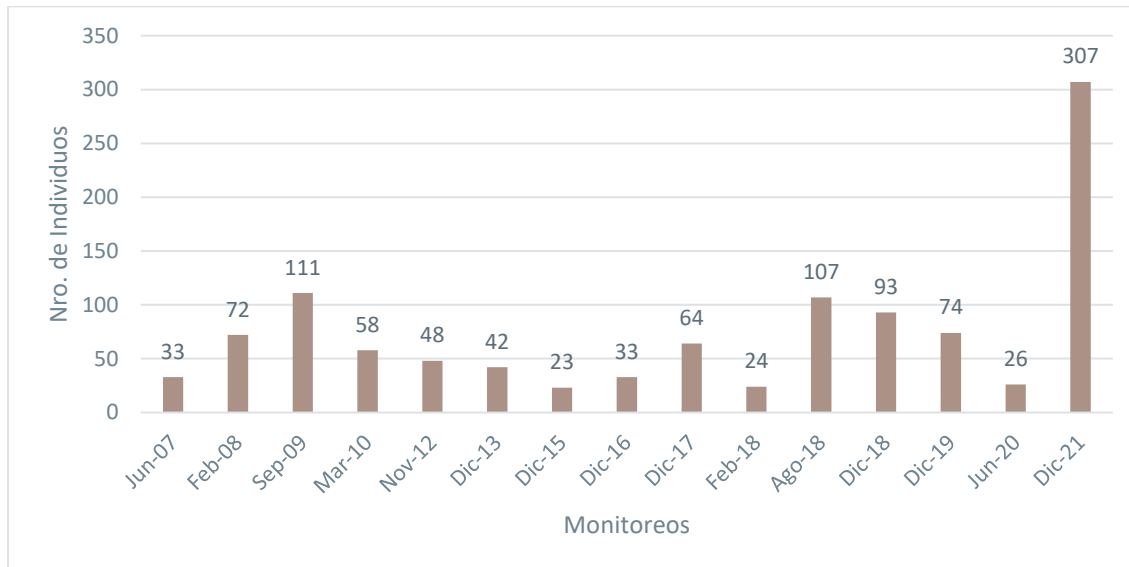


Figura 6-143 Abundancia Comparativa de Herpetofauna de la Concesión Minera Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Discusión

Durante esta línea base se registraron 11 especies, nueve de anfibios y dos de reptiles. Sin embargo, bases de datos históricas indican que el piso altoandino de la provincia del Azuay presenta una riqueza de 22 especies de anfibios (S. R. Ron et al., 2021) y cinco especies de reptiles (Torres-Carvajal et al., 2021). A pesar de que los datos históricos indican un mayor número de especies, es importante recalcar que varias especies de anfibios de los páramos del Azuay no han sido registradas en décadas, especialmente de los géneros *Telmatobius* y *Atelopus*.

El estimador Chao 2 indica que la riqueza observada es igual a la estimada, aunque aún no se alcanza la asíntota. Ya que este estimador se basa en las especies raras (Chao, Chazdon, & Shen, 2005); el tamaño de la muestra de herpetofauna podría estar afectando los resultados. Es necesario tener en cuenta los sesgos que se pueden presentar con la metodología utilizada, así como las variables climáticas que se dan durante el monitoreo y la historia natural de las especies, lo que podría estar limitando las abundancias registradas, para así poder determinar si realmente la riqueza observada es el 100 % de la estimada.

En los últimos años se han generado varias publicaciones que han dejado en evidencia la incertidumbre taxonómica de las especies de anfibios y reptiles que existen en la concesión de Loma Larga (Parra, Nunes, & Torres-Carvajal, 2020) (Páez & Ron, 2019) (Urgilés et al., 2019), abriendo la posibilidad de la descripción de nuevas especies en el sector. Sin embargo, el hecho que más de la mitad de los registros no han podido ser determinados a nivel de especie, dificulta la realización de cálculos adecuados de diversidad del área. Además, dado que se han venido generando estudios desde el 2009 en el área, es difícil determinar si lo que hace una década se estableció como *Pristimantis* sp. 1 sigue siendo el mismo *Pristimantis* sp. 1 identificada en la actualidad. Por este motivo, es necesario mantener un registro

fotográfico adecuado que permita a cualquier investigador a cargo de los monitoreos establecer de qué especie se está tratando.

Las zonas altas de los Andes del Ecuador están caracterizadas por altas abundancias y baja riqueza de especies (Doan, 2003). Las especies del género *Pristimantis* suelen dominar esta región debido a su capacidad de reproducirse por desarrollo directo (Duellman & Trueb, 1994). Esto también produce que existan altas tasas de endemismo en este ecosistema (Meza-Joya & Torres, 2016). Además, es evidente que la mayoría de las especies registradas en este ecosistema se encuentran en las categorías más altas de amenaza, tanto a nivel global como nacional. Especialmente los anfibios se ha visto afectados por eventos infecciosos por quitridiomycosis (Voyles et al., 2009), pérdida de hábitat (Santiago R. Ron, Duellman, Coloma, & Bustamante, 2003) y el cambio climático (Alford, Bradfield, & Richards, 2007), disminuyendo sus poblaciones o provocando su desaparición por décadas. Por lo tanto, la herpetofauna del ecosistema de páramo es una de las más amenazadas a nivel mundial y requiere de los mayores esfuerzos de conservación y manejo adecuado ante programas de minería.

6.2.5.2.4 Entomofauna

Análisis General

Riqueza y Abundancia

Globalizando los registros de todos los puntos muestreados, la riqueza total de escarabajos registrados en este estudio fue de nueve especies distribuidas en ocho géneros, ocho tribus y tres familias, con una abundancia de 112 individuos.

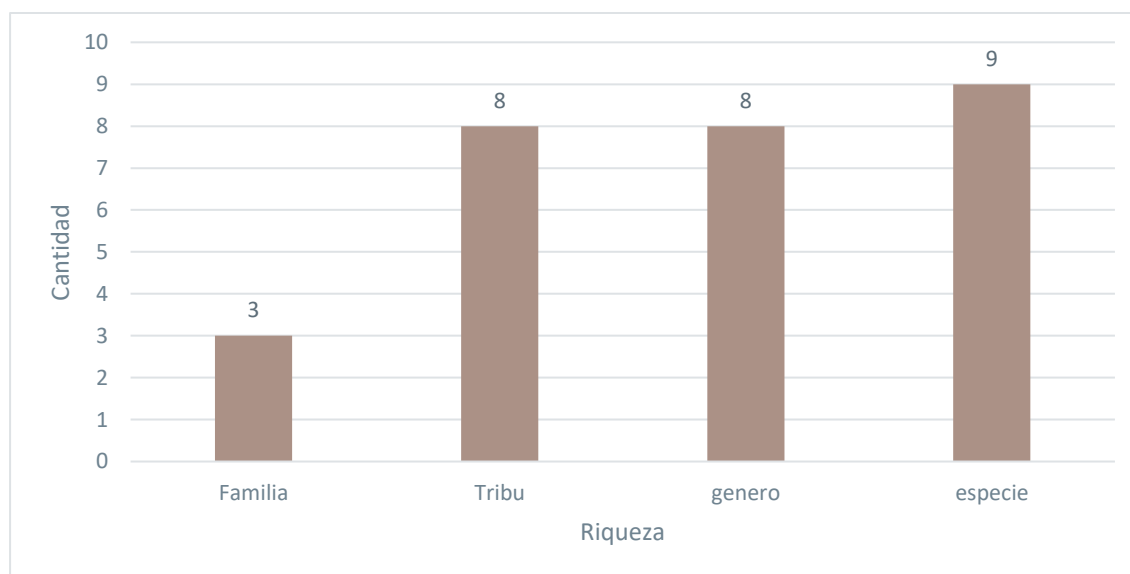


Figura 6-144 Datos de Riqueza de Especies de Escarabajos Pelotereros en los Puntos de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Para el estudio de Lepidópteros la riqueza total registrada fue de dos especies, distribuidas en dos géneros, dos tribus y dos familias. La abundancia registrada fue de dos individuos.

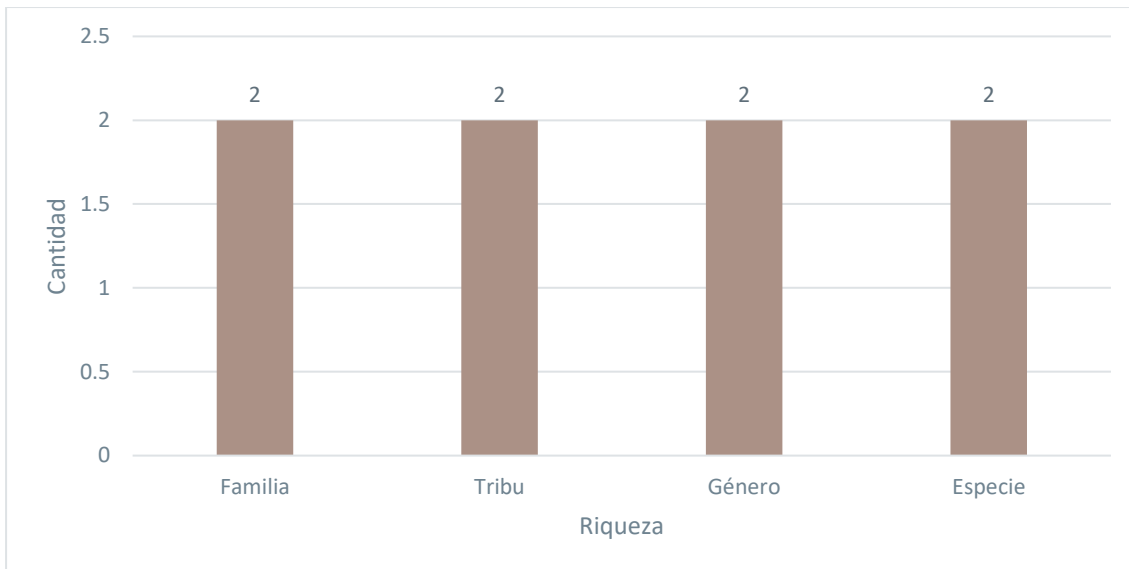


Figura 6-145 Datos de Riqueza de Especies de Mariposas Diurnas en los Puntos de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Para la metodología de platos, la riqueza total registrada fue de 10 familias, distribuidas en cinco órdenes pertenecientes a la clase Insecta. La abundancia registrada fue de 54 individuos.

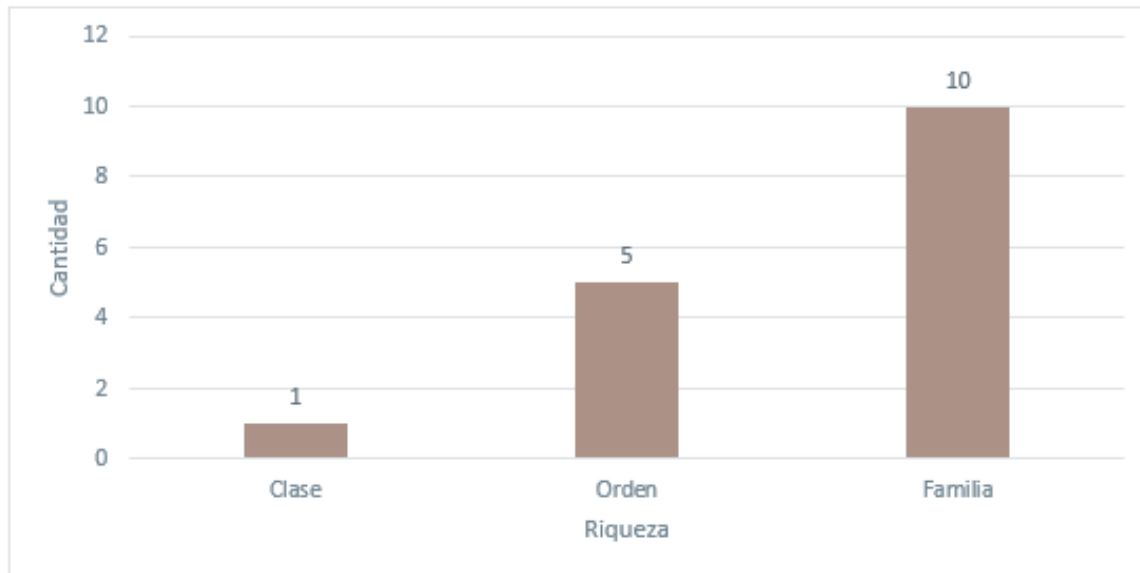


Figura 6-146 Datos de Riqueza de Entomofauna con Metodología de Platos en los Puntos de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Mediante la aplicación de trampas de luz, la riqueza total registrada en el estudio fue de 24 morfoespecies distribuidos en 12 familias y cuatro órdenes. La abundancia registrada fue de 67 individuos.

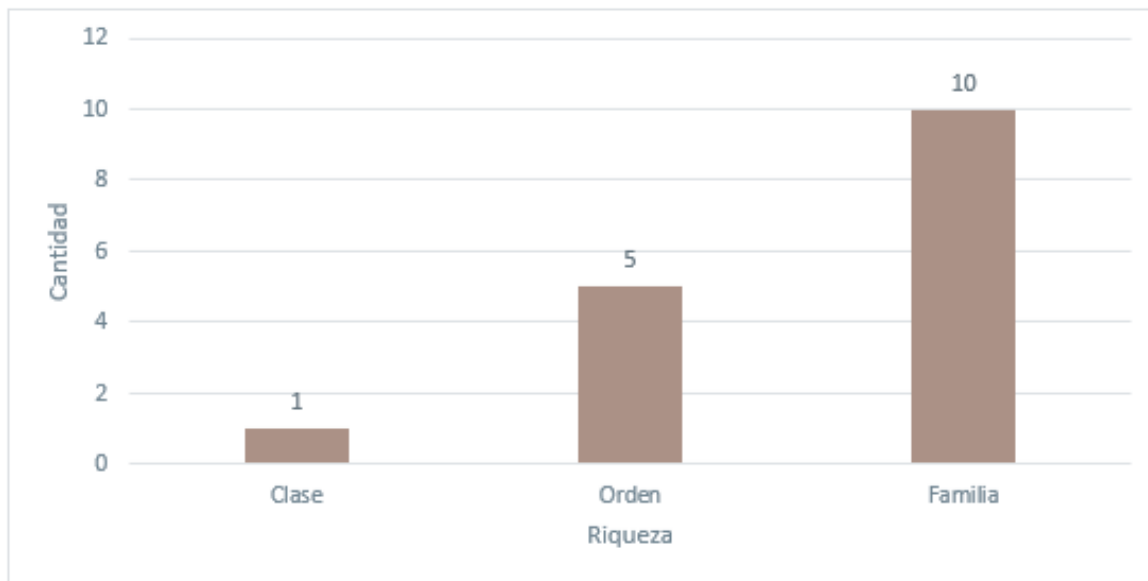


Figura 6-147 Datos de Riqueza de la Entomofauna Nocturna en los Puntos de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

A través del registro cualitativo se pudo observar un total de 39 morfoespecies distribuidas en 31 familias y 11 órdenes.

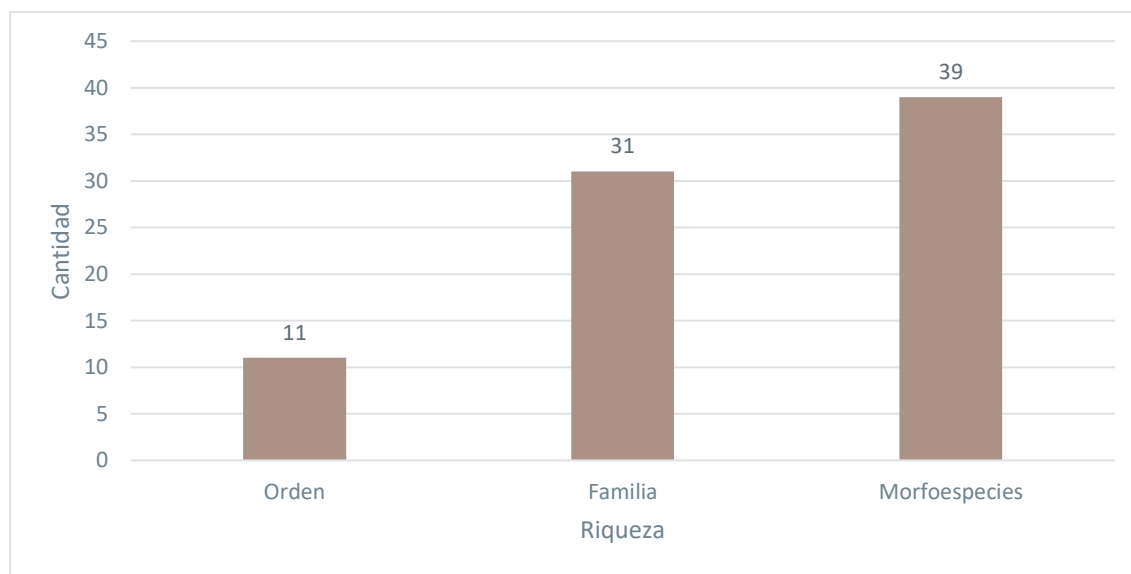


Figura 6-148 Datos de Riqueza de Especies en los Puntos de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis Cualitativo

Riqueza

En conjunto, para los puntos de muestreo cualitativos se registró un total de 10 órdenes de insectos, 30 familias y aproximadamente 38 morfoespecies. Entre ellas puede mencionarse a los órdenes: Blatodea,

Coleóptera, Díptera, Hemíptera, Hymenóptera, Lepidóptera, Odonata, Ortóptera, Phasmatodea y Zygentoma.

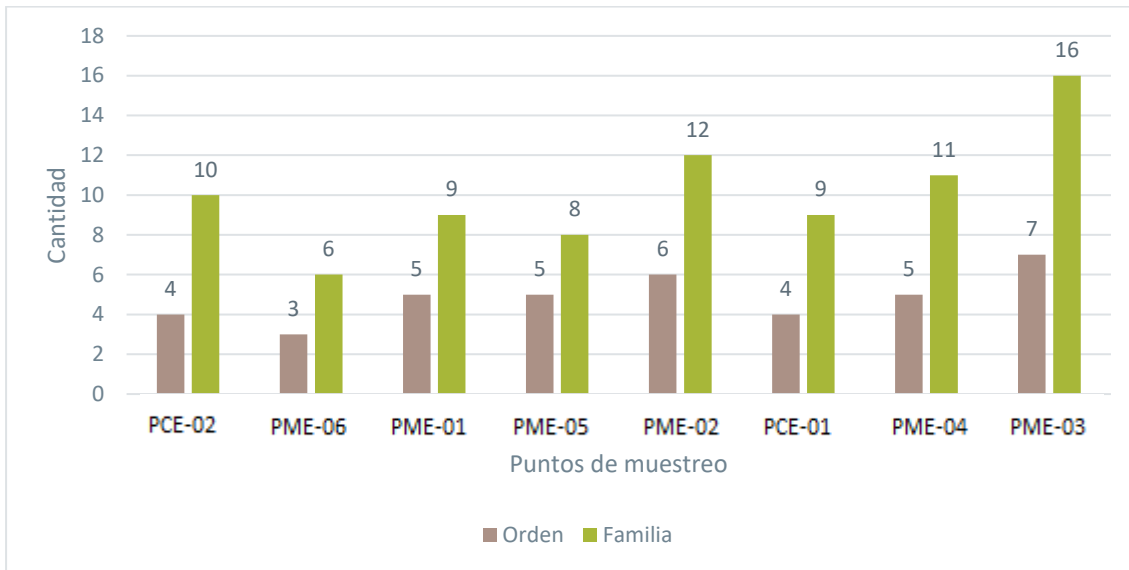


Figura 6-149 Riqueza de Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo Cuantitativos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

Las familias halladas se distribuyen en cada punto de muestreo de la siguiente manera:

Tabla 6-149 Riqueza de Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo Cualitativos

Orden	Familia	Especie	PCOE-02	POE-06	POE-01	POE-05	POE-02	PCOE-01	POE-04	POE-03
Blatodea	Epilampridae	sp.					x			
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Pronacalus cacticus</i>								x
Coleoptera	Curculionidae	sp.			x					
Coleoptera	Elateridae	sp.					x			x
Coleoptera	Lampiridae	sp.								x
Coleoptera	Melolonthidae	<i>Paulosawaya</i> sp.					x	x		
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Ancognatha carbonaria</i>							x	
Coleoptera	Staphylinidae	sp.	x	x	x					
Diptera	Asilidae	sp.	x							
Diptera	Bibionidae	<i>Dilophus</i> sp.								x
Diptera	Calliphoridae	sp.	x				x	x	x	x
Diptera	Calliphoridae	sp. 2	x	x						
Diptera	Culicidae	<i>Aedes</i> sp.					x	x	x	x
Diptera	Limonia	sp.					x	x	x	x
Diptera	Muscidae	sp.	x	x	x	x	x	x	x	x
Diptera	Sarcophagidae	sp.	x	x		x				
Diptera	Sciaridae	sp.								
Diptera	Tabanidae	sp.	x		x	x	x	x	x	x
Diptera	Tabanidae	<i>Esenbeckia</i> sp.					x	x	x	x
Diptera	Tachinidae	sp.					x		x	x
Diptera	Tipulidae	sp.	x	x	x	x				
Hemiptera	Membracidae	<i>Alchisme bos</i>								x
Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus funebris</i>					x	x	x	
Hymenoptera	Apidae	<i>Xylocopa</i> sp.		x			x			

Estudio de Impacto Ambiental del Área Operativa del Proyecto Minero Loma Larga conformado por las Áreas Mineras Cerro Casco (Código 101580), Rio Falso (Código 101577) y Cristal (Código 102195) para las Fases de Explotación y Beneficio de Minerales Metálicos bajo el Régimen de Gran Minería

Orden	Familia	Especie	PCOE-02	POE-06	POE-01	POE-05	POE-02	PCOE-01	POE-04	POE-03
Hymenoptera	Ichneumonidae	sp.				x		x		x
Hymenoptera	Vespidae	sp.							x	x
Hymenoptera	Vespidae	sp. 2								x
Lepidóptera	Nymphalidae	<i>Altinote leontine</i>								x
Lepidóptera	Nymphalidae	<i>Altopeladiodes nucea</i>			x	x	x	x	x	x
Lepidóptera	Nymphalidae	<i>Colias dimera</i>								x
Lepidóptera	Nymphalidae	<i>Lasiophila</i> sp.								x
Lepidóptera	Nymphalidae	<i>Pedaliodes phaedra</i>								x
Odonata	Aeshnidae	<i>Rhionaeschna marchali</i>							x	x
Odonata	Libellulidae	<i>Sympetrum gilvum</i>							x	x
Orthoptera	Acrididae	sp.	x		x					
Orthoptera	Eumastacidae	sp.	x		x					
Orthoptera	Grillidae	sp.				x				
Phasmatodea	Fasmatodea	<i>Monticomorpha semele</i>	x				x		x	x
Zygentoma	Lepismatidae	sp.			x	x				

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación de Especies

En los recorridos cualitativos se tomó solo datos de presencia/ausencia en cada una de las áreas muestreadas, para lo cual se empleó los estimadores Chao 1 y 2, de acuerdo con los cuales, con los recorridos, se ha incluido el 78,09 % (47,38) de especies proyectadas para el componente según Chao 1 y el 80,4 % (46,19) según Chao 2. Sin embargo, la tendencia de la curva se muestra de manera ascendente sin llegar a una asíntota, donde si se incrementa el tiempo de muestreo y se especifica el área y el temporal donde se realizará la colecta podría aumentar el número de especies.

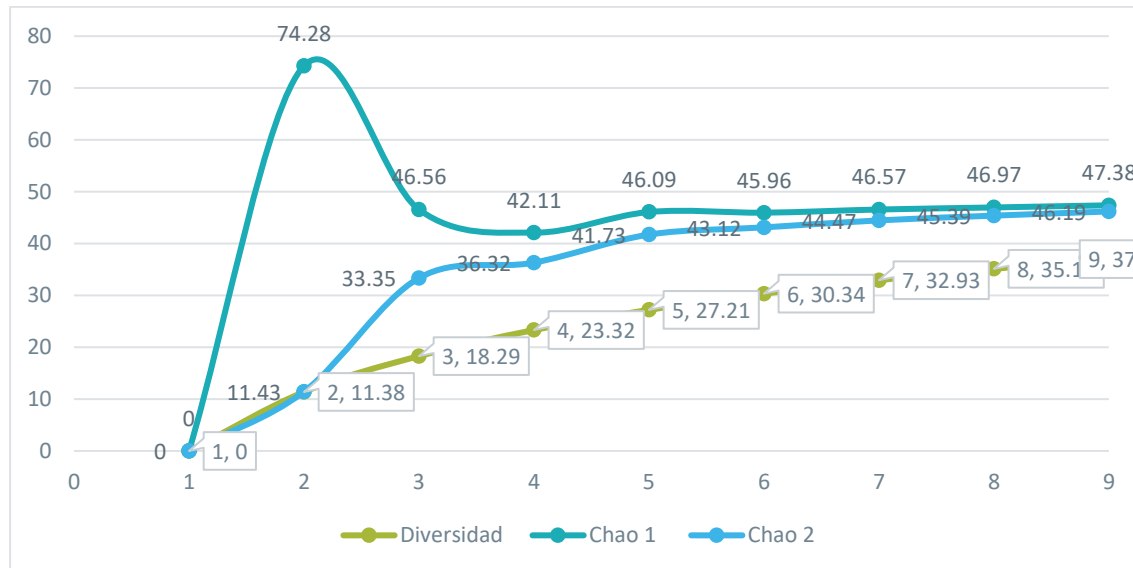


Figura 6-150 Curva de Acumulación de las Especies Registradas en los Puntos de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis de Similitud de Jaccard entre los Transectos Cualitativos Asociados a los Cuantitativos

El coeficiente de similitud de Jaccard expresa el grado de semejanza entre dos muestras de acuerdo con las especies presentes en ellas. Va de 0 cuando no hay especies compartidas, hasta 1 cuando dos estaciones tienen la misma composición de especies. Teniendo en cuenta estos conceptos, se observa que existe una mayor relación de especies, siendo el caso de los puntos de muestreo PME-02 y PME-04 con un porcentaje de similitud del 0,625, que a su vez mantienen un 0,6 de similitud con el punto de muestreo PCE-01 y asociado a esto está PME-03 con el 0,4 de similitud. Mientras en otro grupo se asocian PME-01 y PCE-02 que mantienen similitud con PME-05, y estos a su vez con PME-06.

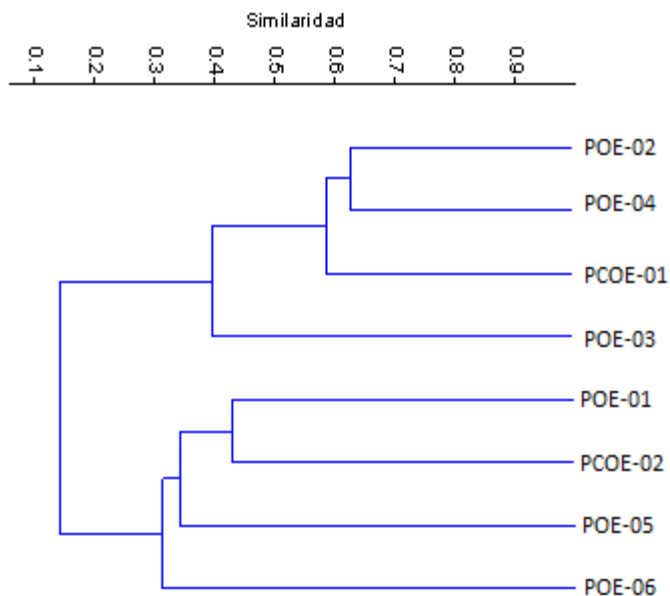


Figura 6-151 Análisis Clúster de Jaccard para los Puntos POE-01, POE-02, POE-03, POE-04, POE-05, POE-06, PCOE-01 y PCOE-02

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Análisis Cuantitativo

PME-02 (PME-02-TP; PME-02-VSR)

Se presenta a continuación los resultados obtenidos en PME-02.

PME-02-TP

Riqueza

En el punto de muestreo se registró un total siete individuos, pertenecientes a cinco especies, cinco géneros y cinco tribus. Este valor corresponde al 2,45 % del total de escarabajos registrados para el Ecuador ($n = 204$ sp.) según el listado de especies presentes y presuntas en el país (Moret, 2005). Se registró para este punto de muestreo a *Bembidion* como el género más representativo, que presentó un total de tres especies; seguido de los géneros *Bradycellus*, *Discolus*, *Dercylus* y *Blennidus* que registraron una especie cada uno.

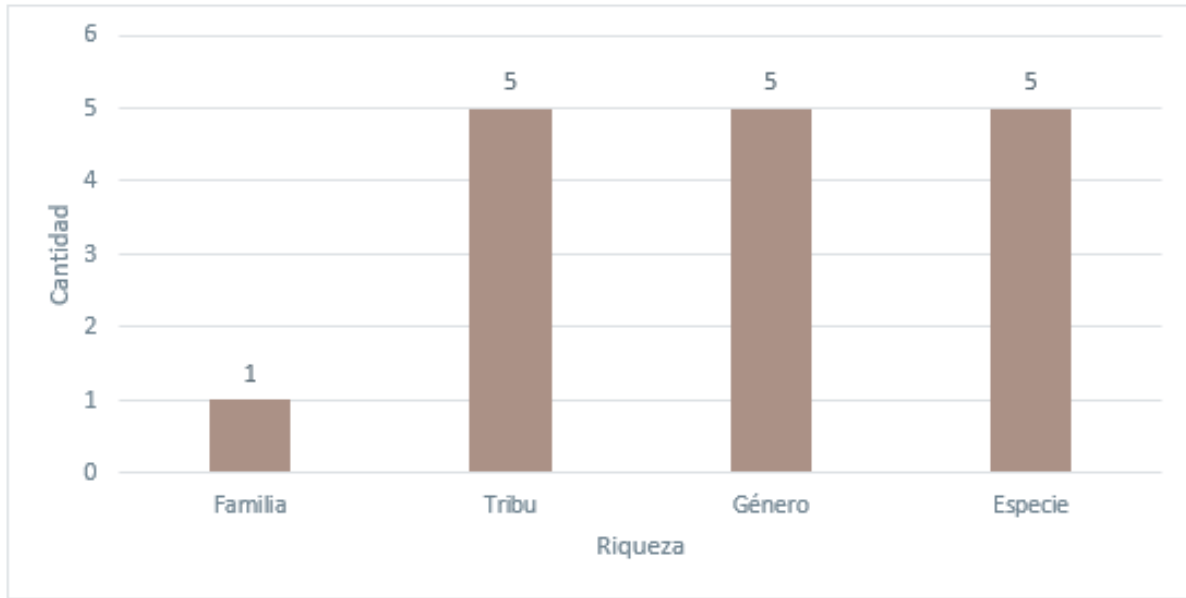


Figura 6-152 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-02-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se pudo registrar en este punto de muestreo un total de siete individuos de escarabajos, siendo *Bembidion* sp., con tres individuos, la especie con mayor presencia; seguida por *Bradycellus* sp., *Discolus araneus*, *Dercylus orbiculatus* y *Blennidus viridans*, con un registro cada una.

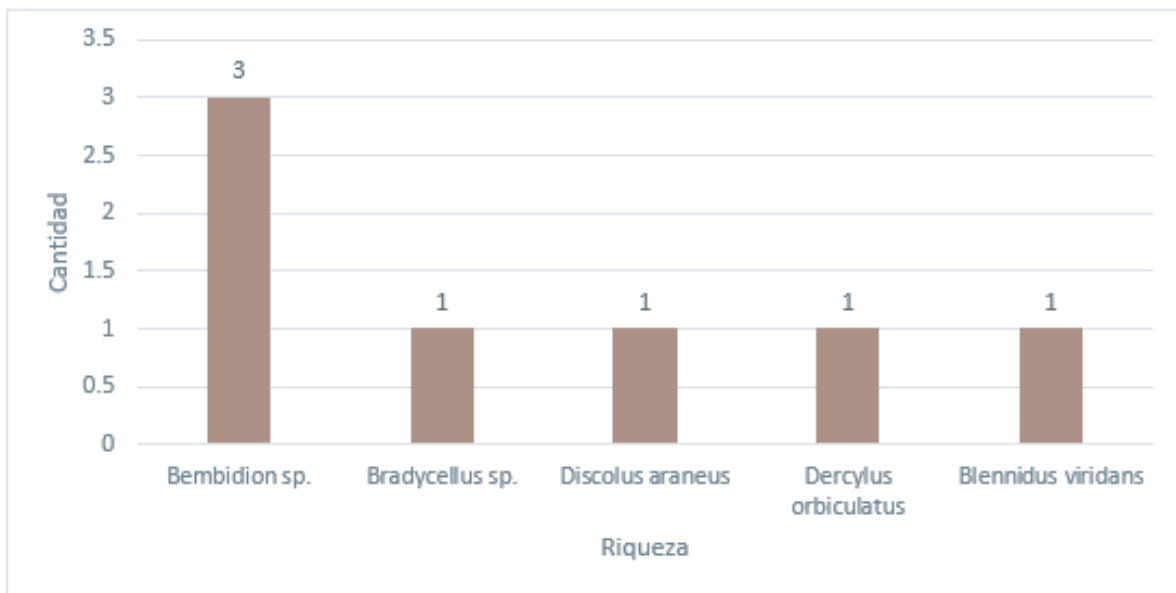


Figura 6-153 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-02-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Bembidion* sp., con un valor Pi igual a 0,43; seguida por *Bradycellus* sp., *Discolus araneus*, *Dercylus orbiculatus* y *Blennidus viridans*, con un valor Pi de 0,14 cada una.

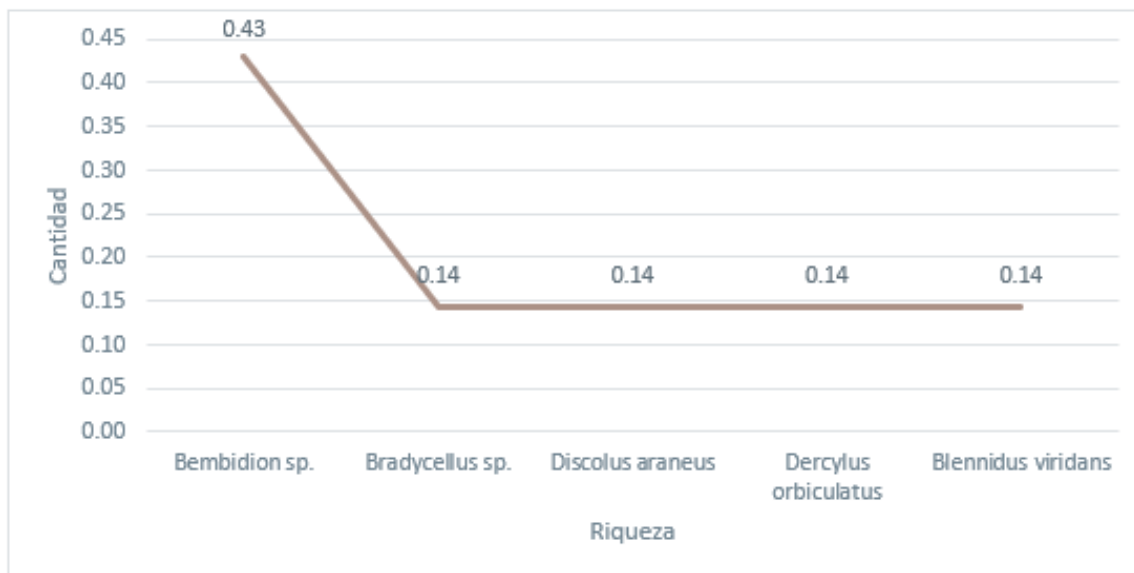


Figura 6-154 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-02-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registró que la muestra está constituida por cinco especies de categoría Raro debido al bajo número de registros, que conforman el 100 % de la muestra.



Figura 6-155 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-02-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

A pesar del bajo número de especies registradas ($n = 5$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon, siendo más eficiente para este caso la aplicación de índice de Simpson. Sin embargo, se aplicó ambos análisis de diversidad con el fin de demostrar los resultados obtenidos.

Shannon contempla el número de especies de escarabajos registradas en el punto de muestreo PM2_TP (o riqueza) y la cantidad relativa (abundancia relativa) de cada una de las especies. Con los datos obtenidos de riqueza y abundancia, se determinó que el punto de muestreo tiene una diversidad baja con un valor de 1,475, como se expresa en la siguiente tabla. Sin embargo, este valor puede estar subestimado cuando el tamaño de la muestra es pequeño o cuando se tiene pocos datos para el análisis.

Tabla 6-150 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-02-TP

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación de Shannon
PME-02-TP	5	7	1,475	Diversidad baja

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Mediante la aplicación de índice de Simpson se demostró que el área muestreada del proyecto Loma Larga presenta una diversidad alta, con 0,7347.

Tabla 6-151 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-02-TP

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
PME-02-TP	5	7	0,7347	Diversidad alta

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PME-02-VSR

Debido a las características propias y naturales del área de muestreo, no se pudo aplicar trampas Van Someren en este punto.

PCE-02 (PCE-02-TP; PCE-02-VSR)

Se presenta a continuación los resultados obtenidos en PCE-02.

PCE-02-TP

Riqueza

En el punto de muestreo se registró un total de una especie perteneciente a un género y una tribu. Este valor corresponde al 0,40 % del total de escarabajos registrados para el Ecuador ($n = 204$ sp.) según el listado de especies presentes y presuntas en el país (Moret, 2005). Se registró para este punto de muestreo a *Bradycellus* como el único género presente en el área muestreada del proyecto Loma Larga.

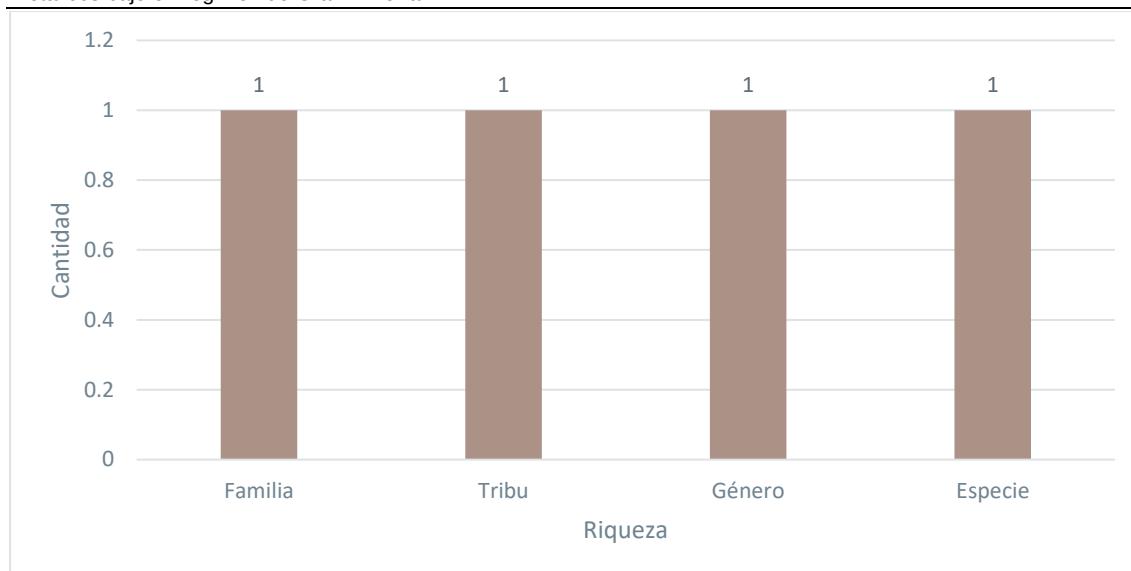


Figura 6-156 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PCE-02-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se pudo registrar en este punto de muestreo un total de seis individuos de escarabajos, siendo *Bradycellus* sp. la única especie presente en la zona.

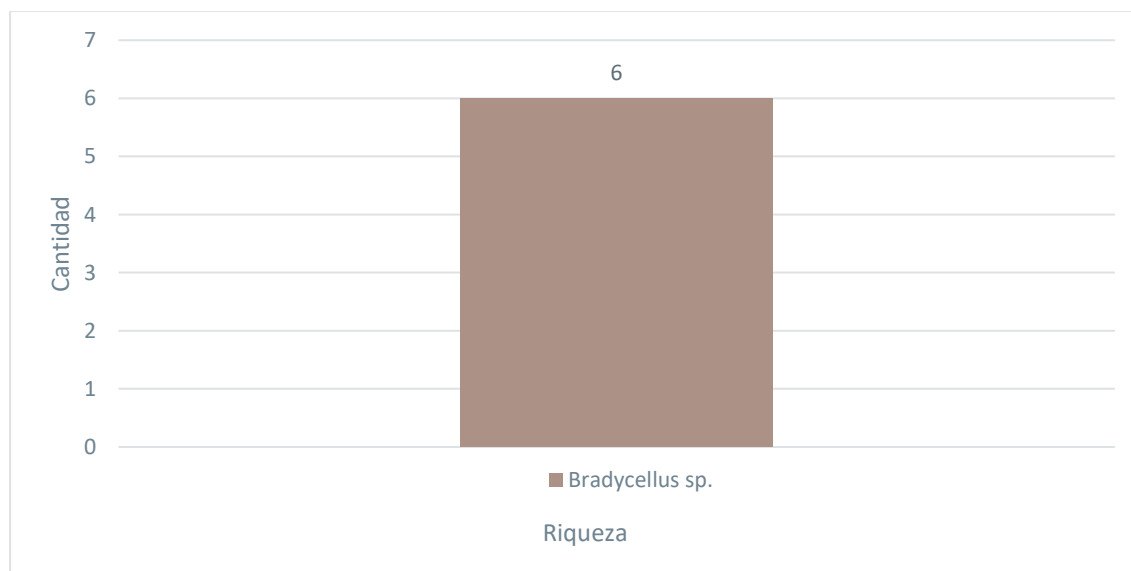


Figura 6-157 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PCE-02-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Bembidion* sp., con un valor Pi igual a 1, ya que fue la única especie presente en esta área.

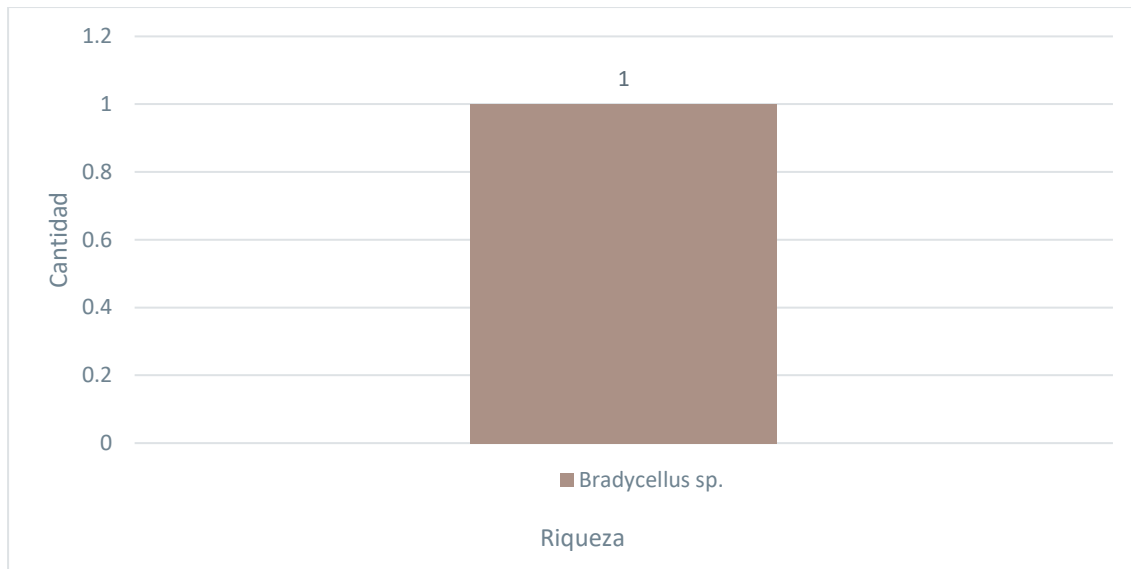


Figura 6-158 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registró que la muestra está constituida por una especie de categoría Común debido al número de registros, que conforma el 100 % de la muestra.

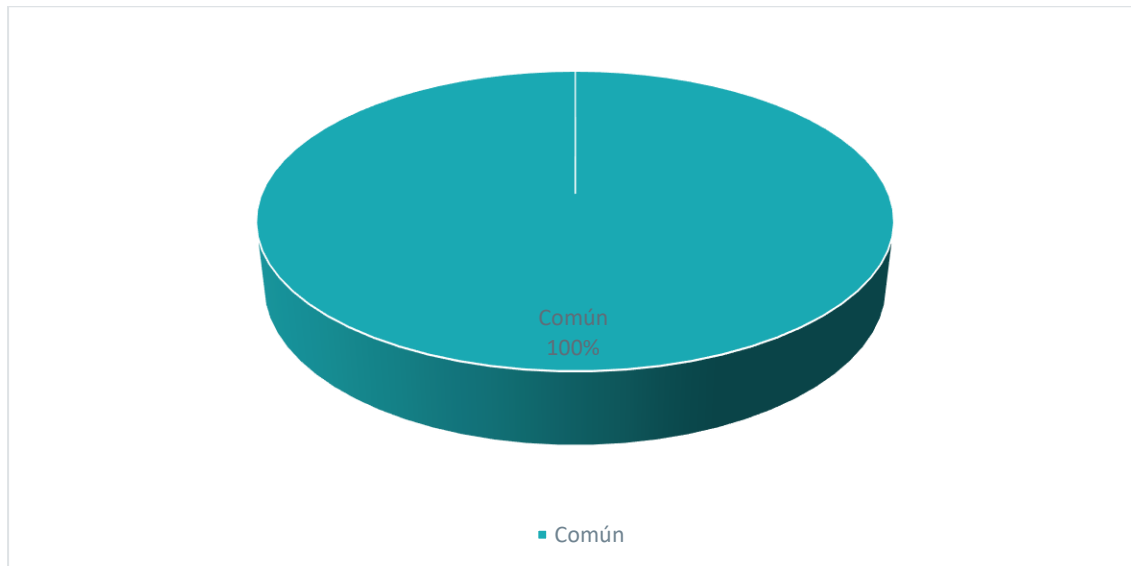


Figura 6-159 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

Debido al bajo número de especies registradas en este punto ($n = 1$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon y Simpson debido a que no existen otras especies con las cuales ejercer el análisis, estos pueden resultar en 0 o a su vez extrapolar la información.

PCE-02-VSR

Riqueza

En este punto de muestreo se registró una especie de mariposa diurna que está distribuida en un género, una tribu y una familia.

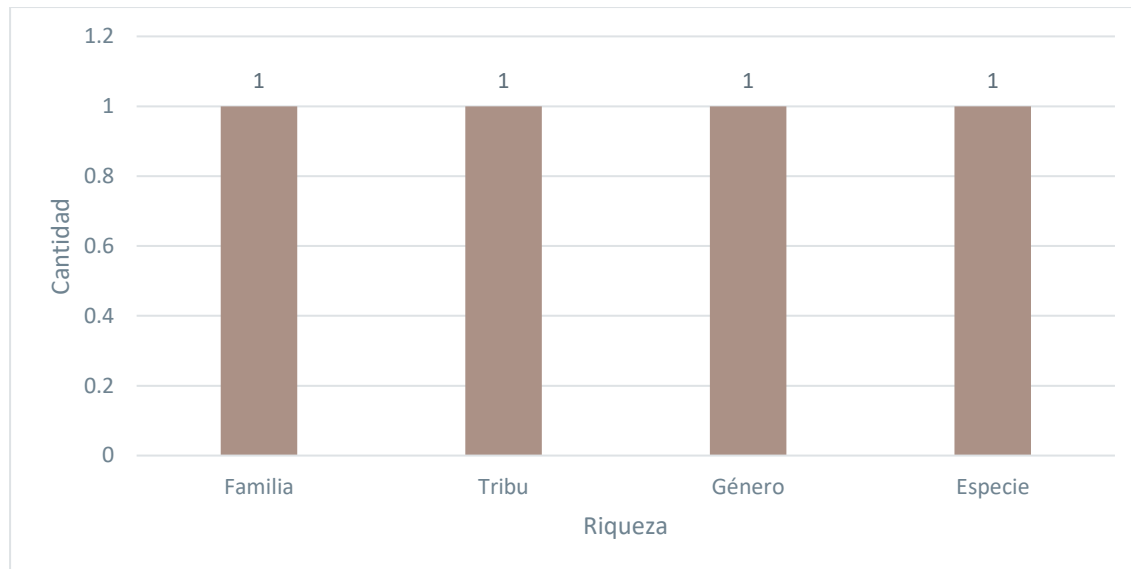


Figura 6-160 Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se registró dentro de este punto de muestreo dos individuos en total, determinando a *Altopedaliodes nucea* como única especie registrada en el área de muestreo.

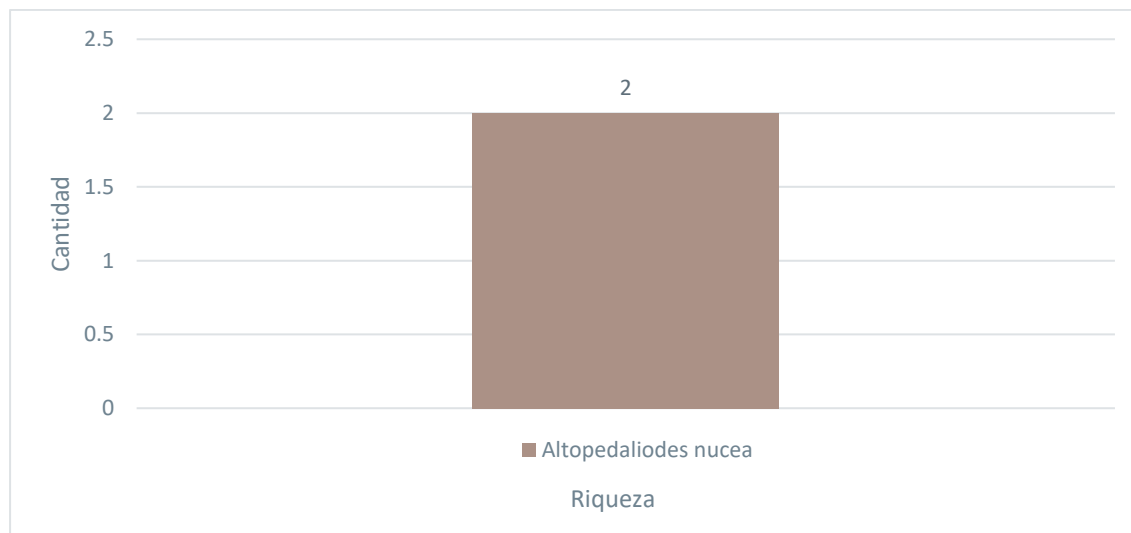


Figura 6-161 Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Altopedaliodes nucea*, con un valor de Pi igual a 1 debido a que fue la única especie registrada.

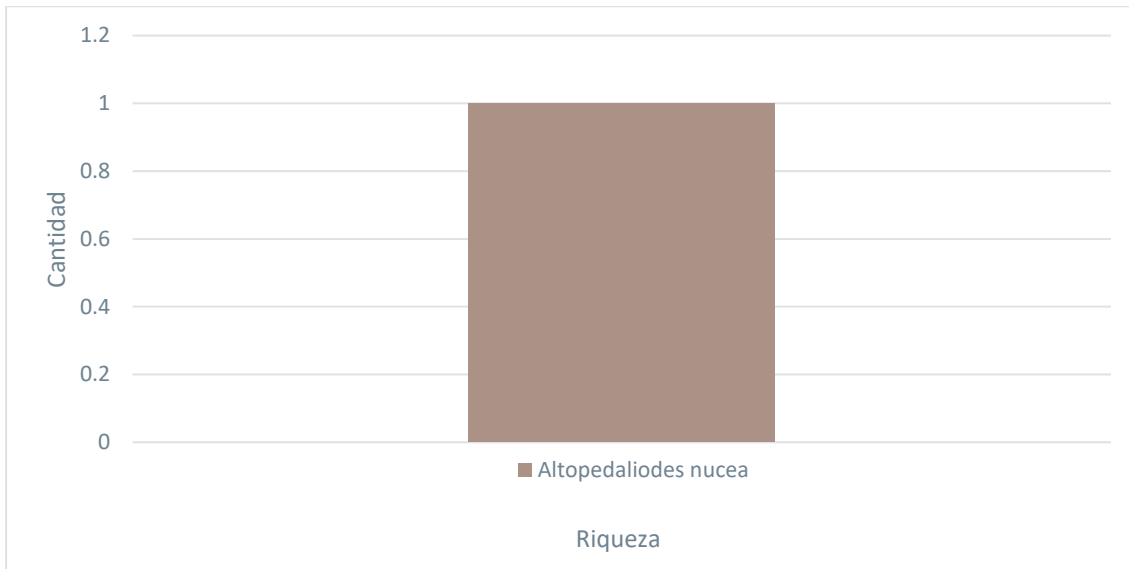


Figura 6-162 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registró que la muestra está constituida por una especie de categoría Raro debido al número de registros, que conforma el 100 % de la muestra.

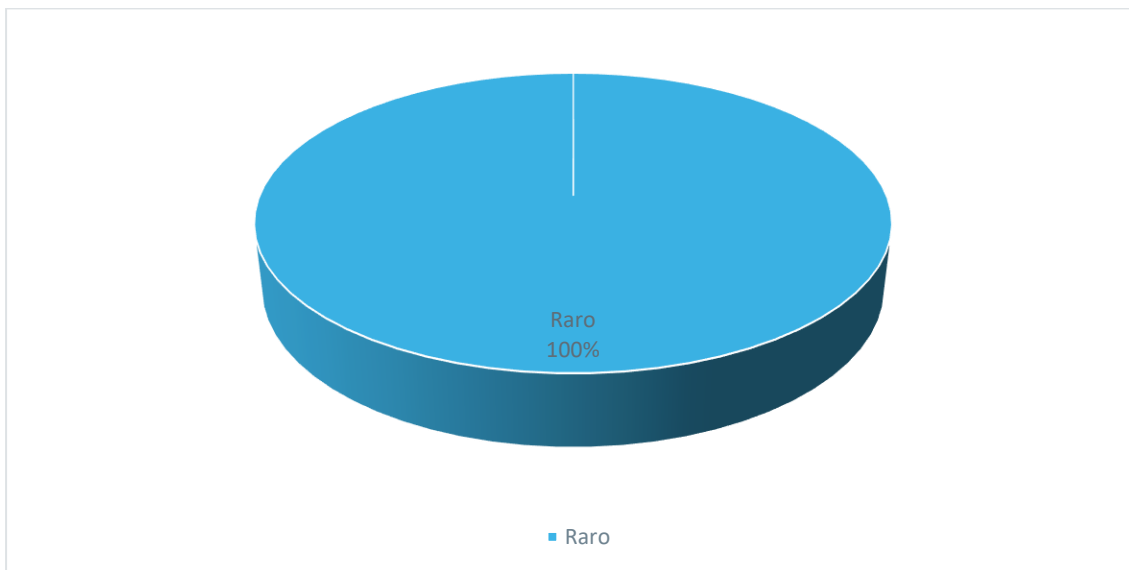


Figura 6-163 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PCE-02-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

Debido al bajo número de especies registradas en este punto ($n = 1$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon y Simpson debido a que no existen otras especies con las cuales ejercer el análisis, estos pueden resultar en 0 o a su vez extrapolar la información.

PCE-01 (PCE-01-TP; PCE-01-VSR)

Se presenta a continuación los resultados obtenidos en PCE-01.

PCE-01-TP

Riqueza

En el punto de muestreo se registró un total 13 individuos, pertenecientes a tres especies, tres géneros y tres tribus. Este valor corresponde al 1,47 % del total de escarabajos registrados para el Ecuador ($n = 204$ sp.) según el listado de especies presentes y presuntas en el país (Moret, 2005). Se registró para este punto de muestreo a *Dercylus* como el género más representativo, que presentó un total de una especie y 11 registros; seguido de los géneros *Bradycellus* y *Blennidus*, que registraron una especie cada uno.

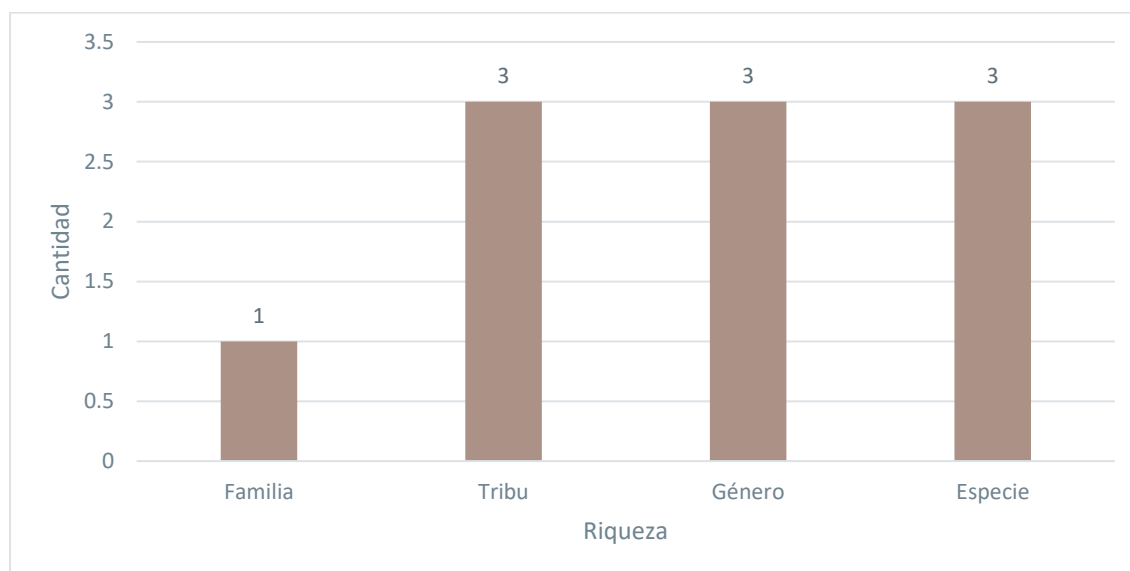


Figura 6-164 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PCE-01-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se pudo registrar en este punto de muestreo un total de 13 individuos de escarabajos, siendo *Dercylus orbiculatus* la especie con mayor presencia, con 11 individuos; seguida por *Bradycellus* sp. y *Blennidus viridans*, con un registro cada una.

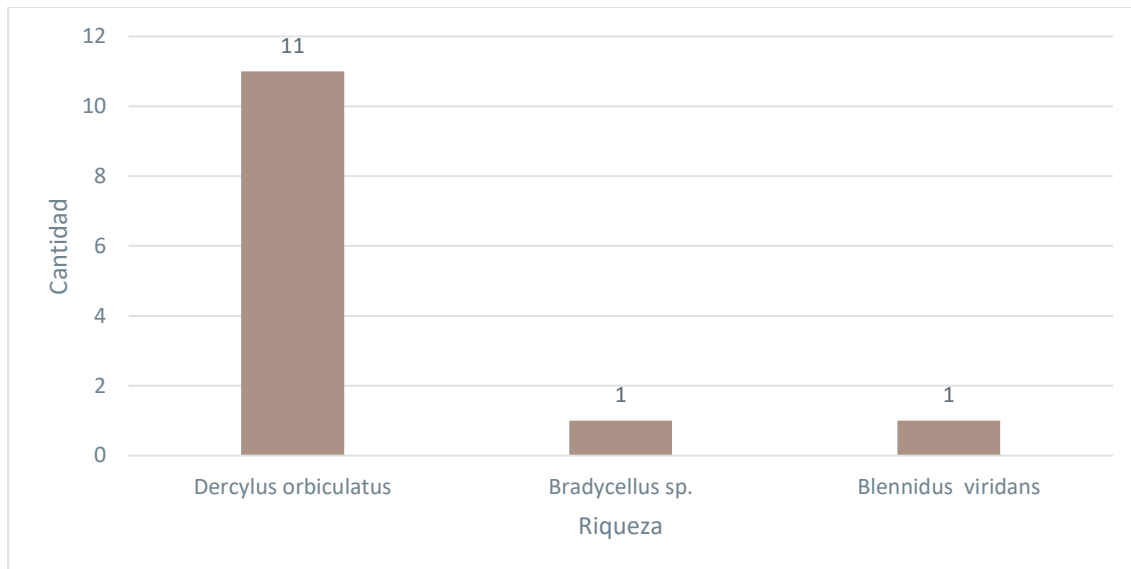


Figura 6-165 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PCE-01-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Dercylus orbiculatus*, con un valor Pi igual a 0,8; seguida por *Bradycellus sp.* y *Blennidus viridans*, con un valor Pi de 0,1 cada una.

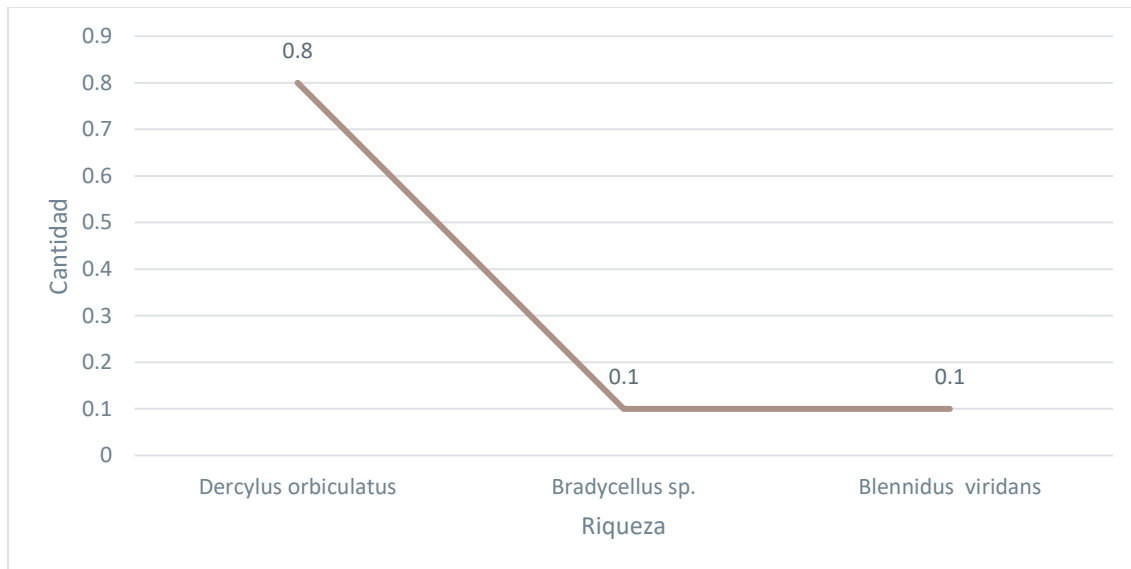


Figura 6-166 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PCE-01-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registró que la muestra está constituida por tres especies que están dentro de dos categorías: Raro, las especies *Bradycellus sp.* y *Blennidus viridans*; y Abundante, la especie *Dercylus orbiculatus* según el número de registros, que conforman el 100 % de la muestra.

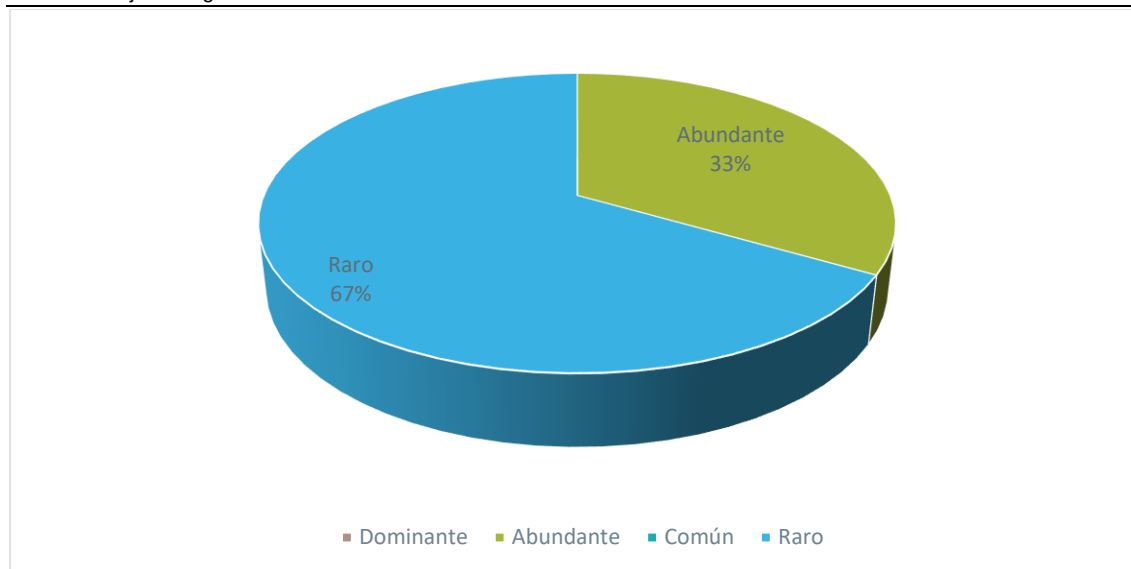


Figura 6-167 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PCE-01-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

A pesar del bajo número de especies registradas ($n = 3$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon, siendo más eficiente para este caso la aplicación de índice de Simpson. Sin embargo, se aplicó ambos análisis de diversidad con el fin de demostrar los resultados obtenidos.

Shannon contempla el número de especies de escarabajos registradas en el punto de muestreo PCE-01-TP (o riqueza) y la cantidad relativa (abundancia relativa) de cada una de las especies. Con los datos obtenidos de riqueza y abundancia se determinó que el punto de muestreo tiene una diversidad baja, con un valor de 0,536, como se expresa en la siguiente tabla. Sin embargo, este valor puede estar subestimado cuando el tamaño de la muestra es pequeño o cuando se tiene pocos datos para el análisis.

Tabla 6-152 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PCE-01-TP

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación de Shannon
PCE-01-TP	3	13	0,536	Diversidad baja

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Mediante la aplicación del índice de Simpson se demostró que el área muestreada del proyecto Loma Larga presenta una diversidad baja, con 0,2722.

Tabla 6-153 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PCE-01-TP

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
PCE-01-TP	3	13	0,2722	Diversidad baja

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PCE-01-VSR

Debido a las características y condiciones propias y naturales del área de muestreo no se pudo aplicar trampas Van Someren en este punto.

PME-06 (PME-06-TP; PME-06-VSR)

Se presenta a continuación los resultados obtenidos en PME-06.

PME-06-TP

Riqueza

En el punto de muestreo se registró un total de una especie perteneciente a un género y una tribu. Este valor corresponde al 0,40 % del total de escarabajos registrados para el Ecuador (n = 204 sp.) según el listado de especies presentes y presuntas en el país (Moret, 2005). Se registró para este punto de muestreo a *Dercylus* como el único género presente en el área muestreada del proyecto Loma Larga.

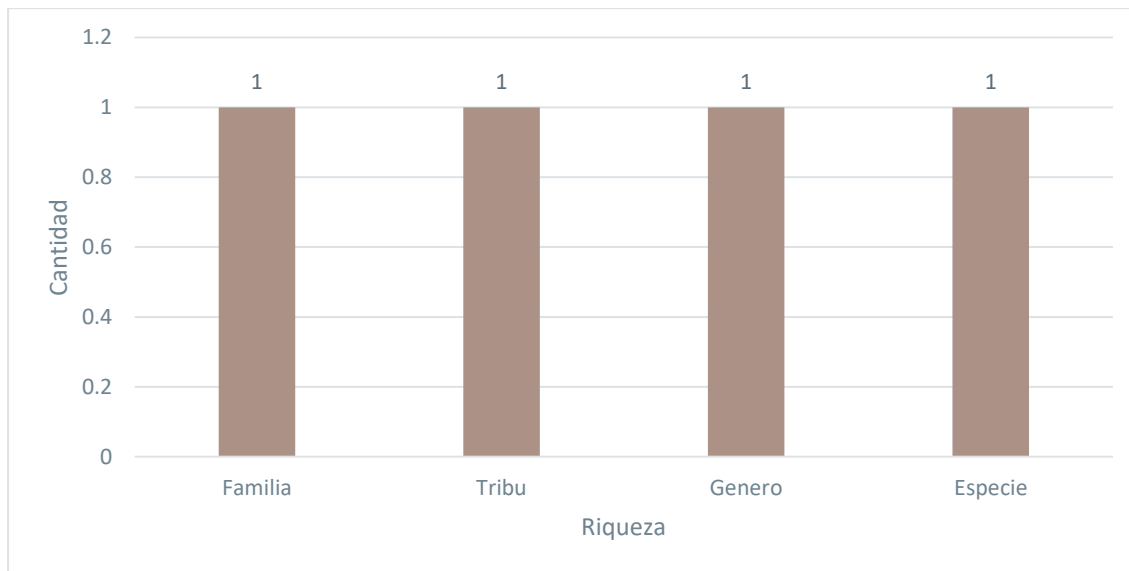


Figura 6-168 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-06-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se pudo registrar en este punto de muestreo un total de tres individuos de escarabajos, siendo *Dercylus orbiculatus* la única especie presente en la zona.

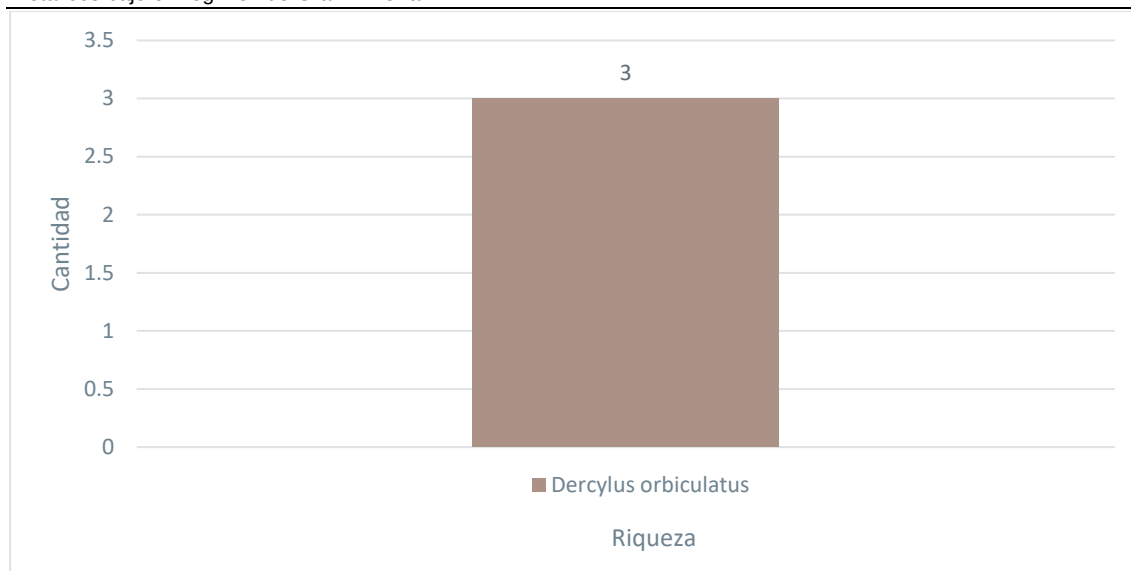


Figura 6-169 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-06-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Dercylus orbiculatus* con un valor Pi igual a 1, ya que fue la única especie presente en esta área.

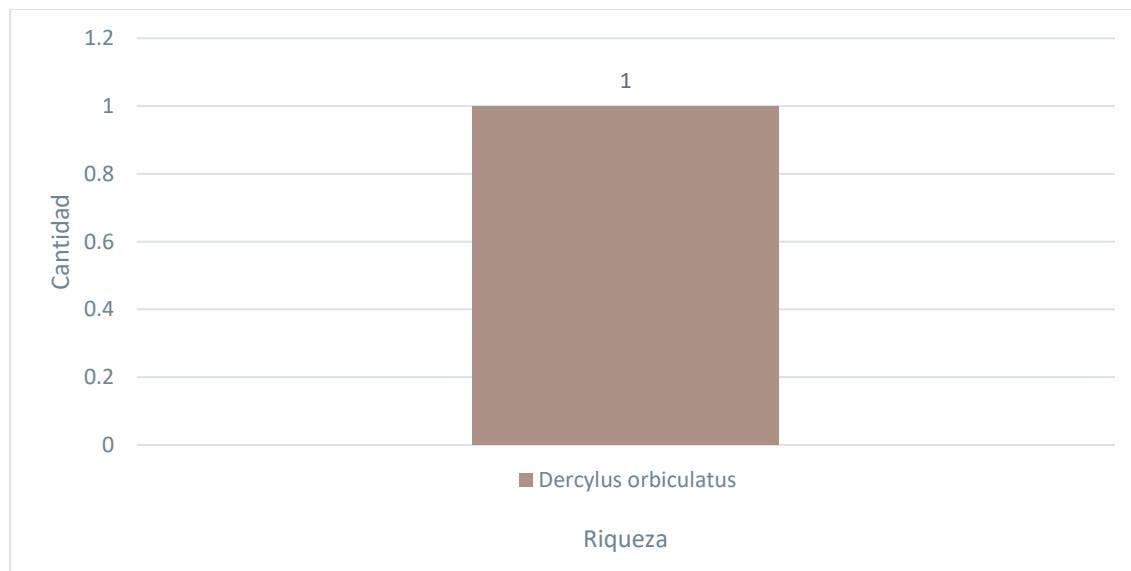


Figura 6-170 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registró que la muestra está constituida por una especie de categoría Raro debido al número de registros, que conforma el 100 % de la muestra.

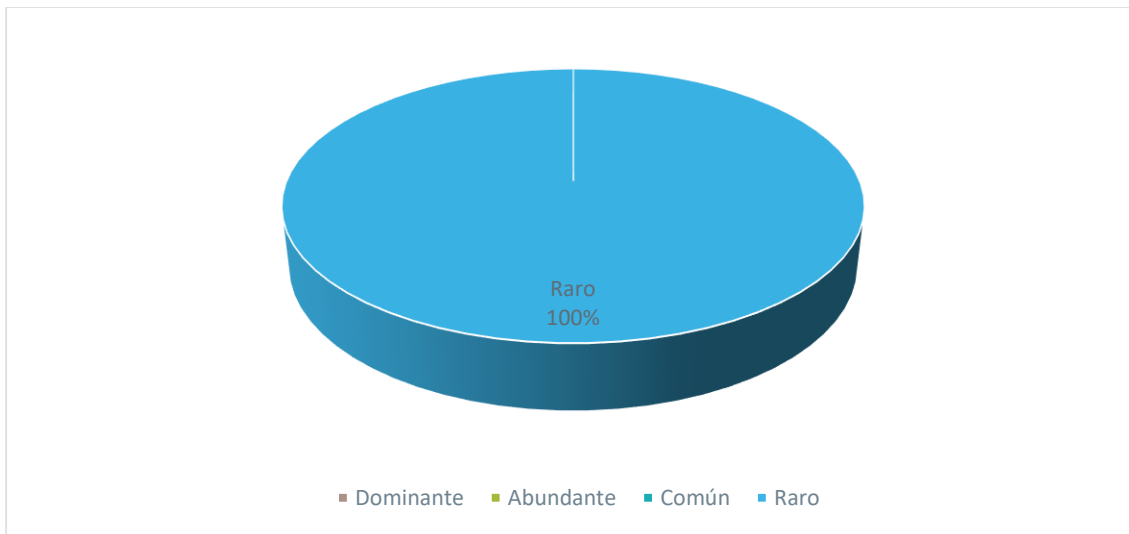


Figura 6-171 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

Debido al bajo número de especies registradas en este punto ($n = 1$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon y Simpson debido a que no existen otras especies con las cuales ejercer el análisis, estos pueden resultar en 0 o a su vez extrapolar la información.

PME-06-VSR

Riqueza

En este punto de muestreo se registró una especie de mariposa diurna que está distribuida en un género, una tribu y una familia.



Figura 6-172 Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se registró dentro de este punto de muestreo a dos individuos en total, determinando a *Altopedaliodes nucea* como única especie registrada en el área de muestreo.

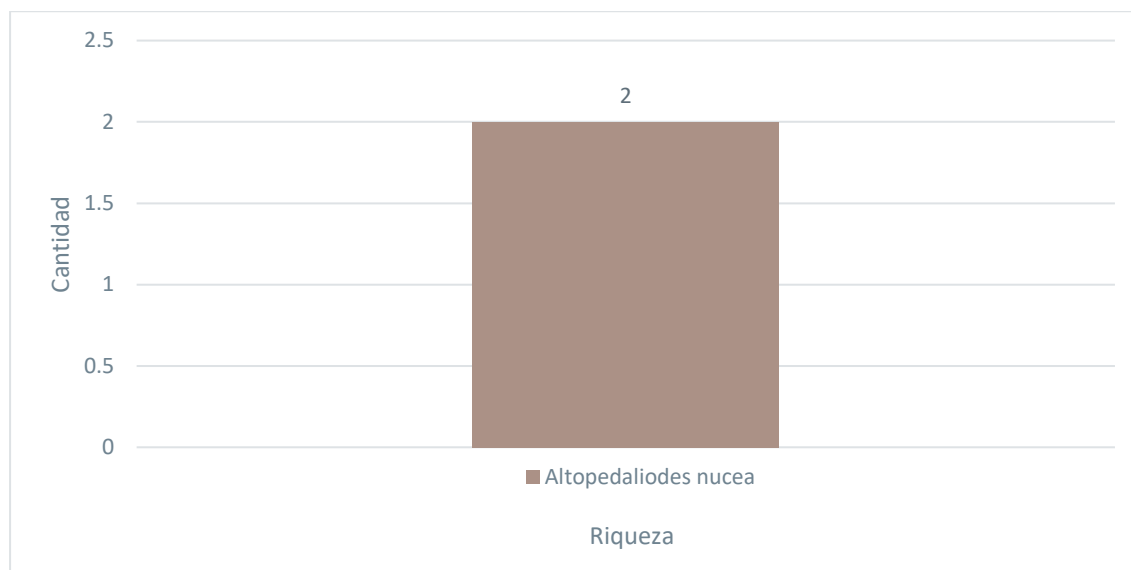


Figura 6-173 Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Altopedaliodes nucea*, con un valor de Pi igual a 1 debido a que fue la única especie registrada.

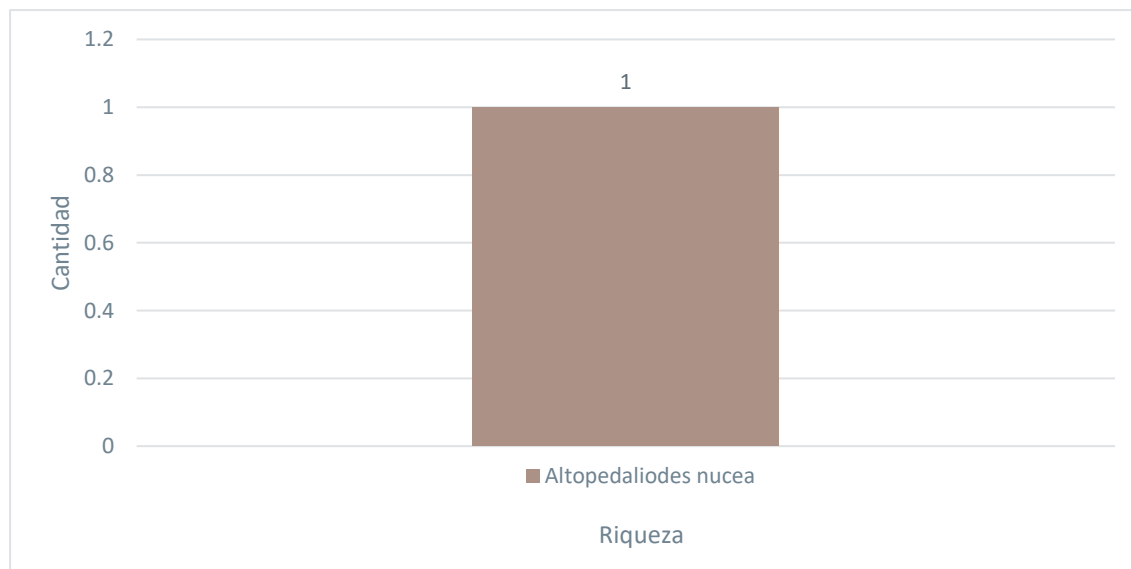


Figura 6-174 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registró que la muestra está constituida por una especie de categoría Raro debido al número de registros, que conforma el 100 % de la muestra.

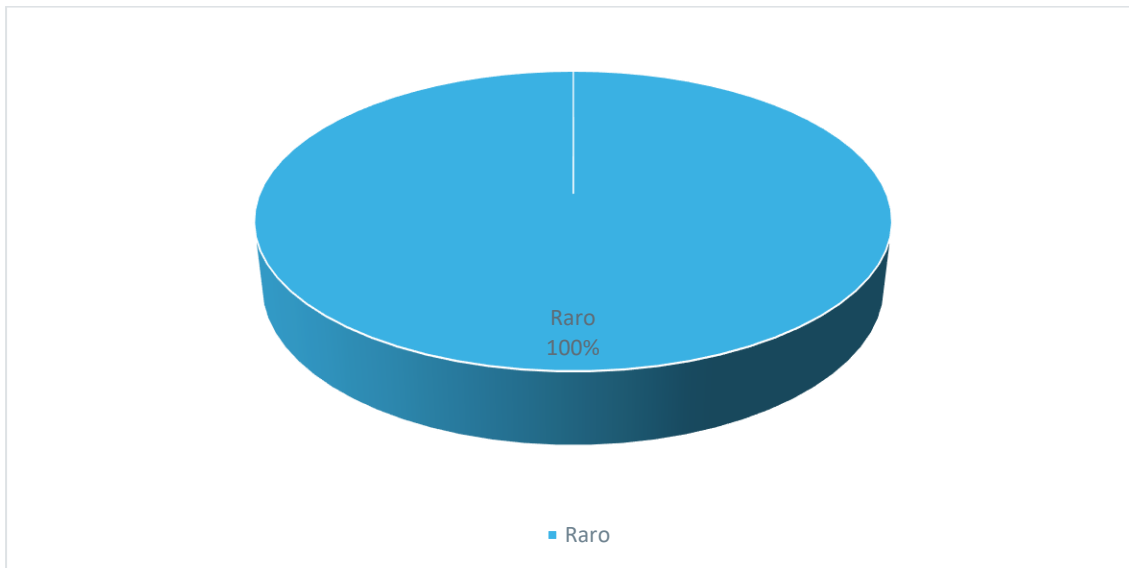


Figura 6-175 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-06-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

Debido al bajo número de especies registradas en este punto ($n = 1$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon y Simpson debido a que no existen otras especies con las cuales ejercer el análisis, estos pueden resultar en 0 o a su vez extrapolar la información.

PME-04 (PME-04-TP; PM4 VSR)

Se presenta a continuación los resultados obtenidos en PME-04.

PME-04-TP

Riqueza

En el punto de muestreo se registró un total de una especie perteneciente a un género y una tribu. Este valor corresponde al 0,40 % del total de escarabajos registrados para el Ecuador ($n = 204$ sp.) según el listado de especies presentes y presuntas en el país (Moret, 2005). Se registró para este punto de muestreo a *Blennidus* como el único género presente en el área muestreada del proyecto Loma Larga.



Figura 6-176 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-04-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se pudo registrar en este punto de muestreo un total de tres individuos de escarabajos, siendo *Blennidus viridans* la única especie presente en la zona.

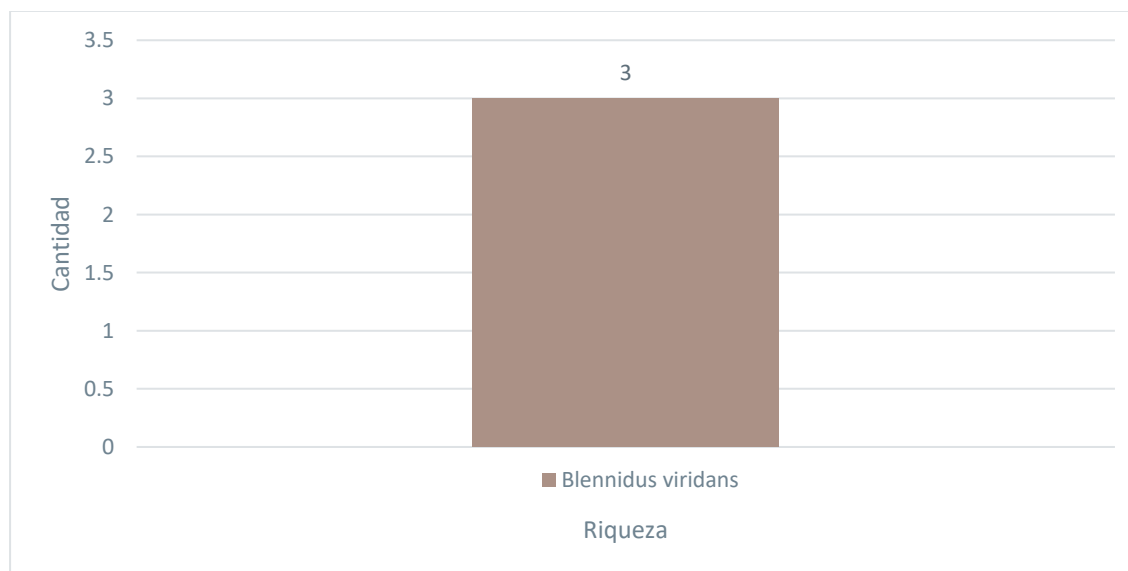


Figura 6-177 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-04-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Blennidus viridans*, con un valor Pi igual a 1, ya que fue la única especie presente en esta área.

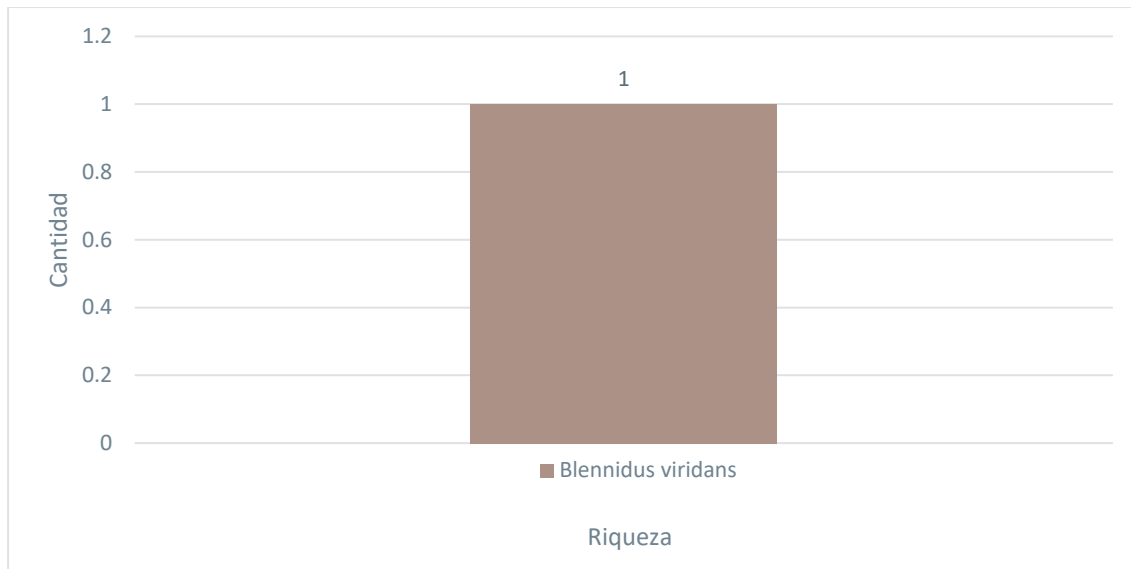


Figura 6-178 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-04-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registró que la muestra está constituida por una especie de categoría Raro debido al número de registros, que conforma el 100 % de la muestra.

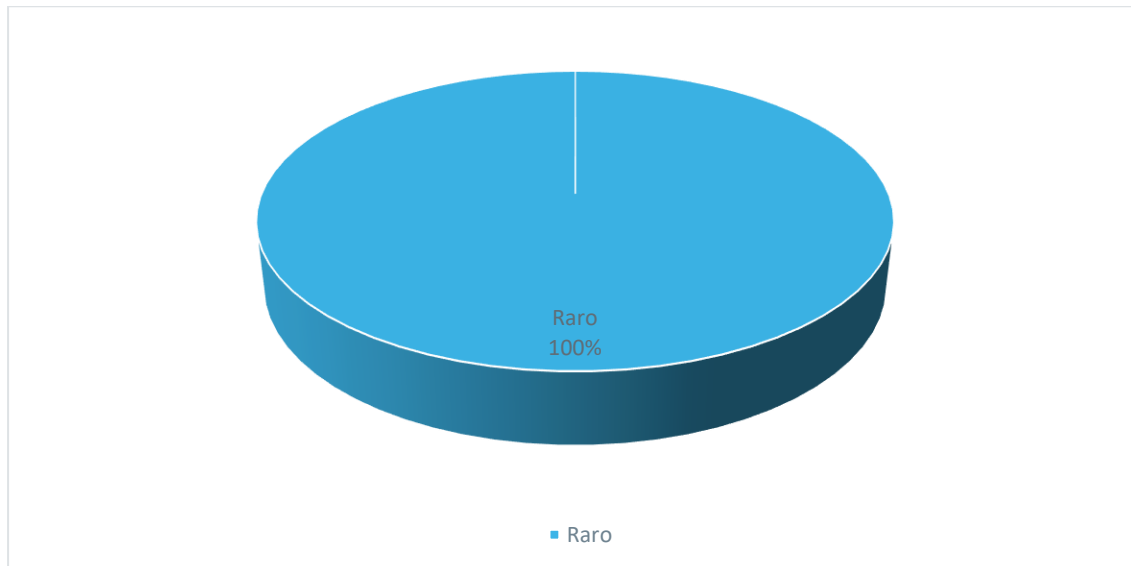


Figura 6-179 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-04-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

Debido al bajo número de especies registradas en este punto ($n = 1$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon y Simpson debido a que no existen otras especies con las cuales ejercer el análisis, estos pueden resultar en 0 o a su vez extrapolar la información.

PME-04_VSR

A pesar de que se aplicó la metodología establecida, no se obtuvieron resultados en esta área de muestreo bajo esta metodología.

PME-01 (PME-01-TP; PME-01-VSR)

Se presenta a continuación los resultados obtenidos en PME-01

PME-01-TP

Riqueza

En el punto de muestreo se registró un total de una especie perteneciente a un género y una tribu. Este valor corresponde al 0,40 % del total de escarabajos registrados para el Ecuador (n = 204 sp.) según el listado de especies presentes y presuntas en el país (Moret, 2005). Se registró para este punto de muestreo a *Dercylus* como el único género presente en el área muestreada del proyecto Loma Larga.

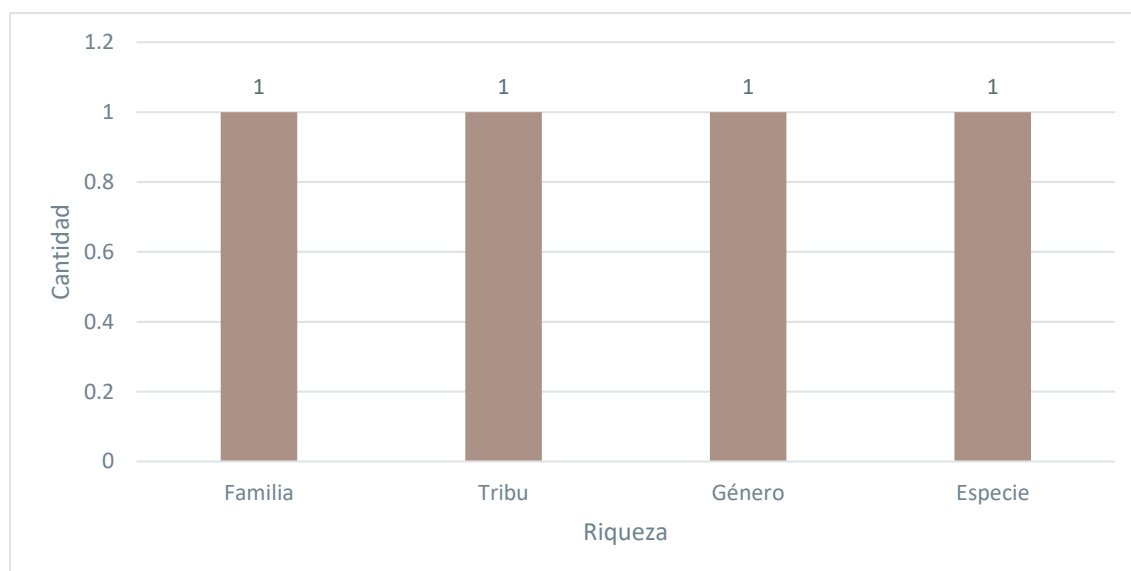


Figura 6-180 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-01-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se pudo registrar en este punto de muestreo un total de 39 individuos de escarabajos, siendo *Dercylus orbiculatus* la única especie presente en la zona.

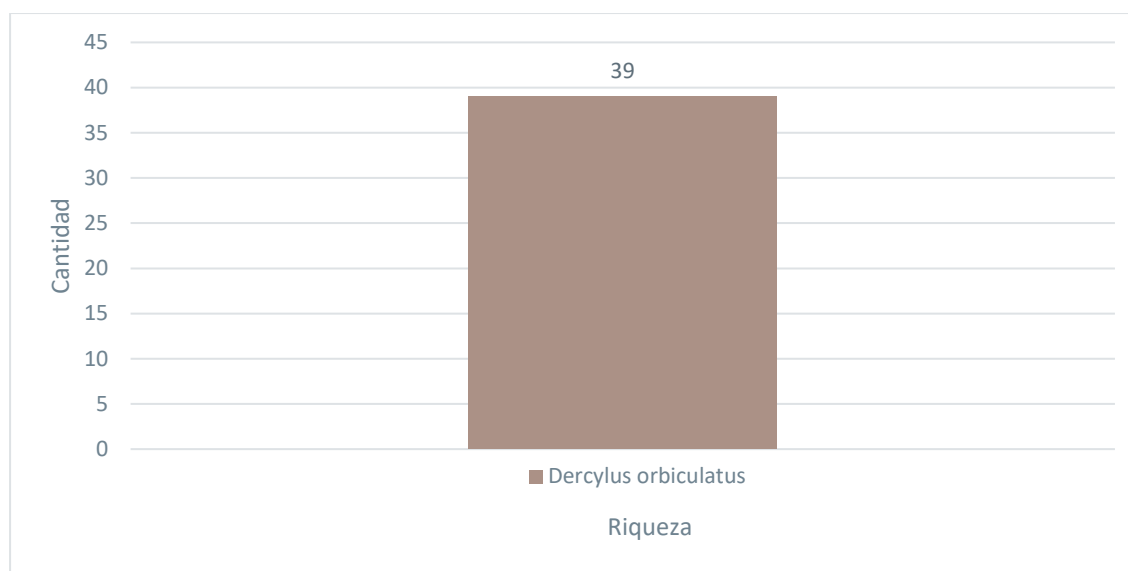


Figura 6-181 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-01-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Dercylus orbiculatus*, con un valor Pi igual a 1, ya que fue la única especie presente en esta área.

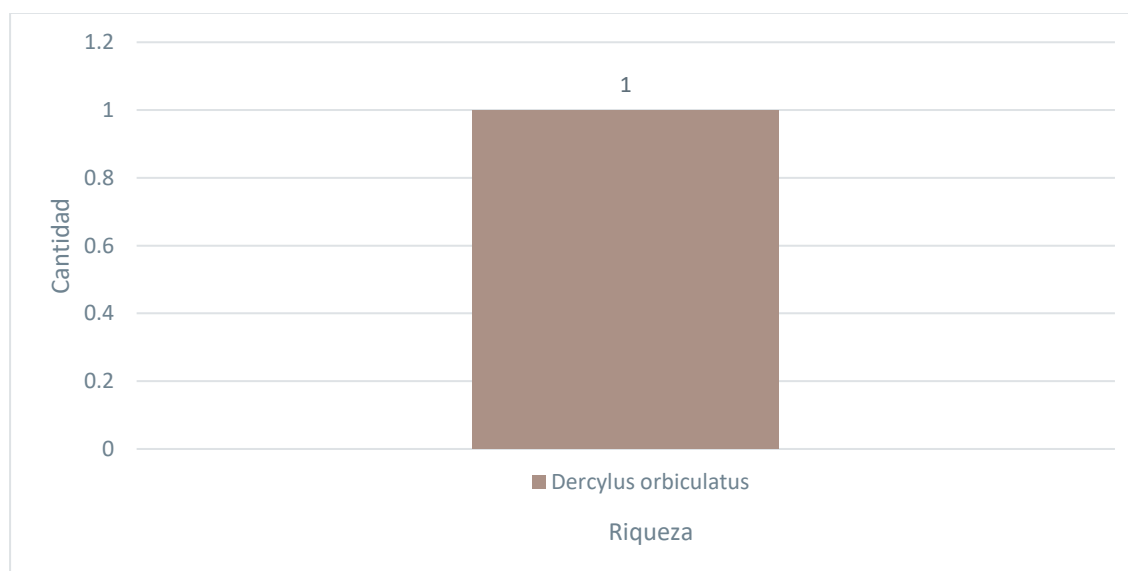


Figura 6-182 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-01-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registró que la muestra está constituida por una especie de categoría Abundante debido al número de registros, que conforman el 100 % de la muestra.

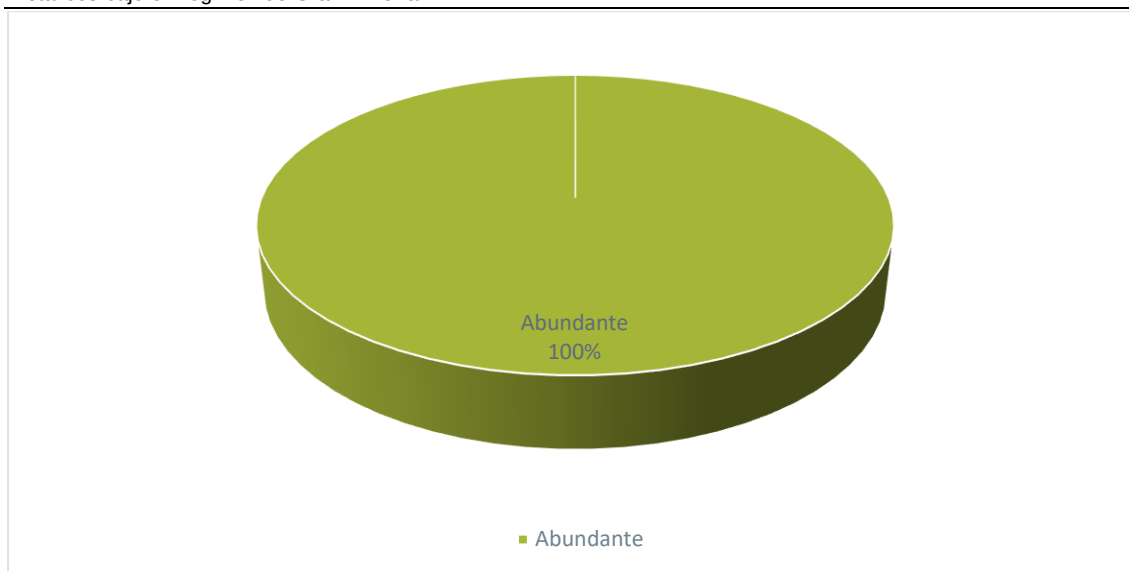


Figura 6-183 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-01-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

Debido al bajo número de especies registradas en este punto ($n = 1$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon y Simpson debido a que no existen otras especies con las cuales ejercer el análisis, estos pueden resultar en 0 o a su vez extrapolar la información.

PME-01-VSR

Debido a las características y condiciones propias y naturales del área de muestreo no se pudo aplicar trampas Van Someren en este punto.

PME-03 (PME-03-TP; PME-03-VSR)

Se presenta a continuación los resultados obtenidos en PME-03.

PME-03-TP

Riqueza

En el punto de muestreo se registró un total de siete especies pertenecientes a siete géneros y siete tribus. Este valor corresponde al 3,43 % del total de escarabajos registrados para el Ecuador ($n = 204$ sp.) según el listado de especies presentes y presuntas en el país (Moret, 2005). Se registró para este punto de muestreo a los géneros *Discolus*, *Germarostes*, *Deycylus*, *Blennidus*, *Bembidion*, *Ateuchus* y *Dichotomius* presentes en el área muestreada del proyecto Loma Larga.

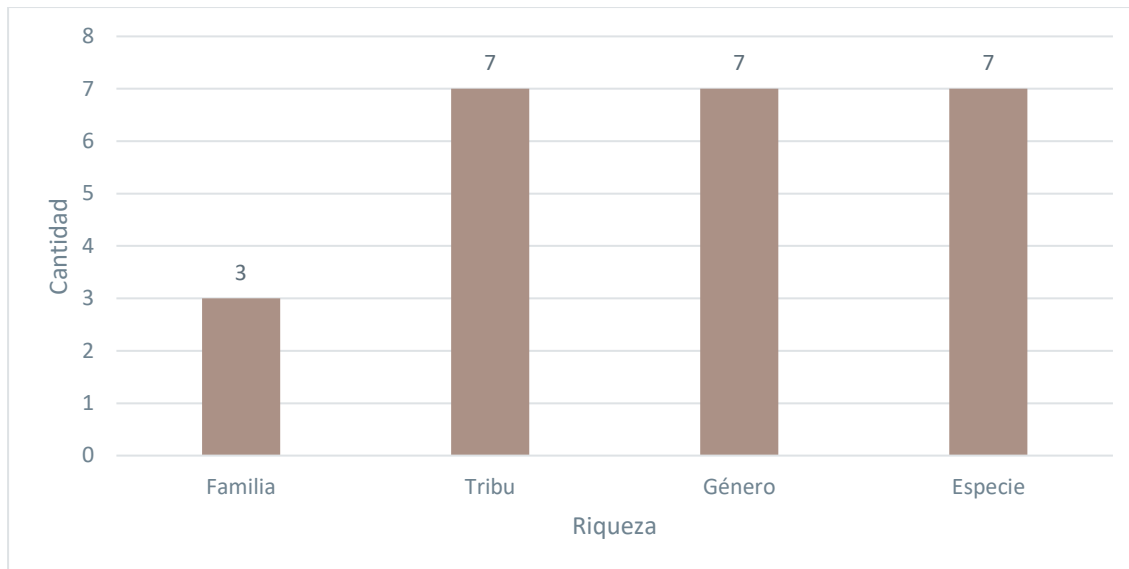


Figura 6-184 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-03-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se pudo registrar en este punto de muestreo un total de 32 individuos de escarabajos. *Dycercus orbiculatus* fue la especie con mayor número de registros (ocho); seguido por *Dichotomius Cotopaxi*, con siete registros; *Discolus araneus* y *Ateuchus sp.*, con seis registros; *Germarostes sp.* y *Bembidion sp.*, con dos registros cada uno. Finalmente, *Blennidus sp.*, con un registro.

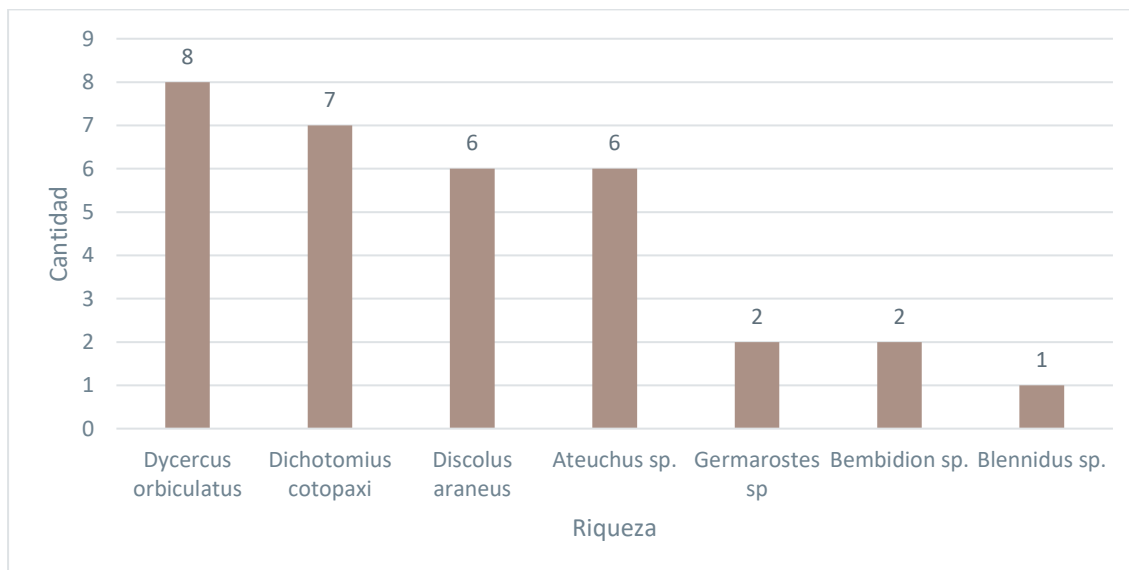


Figura 6-185 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-03-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Dycercus orbiculatus*, con un valor Pi de 0,25; seguido por *Dichotomius Cotopaxi*, un Pi de 0,22; *Discolus araneus* y *Ateuchus sp.*, con un Pi de 0,19; *Germarostes sp.* y *Bembidion sp.*, con un Pi de 0,06. Finalmente, *Blennidus sp.*, con un Pi de 0,03.

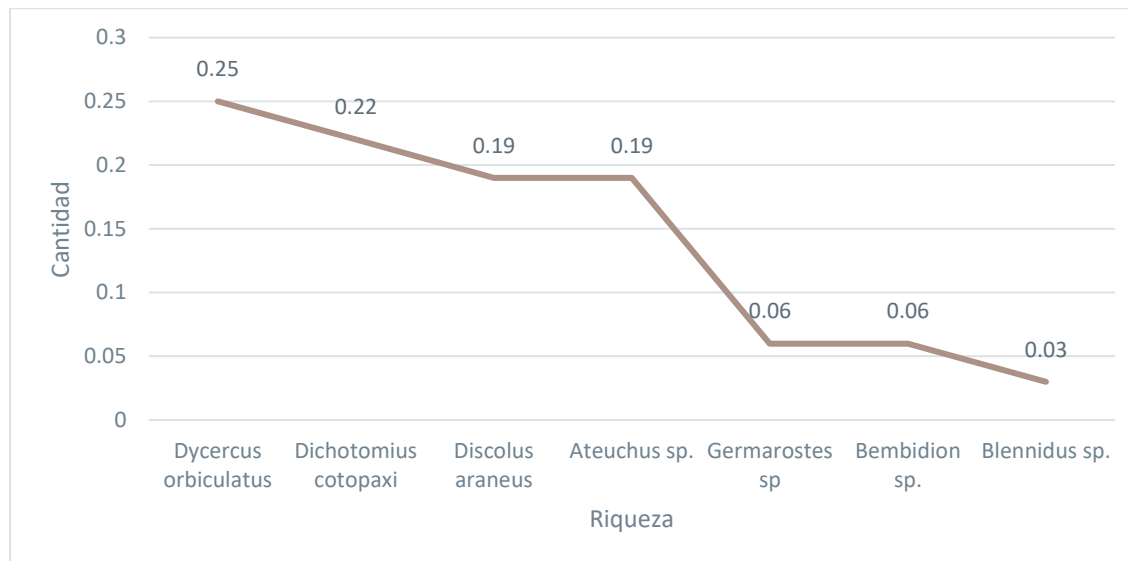


Figura 6-186 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Según los registros obtenidos, se registraron dos categorías asociadas a los especímenes colectados. Las especies catalogadas como Raro representaron el 43 % del total de la muestra, dentro de las que están: *Germarostes sp.*, *Bembidion sp.* y *Blennidus sp.* Otra categoría registrada fue la Común representada por el 57 % y dentro de la cual se encuentran *Dycercus orbiculatus*, *Dichotomius Cotopaxi*, *Discolus araneus* y *Ateuchus sp.* debido al número de registros, que conforman el 100 % de la muestra.

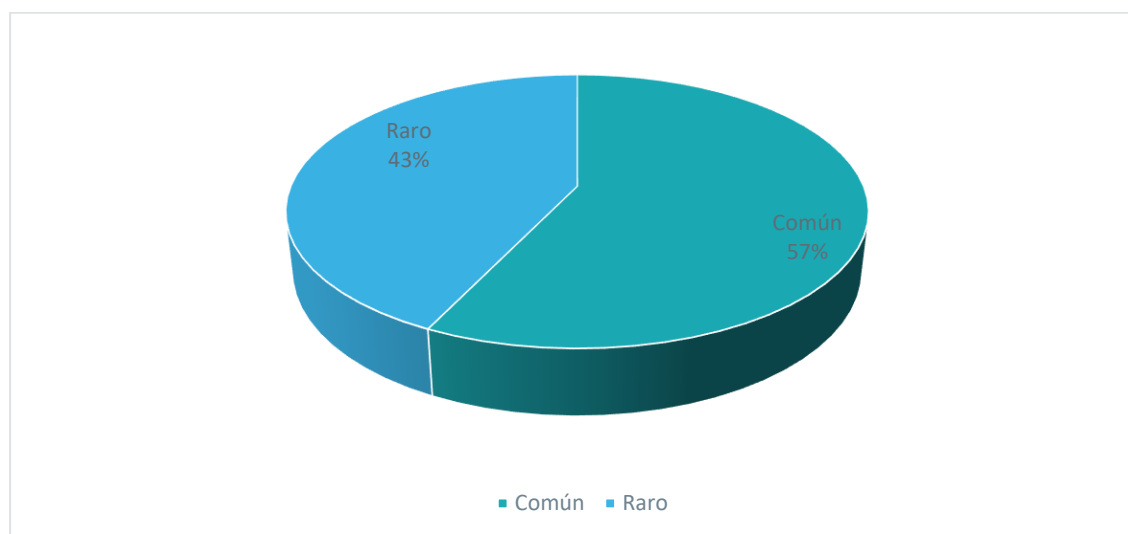


Figura 6-187 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

A pesar del bajo número de especies registradas ($n = 7$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon, siendo más eficiente para este caso la aplicación de índice de Simpson. Sin embargo, se aplicó ambos análisis de diversidad con el fin de demostrar los resultados obtenidos.

Shannon contempla el número de especies de escarabajos registradas en el punto de muestreo PME-03-TP (o riqueza) y la cantidad relativa (abundancia relativa) de cada una de las especies. Con los datos obtenidos de riqueza y abundancia se determinó que el punto de muestreo tiene una diversidad baja, con un valor de 1,762, como se expresa en la siguiente tabla. Sin embargo, este valor puede estar subestimado cuando el tamaño de la muestra es pequeño o cuando se tiene pocos datos para el análisis.

Tabla 6-154 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-03-TP

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación de Shannon
PME-03-TP	5	7	1,762	Diversidad media

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Asimismo, mediante la aplicación del índice Simpson se demostró que el área muestreada del proyecto Loma Larga presenta una diversidad alta, con 0,8105.

Tabla 6-155 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-03-TP

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
PME-03-TP	5	7	0,8105	Diversidad Alta

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

PME-03-VSR

Riqueza

En este punto de muestreo se registró una especie de mariposa diurna que está distribuida en un género, una tribu y una familia: Satyridae.

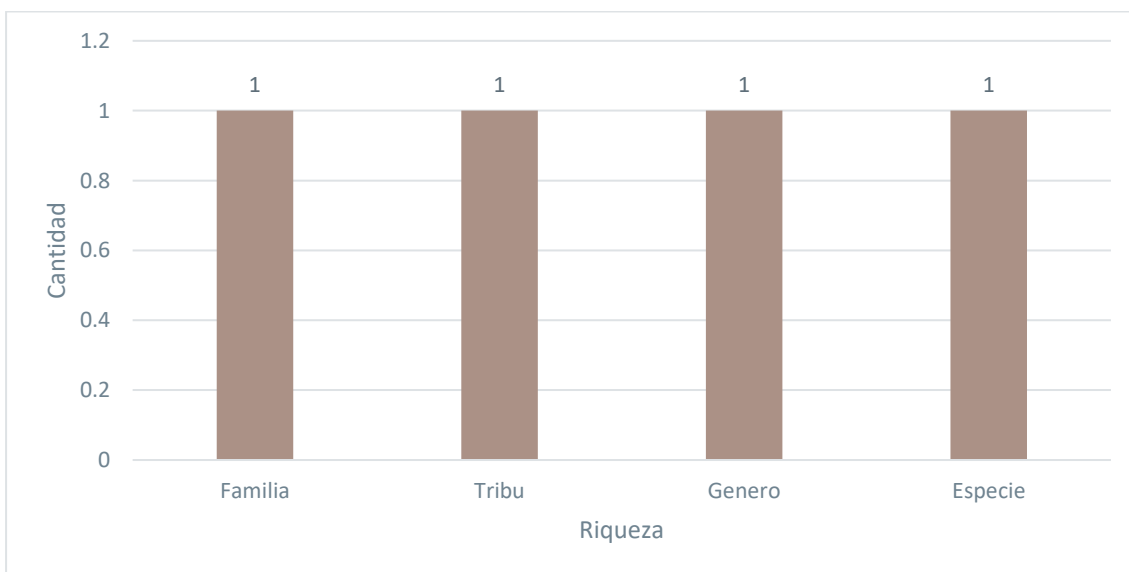


Figura 6-188 Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se registró dentro de este punto de muestreo un individuo en total determinando a *Pedaliodes manis* como única especie registrada en el área de muestreo.

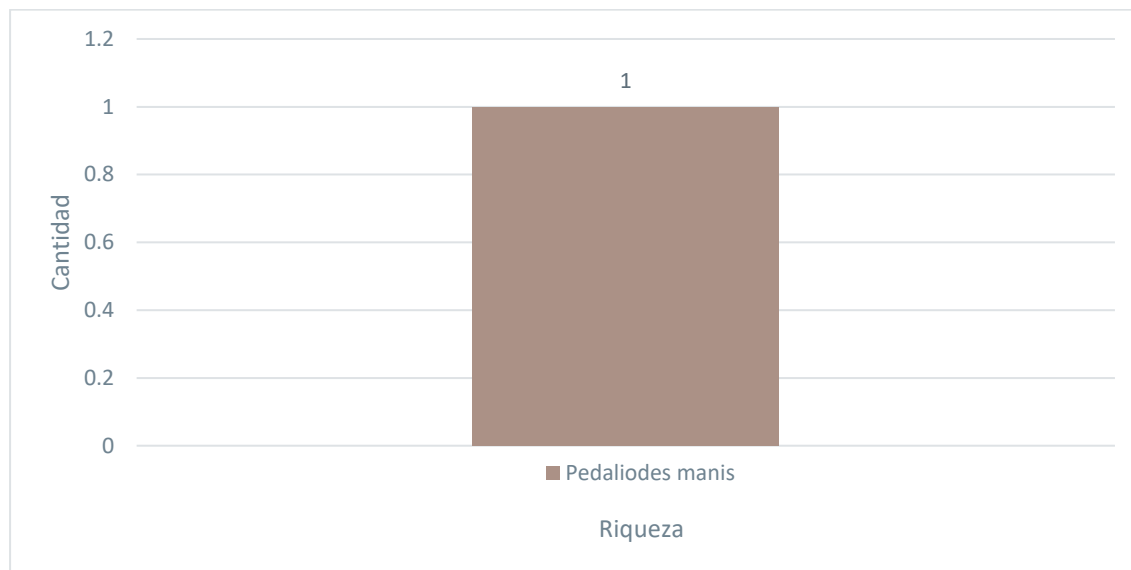


Figura 6-189 Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Pedaliodes manis*, con un valor de Pi igual a 1, debido a que fue la única especie registrada.

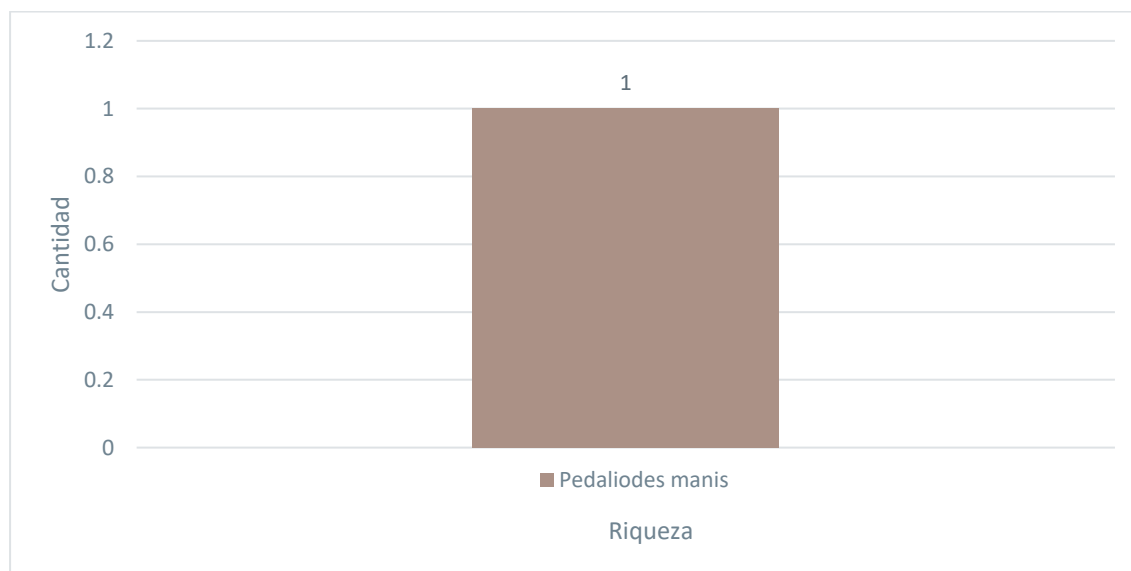


Figura 6-190 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registró que la muestra está constituida por una especie de categoría Raro debido al número de registros, que conforma el 100 % de la muestra.

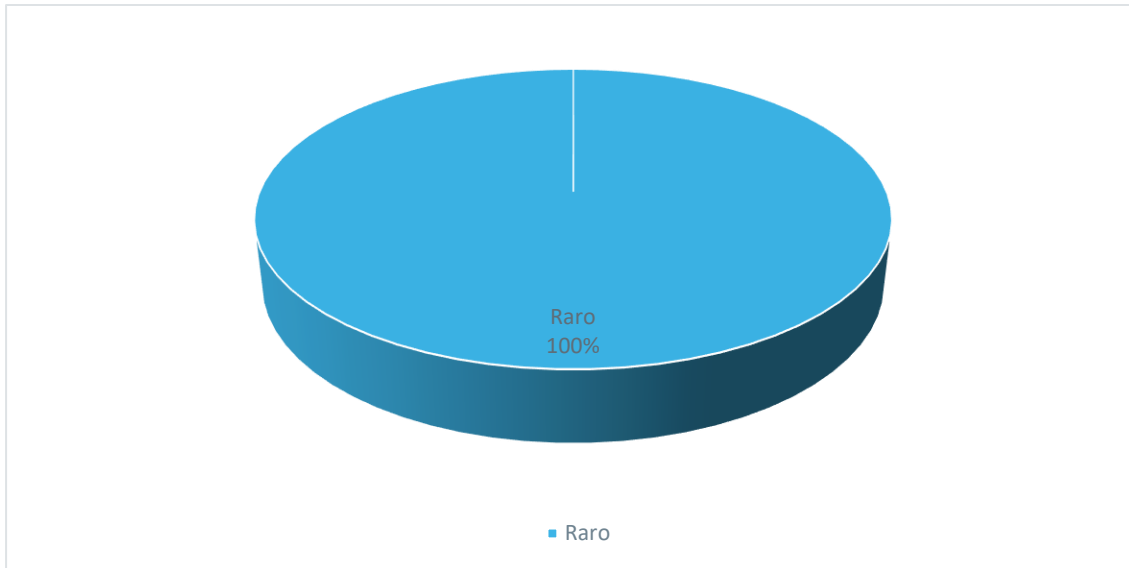


Figura 6-191 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-03-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

Debido al bajo número de especies registradas en este punto ($n = 1$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon y Simpson debido a que no existen otras especies con las cuales ejercer el análisis, estos pueden resultar en 0 o a su vez extrapolar la información.

PME-05 (PME-05-TP; PME-05-VSR)

Se presenta a continuación los resultados obtenidos en PME-05.

PME-05-TP

Riqueza

En el punto de muestreo se registró un total de una especie perteneciente a un género y una tribu. Este valor corresponde al 0,40 % del total de escarabajos registrados para el Ecuador ($n = 204$ sp.) según el listado de especies presentes y presuntas en el país (Moret, 2005). Se registró para este punto de muestreo a *Dercylus* como el único género presente en el área muestreada del proyecto Loma Larga.

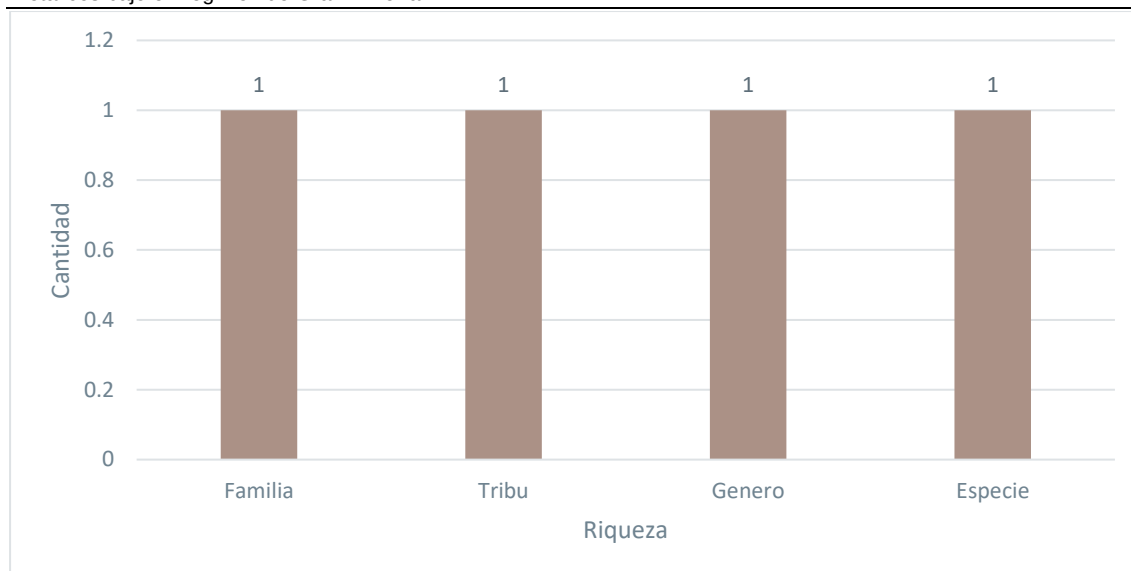


Figura 6-192 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-05-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se pudo registrar en este punto de muestreo un total de tres individuos de escarabajos, siendo *Dercylus orbiculatus* la única especie presente en la zona.

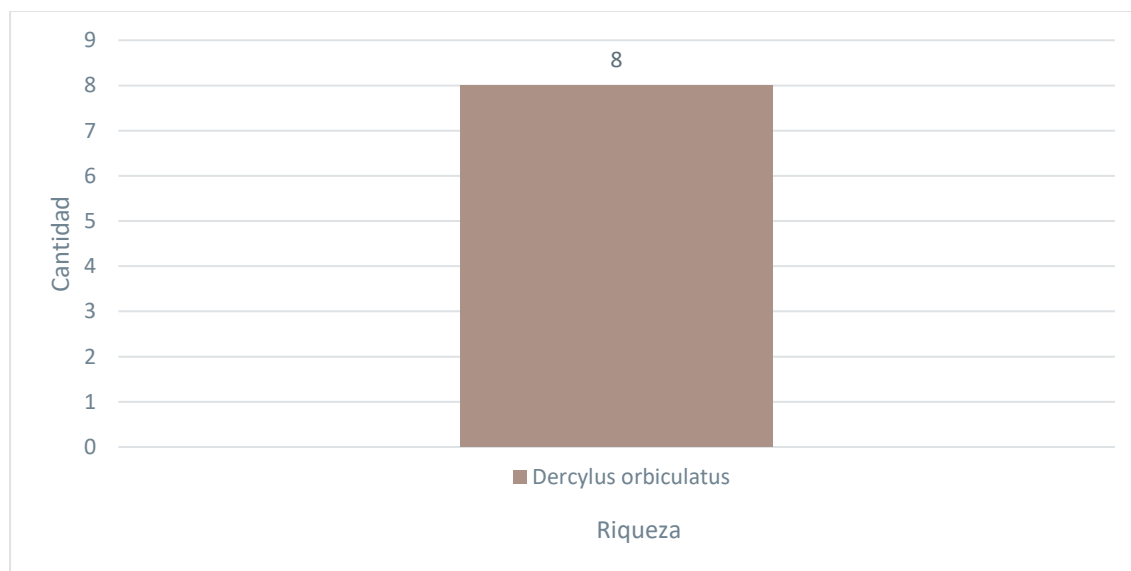


Figura 6-193 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-05-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Dercylus orbiculatus*, con un valor Pi igual a 1, ya que fue la única especie presente en esta área.

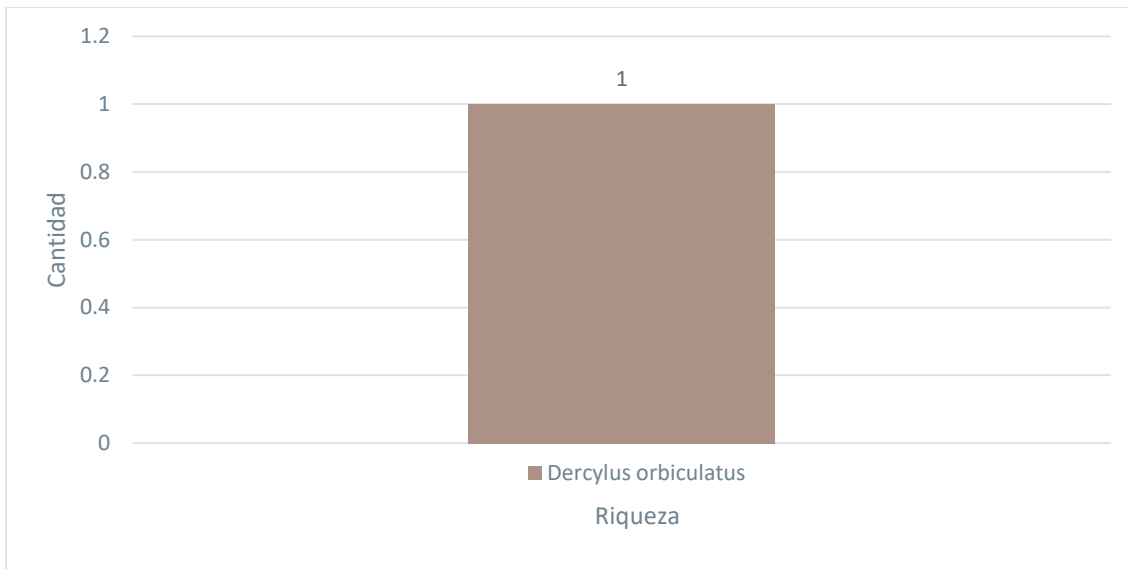


Figura 6-194 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registró que la muestra está constituida por una especie de categoría Común debido al número de registros, que conforma el 100 % de la muestra.

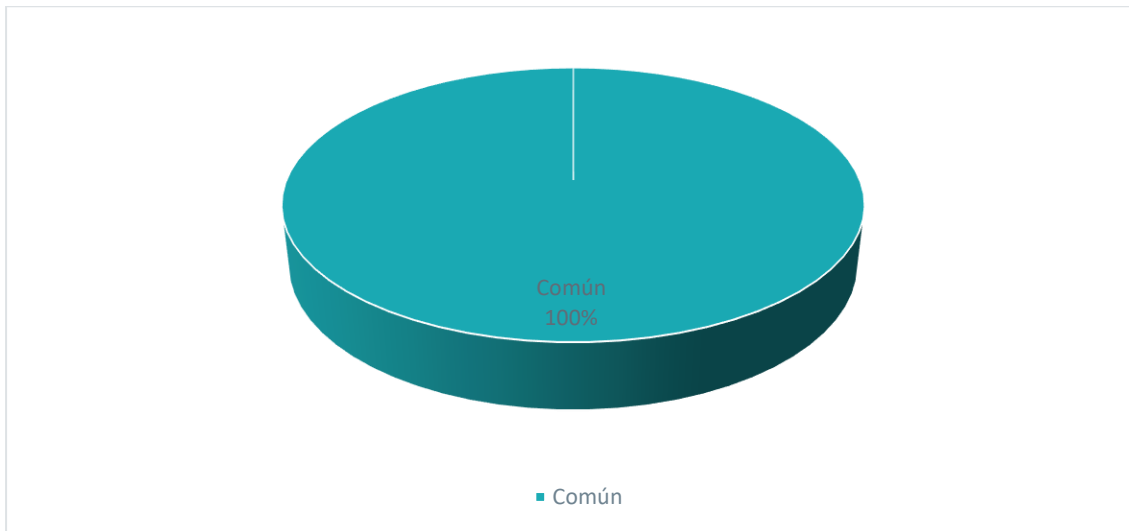


Figura 6-195 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-TP

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

Debido al bajo número de especies registradas en este punto ($n = 1$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon y Simpson debido a que no existen otras especies con las cuales ejercer el análisis, estos pueden resultar en 0 o a su vez extrapolar la información.

PME-05-VSR

Riqueza

En este punto de muestreo se registró una especie de mariposa diurna que está distribuida en un género, una tribu y una familia.

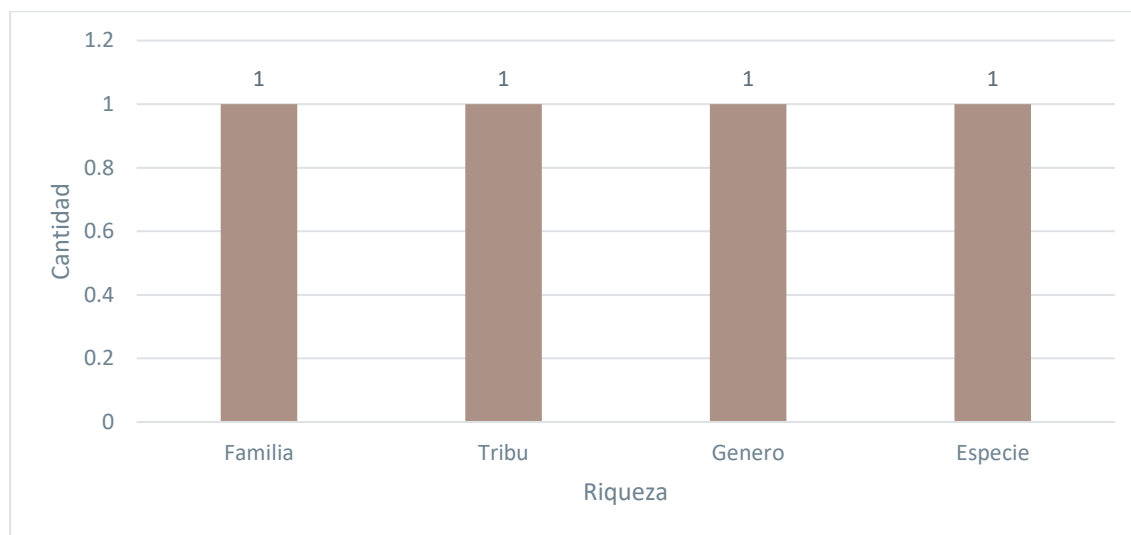


Figura 6-196 Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se registró dentro de este punto de muestreo un individuo en total determinando a *Altopedaliodes nucea* como única especie registrada en el área de muestreo.

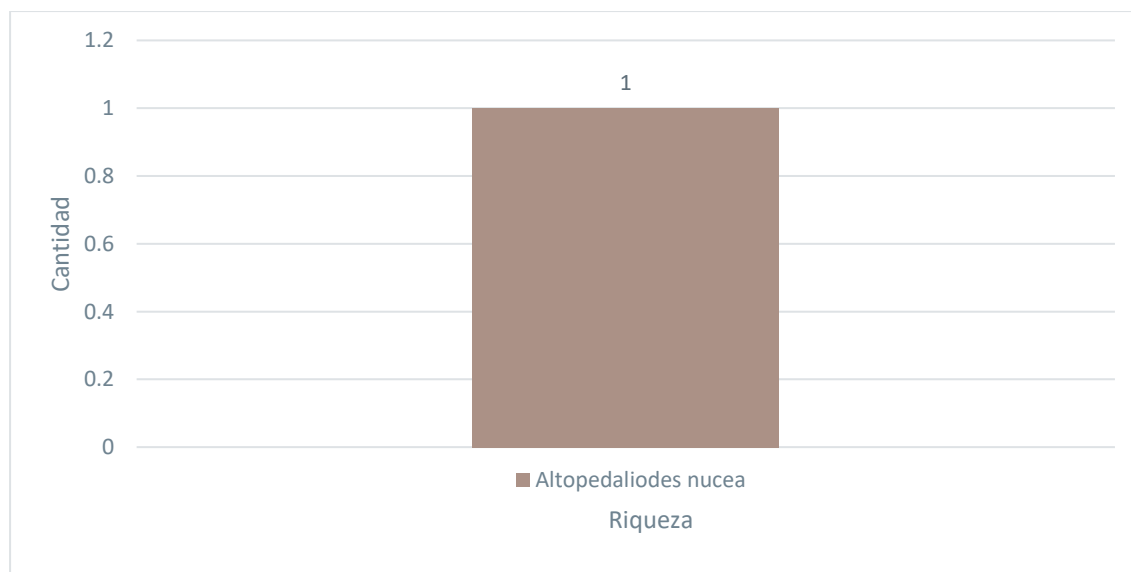


Figura 6-197 Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Altopedaliodes nucea*, con un valor de P_i igual a 1, debido a que fue la única especie registrada.

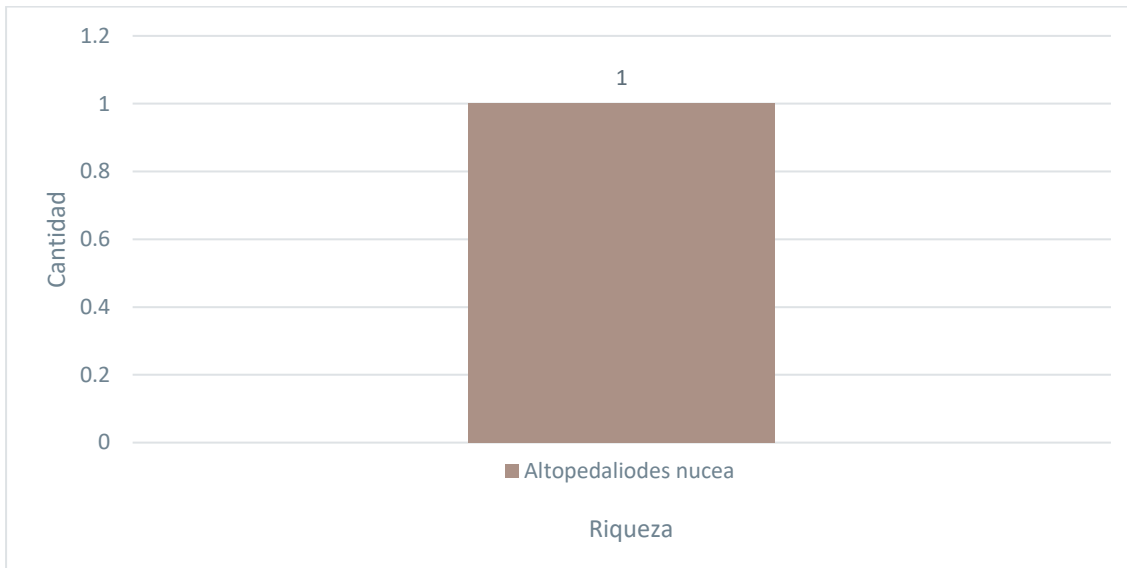


Figura 6-198 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Se registró que la muestra está constituida por una especie de categoría Raro debido al número de registros, que conforma el 100 % de la muestra.

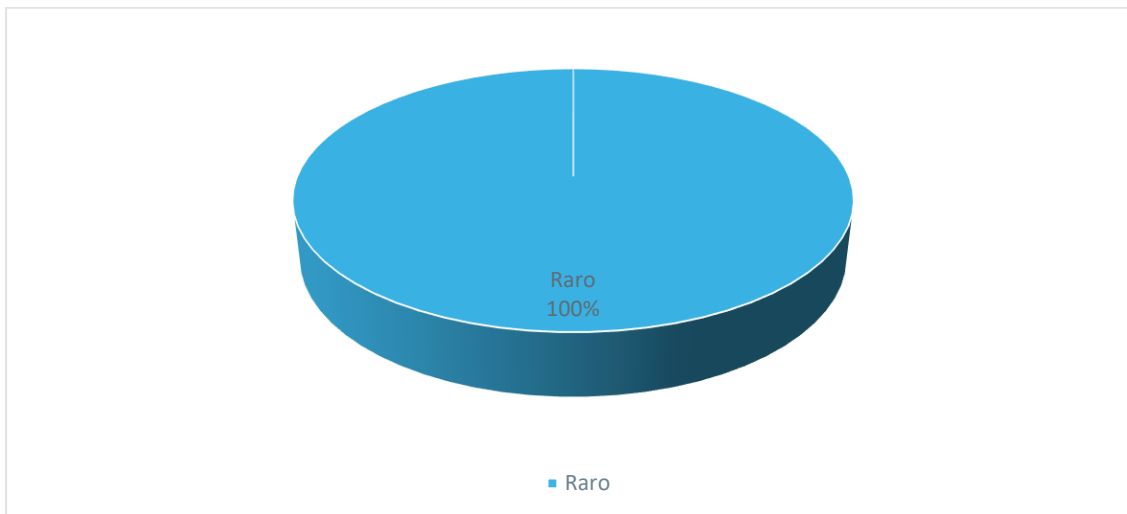


Figura 6-199 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-05-VSR

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad Alfa

Debido al bajo número de especies registradas en este punto ($n = 1$) no es recomendable la aplicación de índice de Shannon y Simpson debido a que no existen otras especies con las cuales ejercer el análisis, estos pueden resultar en 0 o a su vez extrapolar la información.

Trampa de Platos

Mediante la aplicación de la trampa de platos se pudo registrar en PME-02-TPL una total de cinco familias; PCE-01-TPL y PME-01-TPL, con cuatro familias; PME-04-TPL, PME-03-TPL y PME-06-TPL, con tres familias; PCE-02-TPL, con dos familias; finalmente PME-05-TPL, con una familia registrada.

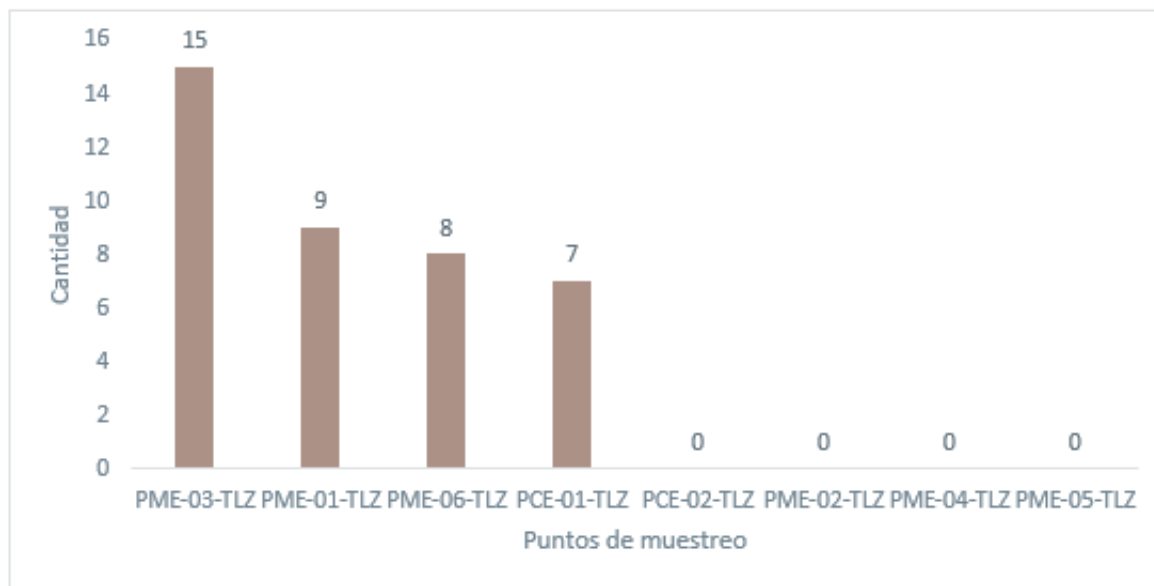


Figura 6-200 Riqueza de Familias de Insectos Registrada en los Puntos de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se registró mediante esta metodología un total de nueve familias. La familia con mayor presencia fue Chrysomelidae, con 17 registros; seguida por Membracidae, con 11; Culicidae, con nueve; Formicidae, con cinco; Sarcophaga y Staphilinidae, con cuatro; Muscidae, con dos; finalmente Acrididae, con un registro.

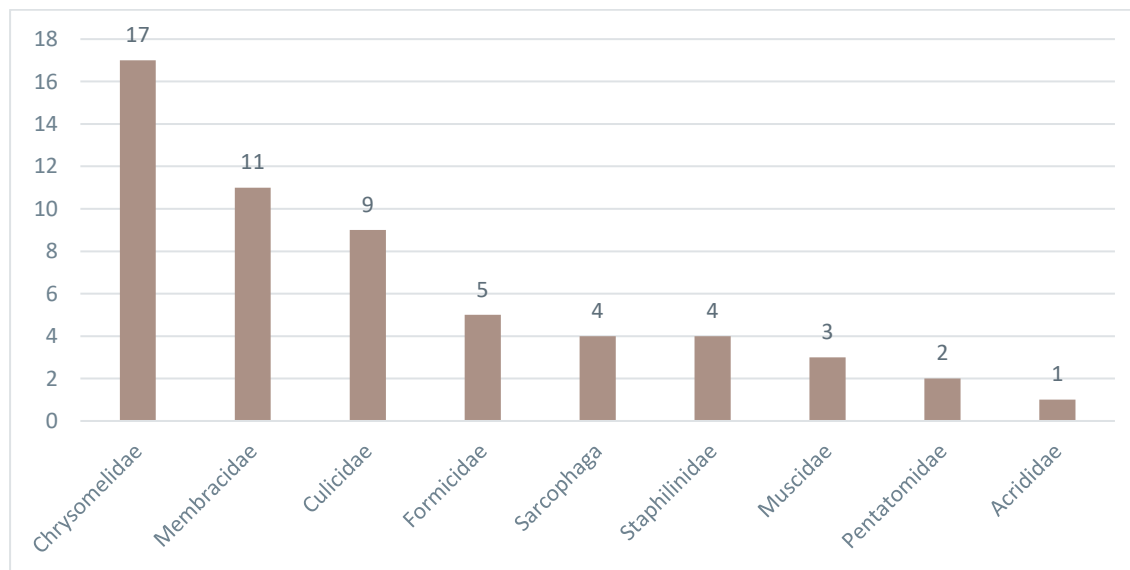


Figura 6-201 Abundancia Total de la Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Trampa de Luz

Debido a las condiciones climáticas registradas en las noches, únicamente se pudo realizar el muestreo en los siguientes puntos: PCE-01-TLZ, PME-03-TLZ, PME-06-TLZ y PME-01-TLZ. Cabe recalcar que, por la poca información disponible sobre especies de zonas altas, en especial lepidópteros nocturnos, se trabajó hasta el taxón de mayor identificación, que para este caso fueron orden y familia.

Mediante la aplicación de trampa de luz se pudo registrar un total de cuatro órdenes. El orden con mayor presencia fue Lepidóptera. El punto con mayores registros fue PME-03-TLZ, con 15 morfoespecies; seguido por PME-01-TLZ, con nueve morfoespecies; PME-06-TLZ, con ocho morfoespecies; finalmente PCE-01-TLZ, con siete morfoespecies registradas.

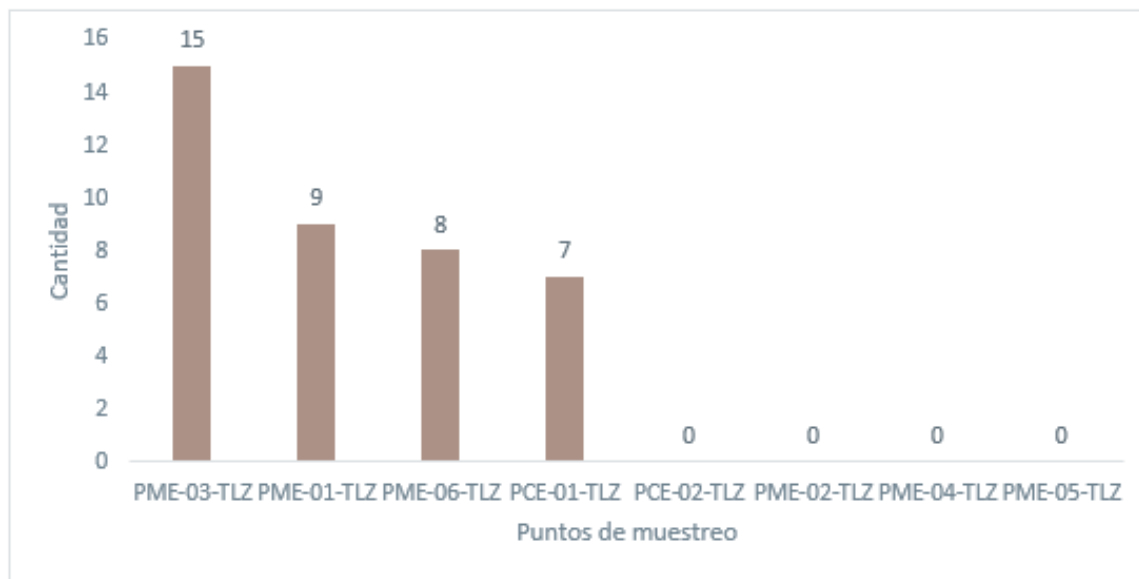


Figura 6-202 Riqueza de Familias de Insectos Registrada en los Puntos de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

Se registró mediante esta metodología un total de 14 familias. La familia con mayor presencia fue Cvoitulidae, con 15 registros; seguida por Tipulidae, con 11 registros; Ichneumonidae, con 10 registros; Biblionidae, con nueve registros; Geometridae, con siete registros; Saturnidae, con cuatro registros; Eberidae, con tres registros; finalmente Carabidae, Megalopygidae y Tortricidae, con un registro cada una.

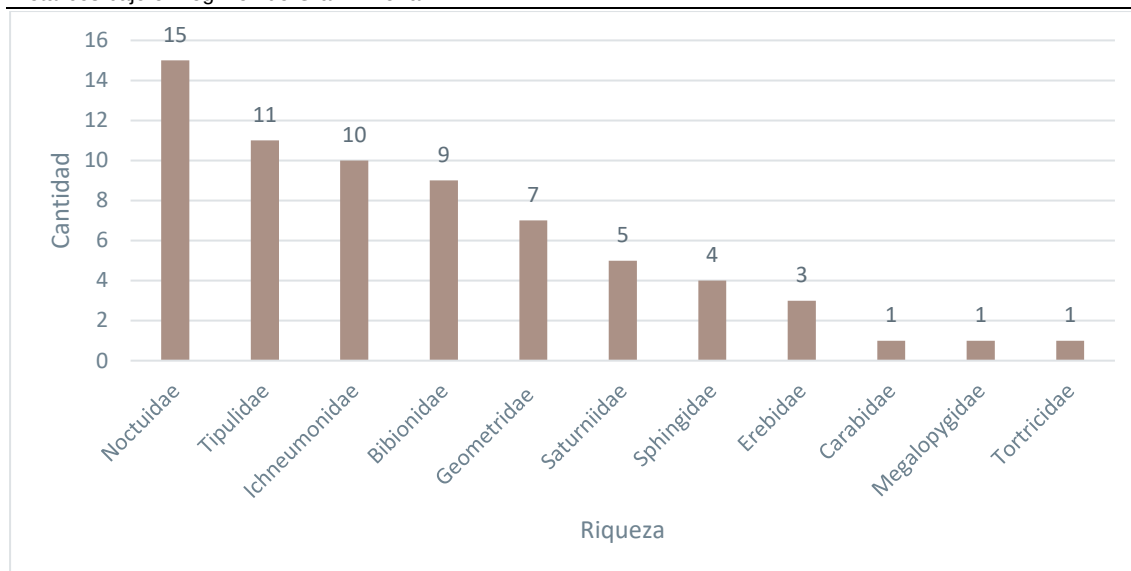


Figura 6-203 Abundancia Total de la Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Aspectos Ecológicos

Gremio Trófico

Según los registros obtenidos en este estudio se pudo identificar siete gremios tróficos asociados a la entomofauna. El gremio con mayor presencia fue el de los generalistas, representados por el 39 % del total de los individuos registrados; seguido por el gremio de los hematófagos, representado por el 25 % de los registros; el grupo de los carnívoros, representado por el 19 %; el gremio de los fitófagos, representado por el 11 %; el gremio de los fungívoros, representado por el 3 %; el gremio de los nectarívoros, con el 2 %; finalmente el gremio de los copronecrófagos, representados por el 1 %.

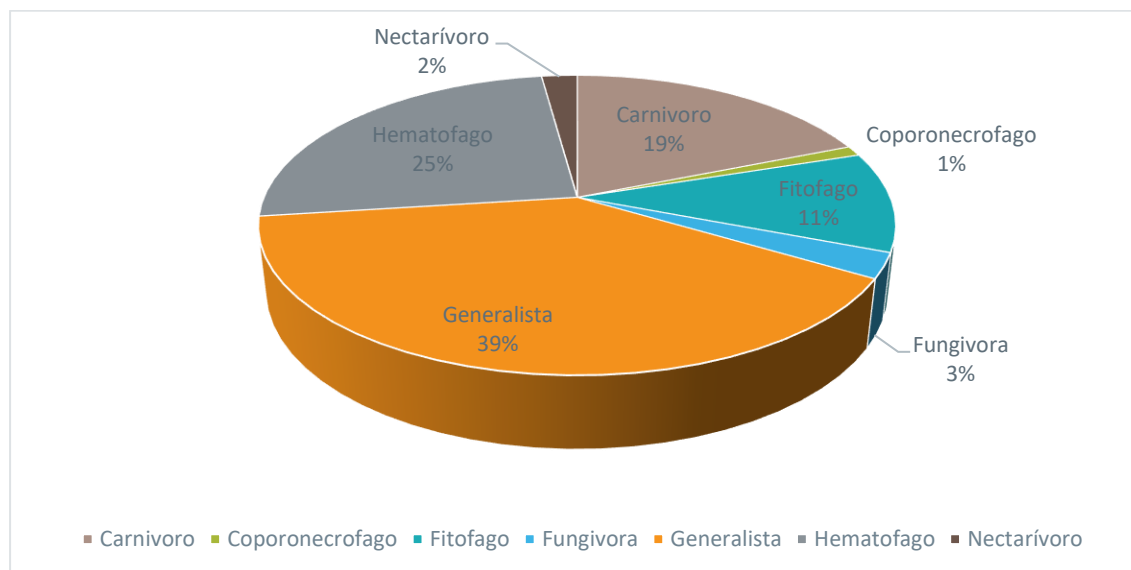


Figura 6-204 Gremios Tróficos Registrados para el Componente de Entomofauna

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Dentro del grupo de los generalistas se encuentran especies pertenecientes a los órdenes Coleóptera, Díptera, Hemíptera y Lepidóptera, con 73 registros; el gremio de los hematófagos representado por especies del orden Díptera, con 46 registros. El gremio de los carnívoros, representado por especies de los órdenes Coleóptera, Díptera, Hymenóptera y Odonata, con 35 registros. El gremio de los fitófagos, representados por las especies pertenecientes a los órdenes Coleóptera, Díptera, Hemíptera, Ortóptera, Phasmatodea y Zygentoma, con 20 registros. El gremio de los nectarívoros, representado por el orden Hymenóptera, con cuatro registros. El gremio de los fungívoros representado por el orden Coleóptera, con cinco registros. Finalmente, el grupo copronecrófagos representado por el orden Coleóptera, con dos registros.

Hábito

Se registró dos hábitos asociados a la entomofauna del área muestreada del proyecto Loma Larga. Las especies con mayor presencia fueron las netamente diurnas, con un total de 145 registros que representan el 78 % del total de especies registradas; el otro grupo pertenece a las especies nocturnas, con un total de 40 registros que representan el 22 % del total de la muestra.

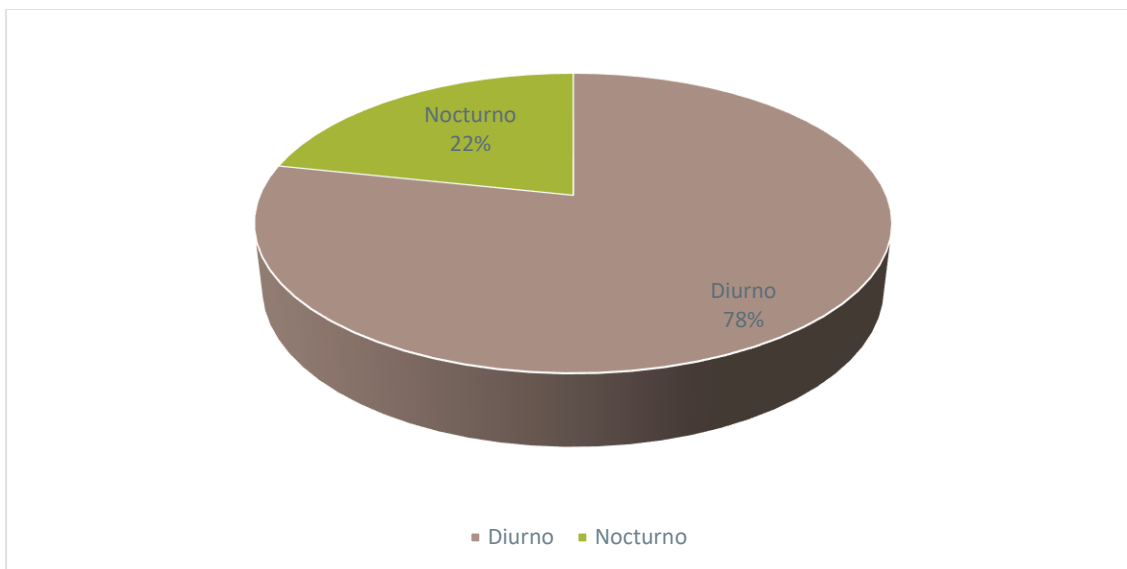


Figura 6-205 Hábito de las Especies de Entomofauna Registradas

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Distribución Vertical de las Especies

Las especies registradas en el área de muestreo que conforman la entomofauna, gracias a las condiciones donde se desarrollan, permiten su fácil dispersión por todos los estratos que conforman el bosque (suelo, sotobosque, dosel), ya sean estas larvas, ninfas, juveniles o adultos. Además, la abundancia de estos los lleva a cumplir funciones específicas dentro de los ecosistemas permitiendo que ocupen todos los hábitats y microhábitats que se generan dentro de este, donde se desarrollan e interactúan con otras especies de invertebrados y vertebrados presentes en la zona. Esto hace complejo mencionar que estas especies están asociadas exclusivamente a un estrato.

Especies de Interés

Con respecto a los grupos de invertebrados registrados, se considera de interés a algunas especies fungívoras (Chrysomelidae) que son indicadoras del buen estado de conservación que mantiene un bosque. Las especies de lepidópteros (mariposas) como las *Altopeladoiles*: Nymphalidae únicamente habitan dentro de estas zonas altas. Las especies indicadoras registradas en este estudio mediante trampas pitfall (Scarabaeidae y Carabidae) resultan ser de gran interés, ya que todas ellas son endémicas de las zonas altas, además que en algunos casos las especies pueden resultar tolerantes o a su vez extremadamente sensibles a cambios en los ecosistemas por actividades antrópicas.

Estado de Conservación de las Especies

Las especies registradas en este estudio no figuran en los apéndices definidos por la CITES. El libro rojo de la UICN considera a los escarabajos (Coleóptera) y mariposas (Lepidóptera) como un indicador global de preocupación menor.

Tabla 6-156 Estado de Conservación de las Especies de Entomofauna Registradas

Especies	Categorías de Conservación UICN							Cites		
	CR	DD	EN	LC	NE	NT	VU	I	II	III
<i>Alchisme bos</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Altinote leontine</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Altopeladiodes nucea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ancognatha carbonaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ateuchus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bembidion</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Blennidus viridans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Blennidus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Blennidus viridans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bombus funebris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bradycellus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Colias dimera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cosmosoma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dercylus orbiculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius cotopaxi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Discolus araneus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enicospilus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Esenbeckia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Germarostes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gonodonta</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Iridopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lasiophila</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lichnoptera</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limonía</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Especies	Categorías de Conservación UICN							Cites		
	CR	DD	EN	LC	NE	NT	VU	I	II	III
<i>Monticomorpha semele</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pedaliodes manis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pedaliodes phaedra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pronacalus cacicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhionaeschna marchali</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sparganothis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sympetrum gilvum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leyenda: UICN: En peligro crítico (CR); Datos insuficientes (DD); En peligro (EN), Preocupación menor (LC), No evaluado (NE), Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU).										

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Endemismo

No se registraron especies endémicas dentro de los datos levantados en campo.

Uso del Recurso

Según la información proporcionada por los asistentes locales, ninguna especie de escarabajo ni otros grupos de invertebrados terrestres son utilizados en actividades económicas ni de alimentación o producción.

Comparación con Estudios Anteriores

Dentro de este acápite se realiza la comparación de la riqueza de entomofauna registrada durante los monitoreos realizados por parte de la Universidad del Azuay desde diciembre del 2016 hasta diciembre del 2019; los estudios de junio 2021 y diciembre 2021 fueron realizados por Entrix Latinoamérica. Cabe recalcar que todos los estudios previos se llevaron a cabo bajo metodologías diferentes a las aplicadas en este estudio (diciembre, 2021) debido a lo cual se puede apreciar cómo difiere el número de individuos entre los diferentes monitoreos.

Para 2016 se aplicó las metodologías de *pitfall*, transectos lineales, muestra de suelo o red entomológica; para el estudio febrero 2018 se aplicó metodologías de transectos lineales, trampas *pitfall*, platos de colores y muestras de suelo. En agosto 2018 se aplicó trampa de platos, colecta manual y red entomológica. Los estudios de 2021 se realizaron bajo las metodologías de red aérea, platos y colecta manual. Finalmente, en este estudio se aplicó trampas *pitfall*, redes Van Someren Rydon, trampa de platos, trampa de luz y colectas manuales.

Una observación más clara en la variación a la metodología es que la aplicación de trampas *pitfall* en anteriores monitoreos fueron en bajo número 5 (2016) y 10 (2018); además, el cebo utilizado en estos casos fue de frutas, y para este estudio se aplicaron 20 trampas *pitfall* con dos tipos de cebo (carroña y heces).

Adicionalmente, no se aplicó estudios de entomofauna en los periodos de diciembre 2017 y diciembre 2019.

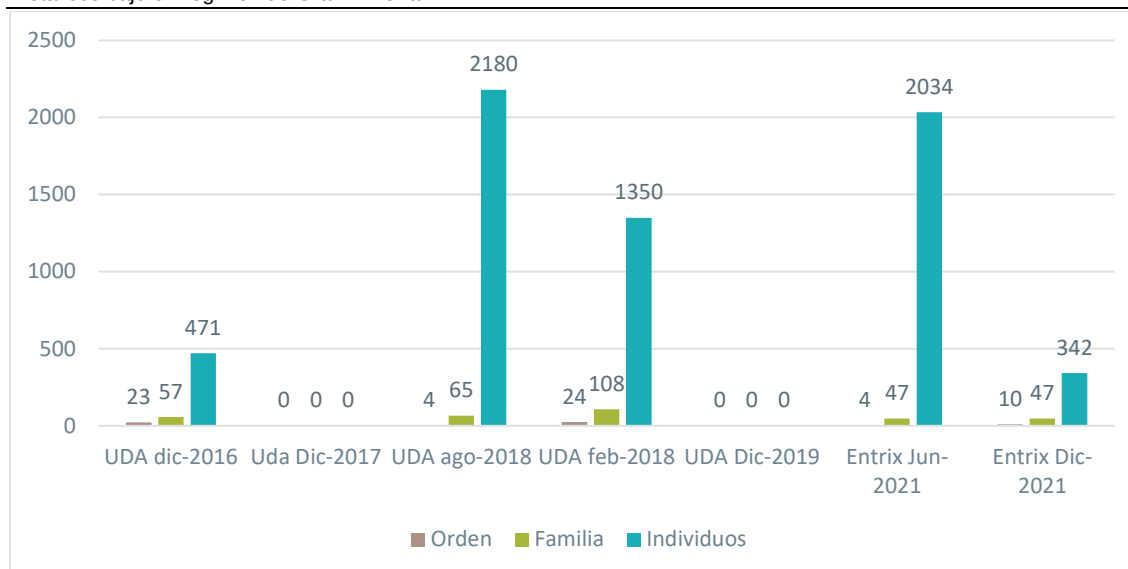


Figura 6-206 Comparación de Riqueza de Entomofauna con Estudios Previos

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Discusión

Los escarabajos han sido propuestos como un grupo indicador (Halfpter y Favila 1993; Favila y Halfpter 1997), debido que permiten estimar el efecto de la fragmentación sobre poblaciones, especies y gremios para evaluar el estado de conservación de los bosques y para monitorear los cambios de especies a lo largo del tiempo. Los análisis de grupos funcionales y sus rasgos permiten estimar los efectos a producirse en un ecosistema de tal manera que se conozca el grado de afección en los servicios ecológicos en relación con la funcionalidad.

En este estudio se hallaron nueve especies de escarabajos mediante la aplicación de trampas pitfall con dos tipos de cebo. En este estudio se trabajó con escarabajos carábidos, registrando siete especies presentes en los páramos ecuatorianos. A diferencia de otros estudios similares realizados, el número de especies de coleópteros es bajo en comparación al registrado en este estudio (Pichincha 18 sp., Chimborazo 27 sp., Cotopaxi 27 sp., Cayambe 20 sp., Guamaní 28 sp., Llanganates 20 sp., Ayapungo 27 sp.). En este estudio se registró el 2,45 % del total de las especies registradas a nivel nacional de 204 (Moret 2005). Sin embargo, el número de tribus es casi similar (siete tribus) (estudio nuevo) (Moret 2005). Asimismo, mediante esta metodología se pudo registrar dos especies de escarabajos peloteros (*Dichotomius cotopaxi* y *Ateuchus* sp.) en el punto PM3, que representan el 0,89 % del total de las especies registradas de 223 (Villamarín, 2014; Chamorro et al., 2018; Chamorro et al., 2019). Al igual que los carábidos estos son de gran importancia para monitoreos y estudios de impacto ambiental.

Para el caso de los lepidópteros se aplicó la metodología establecida, aunque se pudo registrar únicamente a dos especies. Asimismo, para trampas de platos se pudo obtener 56 posibles morfoespecies. Mediante trampa de luz se obtuvieron 67 registros. Finalmente, los registros de entomofauna mediante red entomológica, colecta manual y avistamientos directos fueron bajos. Sin embargo, cabe aclarar que debido a la dificultad de identificación de especies de alturas se identificó a algunas especies hasta el mayor taxón posible que permite la literatura.

Una de las posibles causas de la ausencia de registros y la baja biodiversidad registrada generalmente fueron las malas condiciones climáticas, además de las temperaturas ambiente bajas, oscilaciones diarias más altas que las estacionales y una alta frecuencia de heladas nocturnas durante todo el año. Siendo el

principal limitante metodológico y característica que impide o limita la diversidad de este componente en dicho ecosistema.

Los estudios realizados con anterioridad muestran diferentes metodologías y adaptaciones a estas, razón por la cual se puede apreciar la variación en el número de individuos, órdenes y familias. También se observa que en los periodos de diciembre 2017 y diciembre 2021 no se realizaron estudios de entomofauna.

En sí, los bosques aún mantienen una comunidad de artrópodos típicos de las zonas altas en excelente estado de conservación, desempeñando servicios ecológicos importantes y permitiendo que la dinámica normal del bosque permanezca intacta.

6.2.5.3 Fauna Acuática

6.2.5.3.1 Ictiofauna

Los muestreos realizados en la actual campaña se concentraron en ocho cuerpos de agua tomando en cuenta los principales afluentes presentes en el área muestreada del proyecto Loma Larga.

Análisis General Ictiofauna

Riqueza General

De acuerdo con el muestreo realizado entre el 2 y 5 de diciembre, donde se trabajó dos puntos por día con un esfuerzo de muestreo de dos horas en cada uno se obtuvo un total de nueve individuos identificados correspondientes a una única especie (*Oncorhynchus mykiss*) que se registró en solo tres de los ocho puntos.

Abundancia Total

Tabla 6-157 Abundancia Total de Ictiofauna

Especies	Puntos de Muestreo							
	IB4	IB5	IB6	IMA5	IMAQAN	IMAQR	IMARC	IMARF
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	0	2	4	3	0	0	0

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Aspectos Ecológicos

Gremio Trófico

Oncorhynchus mykiss es catalogada como una especie introducida, fuera de su rango de distribución natural a nivel mundial debido a que su adaptación a diferentes hábitats de agua fría se puede dar con facilidad; además, su alimentación es variada y muy generalista, por lo que es una especie omnívora-piscívora.

Las truchas que viven en los ríos, arroyos y lagunas que nacen de las montañas, se comen unas a otras, siendo las víctimas los más pequeños que existen en el medio. También son predadores según su tamaño sobre larvas de insectos, crustáceos y moluscos de agua dulce; sin embargo, existen registros de la capacidad de alimentación de esta especie que involucra a pequeños anfibios y hasta mamíferos, siendo un riesgo en ecosistemas donde figura como introducida.

Estado de Conservación y endemismo

De acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, www.uicn.org/es, 2016), la especie registrada en el área de las diferentes concesiones analizadas *Oncorhynchus mykiss* no consta en ninguna categoría. Este análisis se lo hace en referencia a su rango de distribución natural (Criterios UICN), por lo que es importante entender que al ser una especie introducida no está evaluada a nivel nacional y solo se conoce la afectación que ha generado en diferentes ecosistemas donde se ha podido adaptar desplazando especies nativas de cada lugar.

Uso del Recurso

Oncorhynchus mykiss es una especie apreciada para el consumo en todo el Ecuador; en las diferentes zonas del Ecuador donde ha sido reportada se evidencia su pesca y crianza.

Especies Migratorias

En el actual estudio no se identifican especies dentro de esta categoría.

Comparación con Monitoreos Anteriores

En las campañas realizadas durante el 2018, 2019, 2020 y el monitoreo actual (diciembre 2021) se ha podido registrar un total de una especie (*Oncorhynchus mykiss*) distribuida en los principales cuerpos de agua muestreados en el área del proyecto minero Loma Larga.

El análisis se concentra en los principales cuerpos de agua que cruzan el área muestreada del proyecto Loma Larga, donde uno de los limitantes de diversidad ictica es la altura, dada esta particularidad que se comparte a lo largo de la cordillera de los Andes (Barriga, R. 2012), sin embargo, es importante tener información de esta especie dado el impacto que puede generar hacia otras especies del área.

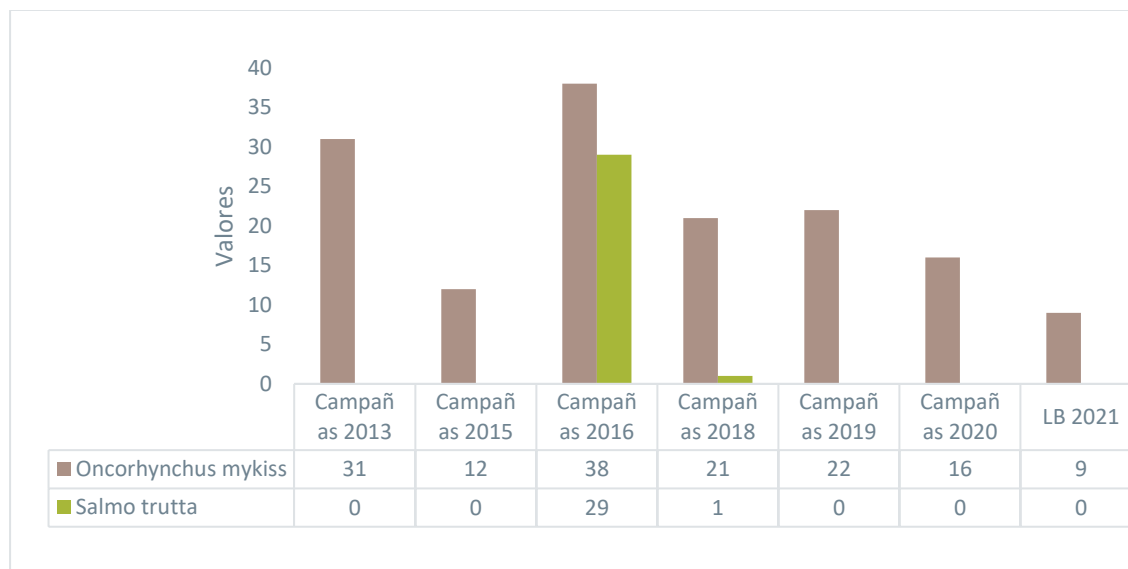


Figura 6-207 Levantamiento de Información histórica del Componente Fauna Acuática Proyecto Minero Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Discusión

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) procede de la vertiente pacífica de América del Norte y fue introducida en el Ecuador en 1928 mediante un acuerdo entre el Gobierno y una empresa canadiense que

seleccionó ríos, riachuelos y lagos de la región interandina hacia las vertientes del Pacífico y Atlántico para el cultivo de esta especie (Mora-Simarra & Uyaguari-Díaz, 2004).

En el Sur ha sido registrada a lo largo de la cuenca del Paute, Jubones y Cañar, entre los 1500 y 4000 msnm. También se ha reportado en los ríos Alambí, Verdecocha y Carihuaco en el Guayllabamba (MECN, 2014). Colectado también en el río Salinas a 3400 msnm en la provincia de Bolívar (Laaz & Torres, 2011).

Las bajas detecciones concuerdan con líneas base y monitoreos previos (Nugra, 2015; (Barros, Urgilés, Orellana & Astudillo, 2017) donde se reporta la especie *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris). Esta especie al ser introducida para los Andes se considera perjudicial para la dinámica de especies nativas (Lowe, Browne, Boudjelas & Poorter, 2000). La introducción de especies como la trucha afecta las comunidades nativas de los páramos, ya que se alimenta de una diversidad de organismos, como peces, anfibios e invertebrados (McDowall, 2006). Sin embargo, los organismos más susceptibles a las truchas son los anfibios, ya que estos no pueden responder a nuevas presiones impuestas por los invasores en tiempos ecológicos, de manera que pueden ser llevados a extinciones locales (Kats & Ferrer, 2003).

Los puntos IB4, IB5 e IB6 son cuerpos de agua afluentes de la quebrada Bermejós. Estos cuerpos de agua tienen características propias de nacientes, por lo que en el lugar se puede observar áreas de tipo pantano con una pendiente muy poco pronunciada, este ecosistema más bien de tipo léntico no provee los recursos necesarios para el desarrollo de especies ícticas; sin embargo, mientras estas más se acercan al cuerpo de agua principal (quebrada Bermejós) se puede apreciar un caudal mayor y áreas con presencia de peces. La única especie capturada e identificada fue *Oncorhynchus mykiss*, que no es propia de estos sistemas hídricos sino más bien se han identificado varias zonas a nivel del Ecuador donde esta especie ha sido sembrada para pesca deportiva, y la gran capacidad de adaptación ha promovido su desarrollo y expansión en áreas de ecosistema de páramo donde los sistemas hídricos son ricos en oxígeno y sus temperaturas bajas ayudan al desarrollo y proliferación de la población de *O. mykiss*. Es muy común observar en los riachuelos o quebradas la presencia de estos peces.

6.2.5.3.2 Macroinvertebrados Acuáticos

Análisis Global

Para el presente análisis de datos se considera de manera general la riqueza, abundancia, diversidad, índices y aspectos ecológicos de los ocho puntos de muestreo, ya que por separado los valores no muestran diferencias representativas dentro de los grupos de macroinvertebrados y ecosistemas acuáticos.

En los ecosistemas acuáticos presentes dentro del área de influencia del proyecto Loma Larga se identificó un total de 865 individuos pertenecientes a cuatro phylla, siete clases, 11 órdenes, 29 familias y 46 géneros distribuidos a lo largo de los ocho puntos de muestreo.

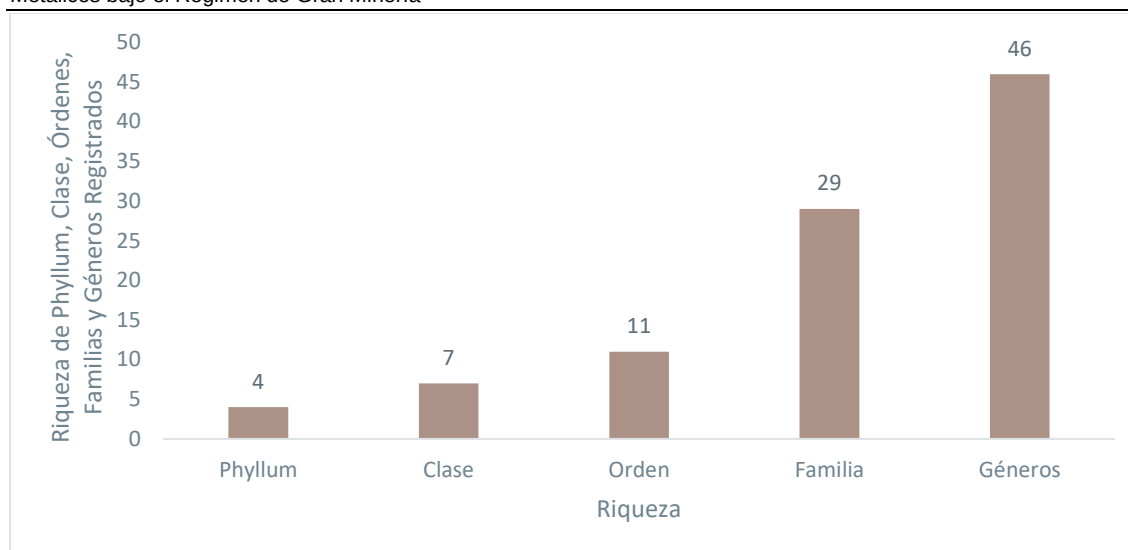


Figura 6-208 Riqueza General de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Dentro de la agrupación por órdenes, los más diversos fueron Diptera, con un registro de 15 géneros; Trichoptera, con 10 géneros; a continuación, están los órdenes Coleoptera, con siete géneros; Ephemeroptera, con cinco; Trombidiformes y Oligochaeta, con dos géneros cada uno. Los órdenes que registraron menor cantidad de géneros fueron: Hirudinida, Tricladia, Amphipoda, Sphaeriida y Plecoptera, con tan solo un género cada uno.

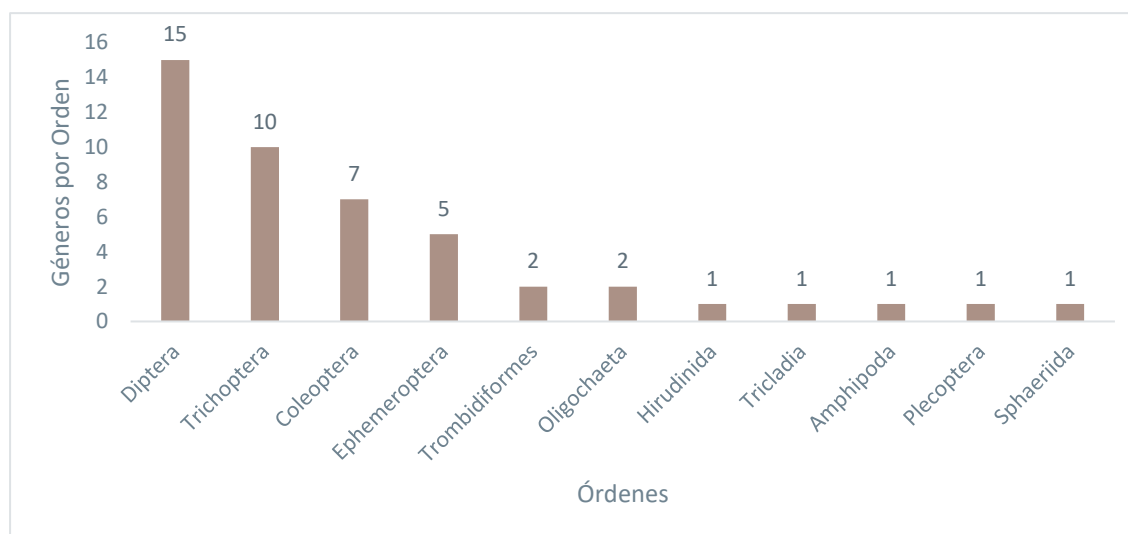


Figura 6-209 Número de Géneros de Macroinvertebrados por Órdenes Registrados en los Ecosistemas Acuáticos Presentes en el Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Del total de familias registradas, la que mayor dominancia presentó fue Chironomidae, con ocho géneros; Elmidae, con cinco géneros; Leptophlebiidae, Baetidae, Hydroptilidae, Tipulidae, entre otras presentaron

dos géneros. Finalmente, dentro de las familias que presentaron una baja representatividad se encuentran: Leptohyphidae, Polycentropodidae, Helicopsychidae, Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Perlidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Scirtidae, Empididae, Glossiphoniidae, Simuliidae, Hyalellidae, Dugesiidae, Tabanidae, Ceratopogonidae y Sphaeriidae, donde se registra un género por familia.

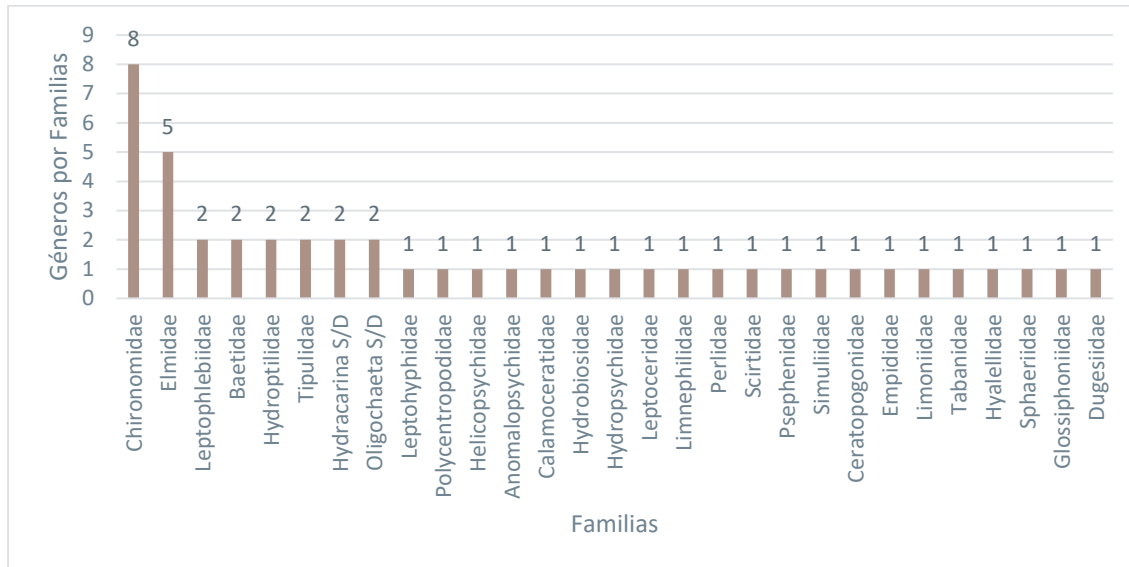


Figura 6-210 Número de Géneros de Macroinvertebrados Registrados por Familias en los Ecosistemas Acuáticos Presentes en el Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

A continuación, se presenta una tabla con la lista de macroinvertebrados identificados en los ocho ecosistemas acuáticos muestreados presentes en el área de influencia del proyecto.

Tabla 6-158 Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en los Cuerpos Hídricos Muestreados

Orden	Familia	Géneros
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp.
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Mayobaetis</i> sp.
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> sp.
Trichoptera	Anomalopsychidae	<i>Contulma</i> sp.
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.
Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.

Estudio de Impacto Ambiental del Área Operativa del Proyecto Minero Loma Larga conformado por las Áreas Mineras Cerro Casco (Código 101580), Río Falso (Código 101577) y Cristal (Código 102195) para las Fases de Explotación y Beneficio de Minerales Metálicos bajo el Régimen de Gran Minería

Orden	Familia	Géneros
Trichoptera	Limnephilidae	<i>Anomalocosmoecus</i> sp.
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i> sp.
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.
Coleoptera	Scirtidae	<i>Prionocyphon</i> sp.
Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i> sp.
Coleoptera	Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp.
Coleoptera	Elmidae	<i>Austrolimnius</i> sp.
Coleoptera	Elmidae	<i>Neoelmis</i> sp.
Coleoptera	Elmidae	<i>Microcylloepus</i> sp.
Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.
Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp.
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Palpomyia</i> sp.
Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.
Diptera	Chironomidae	<i>Tanyp.</i> sp. 1
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytar</i> sp. 1
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus</i> sp.
Diptera	Chironomidae	<i>Orthoc.</i> sp. 1
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.
Diptera	Chironomidae	Chironominii mfe. 1
Diptera	Chironomidae	Podonominae mfe. 1
Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus</i> sp.
Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.
Diptera	Tipulidae	<i>Molophilus</i> sp.
Diptera	Limoniidae	<i>Limonia</i> sp.
Diptera	Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.
Trombidiformes	Hydracarina S/D	Hydracarina mfe. 1
Trombidiformes	Hydracarina S/D	Hydracarina mfe. 2
Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 1
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 2
Hirudinida	Glossiphoniidae	<i>Glossiph.</i> sp. 1
Tricladia	Dugesiidae	Dugesiidae mfe. 1

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Riqueza y Abundancia Total

Se registró un total de 865 individuos dentro de los cuerpos hídricos analizados. La riqueza fue analizada en los ocho puntos de muestreo, tomando en cuenta los microhábitats presentes en los cuerpos de agua, la influencia de la vegetación de la ribera y el tipo sustrato. Así se determinó que la zona con mayor riqueza es el área del punto MARF, con un total de 21 morfoespecies; seguido del punto MA5, con un total de 19 morfoespecies; el punto MAQAN, con 18 morfoespecies. Finalmente, los puntos MAQR, con 14 morfoespecies y MARC, con un total de 10 morfoespecies. Estos son los puntos donde se evidencia la mayor representatividad de macroinvertebrados dentro del área muestreada del proyecto Loma Larga.

En cuanto a la abundancia, la mayor se registró en el punto MARF, con un total de 237 individuos, donde la familia dominante es Simuliidae, con 94 individuos; seguido por MA5, con 218 individuos, dominado por la familia Hyalellidae, con 56 individuos; el punto MAQAN, con 174 individuos, de los cuales 41 pertenecen a la familia Baetidae. Finalmente, MARC, con 63 individuos representados mayoritariamente por la familia Baetidae, con 21 individuos; el punto B6, con 62 individuos, dominando la familia Hyalellidae; y el punto MAQR, con 53 individuos representados por la familia Simuliidae, con 16 individuos, entre los puntos más representativos.

Se puede reflejar que los cuerpos de agua están perdiendo sus características ecológicas homogéneas, que va a depender de la zona donde se encuentra dicho cuerpo de agua, así como de la dinámica ecológica que presentan estas quebradas dentro del área de influencia del proyecto.

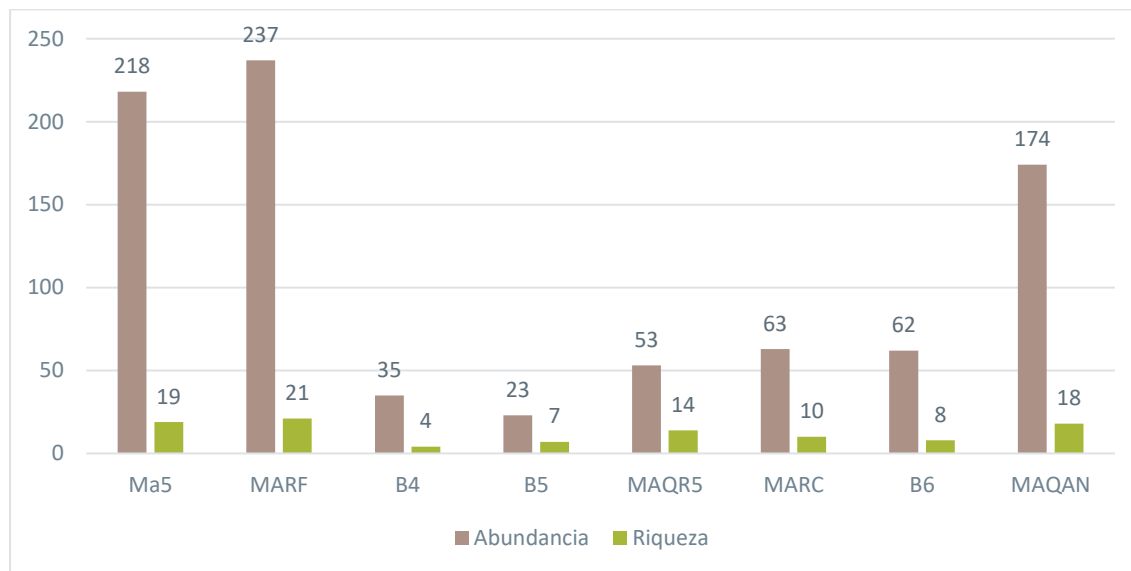


Figura 6-211 Riqueza y Abundancia de Macroinvertebrados Registrados en los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, Levantamiento de información de campo, noviembre - diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

La curva de dominancia-diversidad determinó que de los 865 individuos registrados en los ocho ecosistemas acuáticos muestreados, el género con mayor abundancia fue mosca Simuliidae: *Gigantodax* sp., con 146 individuos ($P_i = 16,88 \%$); seguido por la mosca de mayo Baetidae: *Mayobaetis* sp., con 120 individuos ($P_i = 13,87 \%$); Amphipoda Hyalellidae: *Hyalella* sp., con 112 individuos ($P_i = 12,95 \%$); mosca Chironomidae: *Orthoc* sp. 1, con 92 individuos ($P_i = 10,64 \%$); mosca de mayo Baetidae: *Baetodes* sp., con 68 individuos ($P_i = 7,86 \%$); mosca hiladora Anomalopsychidae: *Contulma* sp., con 28 individuos ($P_i = 3,24 \%$); escarabajo acuático Elmidae: *Heterelmis* sp., con 28 individuos ($P_i = 3,24 \%$); mosca hiladora

Hydrobiosidae: *Atopsyche* sp., con 23 individuos ($P_i = 2,66 \%$); mosca de mayo Leptohyphiidae; *Thraulodes* sp., con 22 individuos ($P_i = 2,54 \%$); concha Sphaeriidae; *Pisidium* sp., con 21 individuos ($P_i = 2,43 \%$); y mosca hiladora Limnephilidae; *Anomalocosmoecus* sp., con 20 individuos ($P_i = 2,31 \%$).

Posterior a esto están aquellos individuos que no presentan mayor abundancia, como *Rheotanytarsus* sp., con 17 individuos ($P_i = 1,97 \%$); *Prionocyphon* sp., con 16 individuos ($P_i = 1,85 \%$); *Chelifera* sp., con 12 individuos ($P_i = 1,39 \%$); *Polycentropus* sp., con 11 individuos ($P_i = 1,27 \%$), entre otros. El resto presenta valoraciones menores a 1 %, como se muestra en la gráfica donde se evidencian de uno a dos registros.

Estos géneros mencionados se encuentran presentes en gran parte de los ocho puntos de monitoreo, con tres grupos que presentan las mayores abundancias, por lo que el modelo muestra una distribución normal ascendente de las especies registradas, como se muestra en la gráfica.

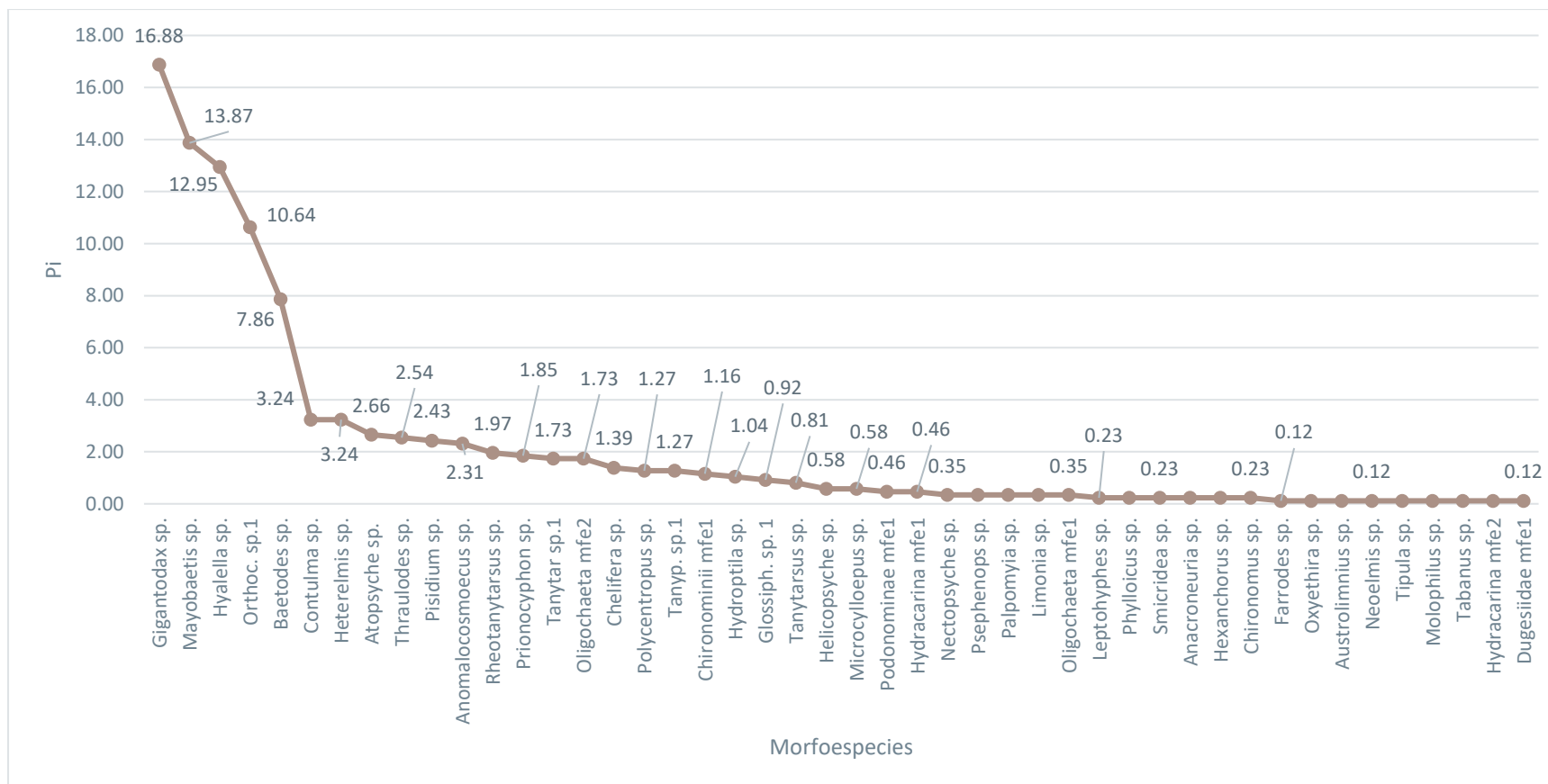


Figura 6-212 Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Página en blanco

En el área de muestreo se registraron tres categorías de abundancia relativa a las que están asociados los macroinvertebrados acuáticos. Esta escala señala como especies raras (R) a aquellas que presentan de uno a tres individuos, especies poco abundantes (PA) a aquellas que presentan de cuatro a nueve individuos y especies abundantes (A) a aquellas que presentan 10 individuos en adelante.

En la siguiente tabla se muestra de manera detallada la abundancia relativa de los macroinvertebrados acuáticos registrados en el área muestreada del proyecto Loma Larga dando lugar como especies raras (R) a 21 especies equivalentes al 46 %, las especies abundantes (A) presentan 19 especies dando lugar a un 41 %, mientras que las especies poco abundantes (PA) están conformadas por seis especies correspondientes al 13 %. Cabe recalcar que los grupos de Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera, indicadores de buena calidad de agua, tienen una mediana representatividad dentro de los ecosistemas acuáticos estudiados.

Tabla 6-159 Abundancia Relativa de las Morfoespecies de Macroinvertebrados Registrados en los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto

Orden	Familia	Géneros	Tipo de Registro	Abundancia Relativa
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Co = Colectado	A=Abundante
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp.	Co = Colectado	R=Rara
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Co = Colectado	A=Abundante
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Mayobaetis</i> sp.	Co = Colectado	A=Abundante
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	Co = Colectado	R=Rara
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Co = Colectado	A=Abundante
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Co = Colectado	PA=Poco Abundante
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> sp.	Co = Colectado	PA=Poco Abundante
Trichoptera	Anomalopsychidae	<i>Contulma</i> sp.	Co = Colectado	A=Abundante
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	Co = Colectado	R=Rara
Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Co = Colectado	A=Abundante
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Co = Colectado	R=Rara
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	Co = Colectado	R=Rara
Trichoptera	Limnephilidae	<i>Anomalocosmoecus</i> sp.	Co = Colectado	A=Abundante
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i> sp.	Co = Colectado	R=Rara
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Co = Colectado	R=Rara
Coleoptera	Scirtidae	<i>Prionocyphon</i> sp.	Co = Colectado	A=Abundante
Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i> sp.	Co = Colectado	A=Abundante
Coleoptera	Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp.	Co = Colectado	R=Rara
Coleoptera	Elmidae	<i>Austrolimnius</i> sp.	Co = Colectado	R=Rara
Coleoptera	Elmidae	<i>Neoelmis</i> sp.	Co = Colectado	R=Rara
Coleoptera	Elmidae	<i>Microcyloepus</i> sp.	Co = Colectado	PA=Poco Abundante
Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	Co = Colectado	R=Rara
Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp.	Co = Colectado	A=Abundante
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Palpomyia</i> sp.	Co = Colectado	R = Rara
Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	Co = Colectado	A = Abundante

Orden	Familia	Géneros	Tipo de Registro	Abundancia Relativa
Diptera	Chironomidae	<i>Tanyp. sp. 1</i>	Co = Colectado	A = Abundante
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytar sp. 1</i>	Co = Colectado	A = Abundante
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus sp.</i>	Co = Colectado	PA = Poco Abundante
Diptera	Chironomidae	<i>Orthoc. sp. 1</i>	Co = Colectado	A = Abundante
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>	Co = Colectado	R = Rara
Diptera	Chironomidae	Chironomini mfe. 1	Co = Colectado	A = Abundante
Diptera	Chironomidae	Podonominae mfe. 1	Co = Colectado	PA = Poco Abundante
Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus sp.</i>	Co = Colectado	A = Abundante
Diptera	Tipulidae	<i>Tipula sp.</i>	Co = Colectado	R = Rara
Diptera	Tipulidae	<i>Molophilus sp.</i>	Co = Colectado	R = Rara
Diptera	Limoniidae	<i>Limonia sp.</i>	Co = Colectado	R = Rara
Diptera	Tabanidae	<i>Tabanus sp.</i>	Co = Colectado	R = Rara
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella sp.</i>	Co = Colectado	A = Abundante
Trombidiformes	Hydracarina S/D	Hydracarina mfe. 1	Co = Colectado	R = Rara
Trombidiformes	Hydracarina S/D	Hydracarina mfe. 2	Co = Colectado	R = Rara
Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium sp.</i>	Co = Colectado	A = Abundante
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 1	Co = Colectado	R = Rara
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 2	Co = Colectado	A = Abundante
Hirudinida	Glossiphoniidae	<i>Glossiph. sp. 1</i>	Co = Colectado	PA = Poco Abundante
Tricladia	Dugesiidae	Dugesiidae mfe. 1	Co = Colectado	R = Rara

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies se realizó agrupando los datos obtenidos en los ocho puntos de muestreo utilizando el número total de morfoespecies encontradas y de sitios muestreados. La curva indica que los resultados obtenidos no han alcanzado la asíntota, aunque se podría llegar a esta, si se incrementa el tiempo de muestreo y se especifica el área y el temporal donde se realizará la colecta.

Índice Chao 1

El número de especies esperada por el Chao 1 fue de 51 especies. En función a los resultados obtenidos se evidencia una representatividad de muestreo del 88 % de las especies existentes dentro del área muestreada del proyecto Loma Larga. Esto hace referencia a que se logró muestrear gran parte de la riqueza local de macroinvertebrados acuáticos, por lo que el éxito de muestreo o esfuerzo utilizado es aceptable.

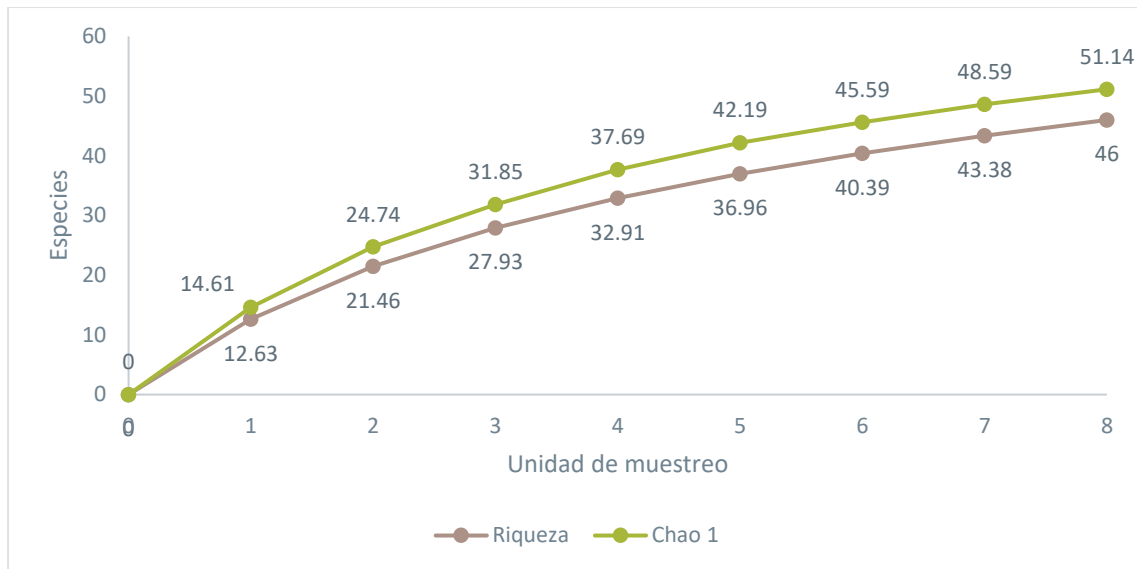


Figura 6-213 Curva de Acumulación de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad

El índice de Shannon en los ocho puntos de monitoreo registró un valor promedio de 1,77 en donde en función del índice de calidad de hábita se clasificó a los cuerpos de agua como moderadamente alterados. Esta estimación puede deberse a las actividades antropogénicas directas e indirectas que se evidencian en los diferentes puntos de monitoreo, siendo la remoción de lecho, derrumbes, pérdida de la cobertura vegetal y contaminación de las quebradas lo que manifiesta un efecto sobre los ecosistemas acuáticos, que se relaciona directamente con la disminución de la población de macroinvertebrados acuáticos, ya que parte del ecosistema se ve alterado.

En cuanto a la equitatividad se obtuvo un valor promedio de 0,72, que equivale al 72 % del total de especies registradas, que se hallaban distribuidas de una manera equitativa en los diferentes cuerpos de agua muestreados.

Tabla 6-160 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados Acuáticos presentes en los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área del Proyecto Loma Larga.

Id	Shannon-Wiener	Equitatividad	Calidad del Hábitat
MA5	2,34	0,79	Moderadamente alterados
MARF	2,03	0,67	Moderadamente alterados
B4	0,71	0,51	Ambientes alterados
B5	1,48	0,76	Moderadamente alterados
MAQR	2,20	0,83	Moderadamente alterados
MARC	1,70	0,74	Moderadamente alterados
B6	1,48	0,71	Moderadamente alterados
MAQAN	2,20	0,76	Moderadamente alterados

El índice de Simpson en los ocho puntos de monitoreo registró un valor promedio de 0,27, que equivale a una diversidad alta dando lugar a una comunidad macrobentónica diversa.

Tabla 6-161 Índice de Diversidad de Simpson para los Macroinvertebrados Acuáticos presentes en los Ocho Puntos de Muestreo

Id	Simpson	Diversidad
MA5	0,14	Alta
MARF	0,23	Alta
B4	0,63	Media
B5	0,30	Alta
MAQR	0,16	Alta
MARC	0,24	Alta
B6	0,28	Alta
MAQAN	0,15	Alta

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice de Similitud de Jaccard

Los valores de similitud entre los puntos de muestreo del área muestreada del proyecto Loma Larga están detallados a continuación y se observan los niveles de similitud entre los puntos de muestreo del proyecto.

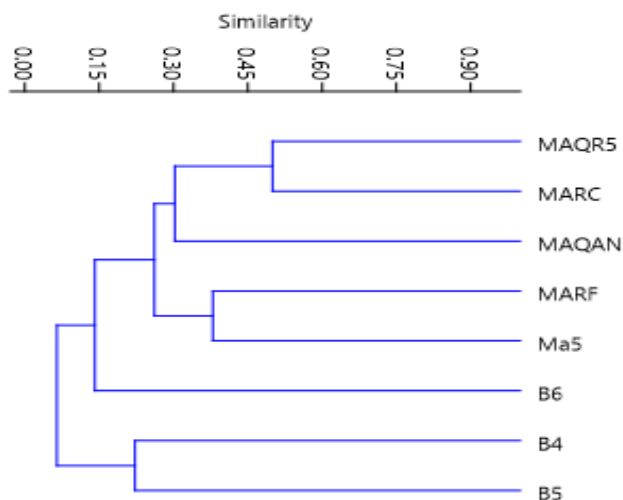


Figura 6-214 Clúster del Índice de Similitud de Jaccard por los Ocho Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

El resultado del índice de Jaccard relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas de cada punto. En este caso, según la frecuencia de repetición de especies colectadas en los ocho puntos se evidencian dos grupos marcados, dentro de esto los puntos que mayor similitud

presentan son MAQR y MARC, con un 50 % de similitud; les siguen MARF y MAQR, con un 46 % de similitud; los puntos MA5 y MARF, con un 38 % de similitud; seguidos de los puntos MA5 y B6, con un 35 % de similitud, entre los puntos con mayor similitud. Finalmente, los puntos con las más bajas similitudes son B4 y MAQR, con 0 % de similitud; y B4 y MARC, con 0 % de similitud.

Tabla 6-162 Matriz de Similitud de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Proyecto

	MA5	MARF	B4	B5	MAQR	MARC	B6	MAQAN
MA5	1	0,38	0,10	0,08	0,22	0,12	0,35	0,23
MARF		1	0,04	0,04	0,46	0,24	0,16	0,30
B4			1	0,22	0	0	0,20	0,05
B5				1	0,05	0,06	0,07	0,09
MAQR					1	0,50	0,1	0,33
MARC						1	0,06	0,27
B6							1	0,04
MAQAN								1

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices Ecológicos

Índice BMWP/Col

El índice BMWP utilizado para determinar el estado de salud ecológica de la comunidad macrobentónica dentro de los cuerpos hídricos monitoreados (lóticos y lénticos) arrojó como resultado general que los cuerpos de agua presentes dentro del proyecto muestran una calidad de agua Buena-Aguas limpias.

La Tabla 6-163 permite observar los valores obtenidos mediante la aplicación del índice BMWP/Col para evaluar la calidad del agua en los diferentes puntos de monitoreo.

Tabla 6-163 Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados Acuáticos

Id	BMWP/Col	Clase	Calidad	Características	Color
MA5	96	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
MARF	144	I	Muy Buena	Aguas limpias	Azul
B4	19	IV	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
B5	21	IV	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
MAQR	99	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
MARC	71	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
B6	24	IV	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
MAQAN	92	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice ABI

Varias áreas de los Andes están densamente pobladas y hay necesidad de métodos para evaluar el impacto de la creciente presión humana sobre los ecosistemas acuáticos. Dadas las características

ecológicas y geográficas únicas de los Andes, los índices de macroinvertebrados utilizados en otras regiones deben adaptarse con cautela. En general, ABI incluye un menor número de familias de macroinvertebrados que en otras regiones del mundo donde se ha aplicado el índice BMWP porque la altitud restringe la distribución de varias de ellas. El índice biológico andino determina el bienestar y la integridad ecológica de los diferentes ecosistemas acuáticos andinos, a través de la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados, desde su identificación taxonómica a nivel de familia, y es determinado para zonas de altura (> 2000 msnm). En la siguiente tabla se muestran los resultados generales obtenidos.

Tabla 6-164 Valores de ABI para los Cuerpos de Agua Muestreados

Id	ABI %	Calidad
MA5	88	Buena
MARF	120	Muy Buena
B4	17	Mala
B5	21	Mala
MAQR	79	Buena
MARC	57	Moderada
B6	40	Moderada
MAQAN	78	Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice EPT

El índice EPT ha sido utilizado para determinar el estado de salud ecológica de la macrofauna béntica colectada en su conjunto, tanto en los puntos de aguas corrientes (lóticas) como en los de aguas tranquilas (lénticas). Se realizó la calificación por punto en función de la composición de la muestra colectada, como se indica en la tabla.

En varios de los ecosistemas muestreados la dinámica y la hidromorfología de los cuerpos de agua presentan hábitats óptimos para el desarrollo de organismos sensibles, lo cual ayuda a mantener un buen funcionamiento y equilibrio del ecosistema acuático.

Cabe señalar que el movimiento del agua, los procesos propios de descomposición de materia orgánica, la presencia de cultivos y ganadería producen gran cantidad de sedimento, factor que altera de sobremanera la presencia de organismos bioindicadores de buena calidad de agua por su sensibilidad a los altos niveles de nutrientes y minerales en los sistemas hídricos arrojando valores muy bajos en el índice. Es preciso tomar en cuenta que en algunos casos las abundancias de los grupos EPT son menores a las de los quironómidos y oligoquetos en el análisis general, lo cual influye en la expresión del índice con relación a especies indicadoras de buena calidad de agua y, por ende, al resultado obtenido.

Tabla 6-165 Valores de EPT para los Cuerpos de Agua Muestreados

Id	EPT%	Calidad
MA5	37	Regular
MARF	91	Muy Buena
B4	0	Mala
B5	8	Mala

Id	EPT%	Calidad
MAQR	45	Regular
MARC	92	Muy Buena
B6	88	Muy Buena
MAQAN	58	Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Caracterización Cuantitativa por Punto de Muestreo

B4

Riqueza

En el punto B4 se registraron 35 individuos en total, pertenecientes a tres phylum, cuatro clases, cuatro órdenes, cuatro familias y cuatro morfoespecies.

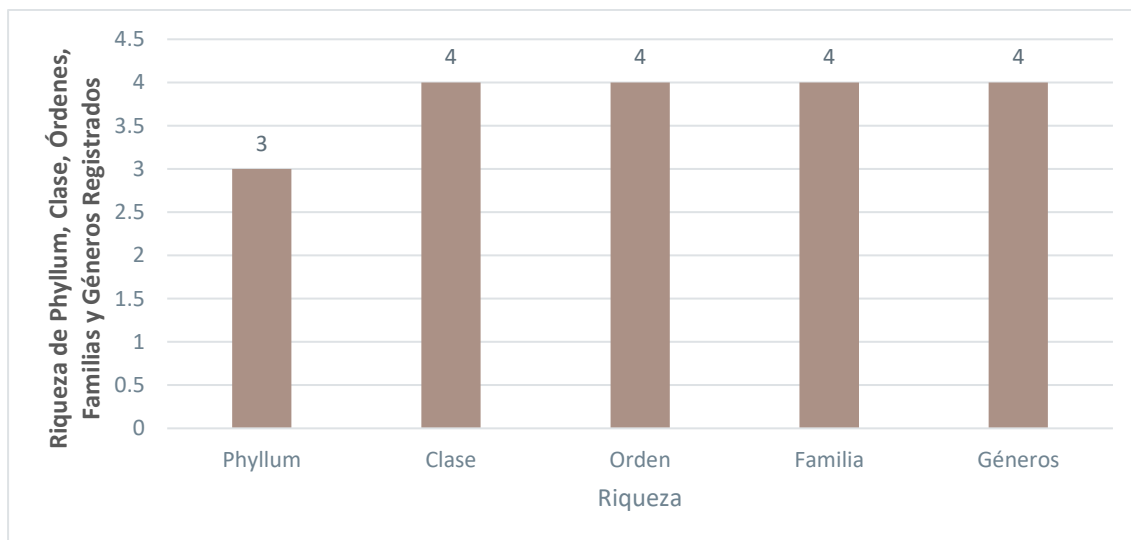


Figura 6-215 Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B4

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

En la siguiente tabla se presentan los valores de riqueza y abundancia registrados en el punto B4.

Tabla 6-166 Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B4

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	27
Hirudinida	Glossiphoniidae	<i>Glossiph.</i> sp. 1	6
Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	1
Coleoptera	Elmidae	<i>Neelmis</i> sp.	1
TOTAL			35

Abundancia Relativa

Se detallan las morfoespecies más representativas dentro del punto de muestreo (B4). La especie más abundante fue *Hyalella* sp., con 27 individuos ($P_i = 77,14\%$); seguida de *Glossiph* sp., con seis individuos ($P_i = 17,14\%$). Finalmente, *Pisidium* sp. y *Neoelmis* sp., con un individuo cada una ($P_i = 2,86\%$) como las especies con menor representatividad.

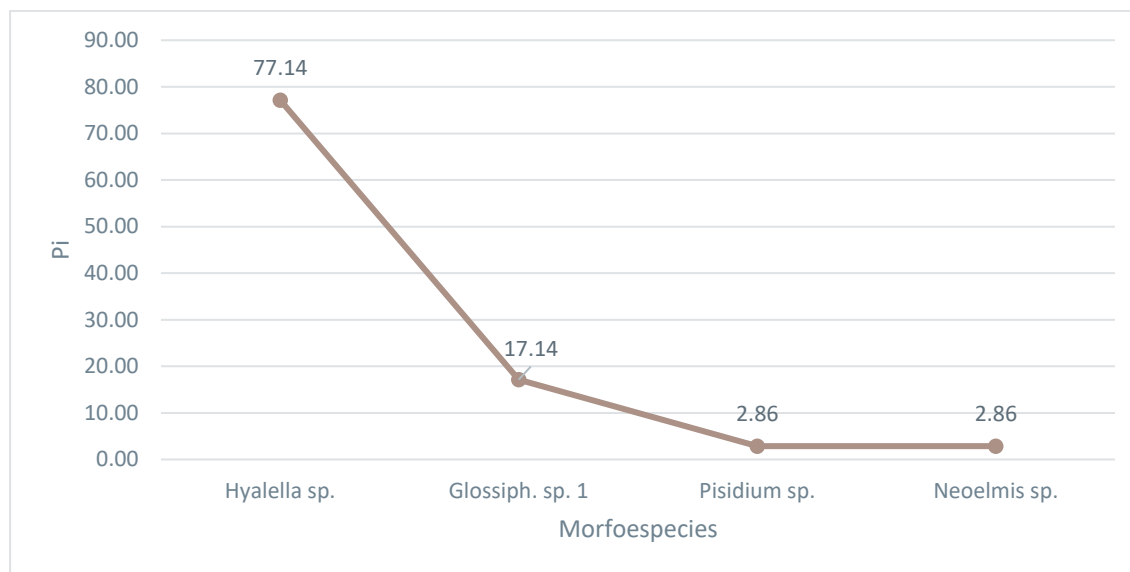


Figura 6-216 Curva de dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (B4) dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad

El cálculo del índice de Shannon del punto (B4) muestra en general una diversidad baja y una calidad de hábitat alterado. En cuanto al índice de Simpson, su diversidad es media dando lugar a una comunidad de macroinvertebrados poco diversa dentro del hábitat. El valor de la Equitabilidad (0,51) indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un 51 %.

Tabla 6-167 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (B4)

Id	Shannon-Wiener	Diversidad	Equitabilidad	Simpson	Calidad del Hábitat
B4	0,71	Baja	0,51	0,63	Ambientes alterados

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices Ecológicos

Índice BMWP/Col

Tabla 6-168 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col B4

Familia	Valor de Bioindicación
Hyalellidae	6
Glossiphoniidae	3
Sphaeriidae	4
Elmidae	6
Total	19
Calidad del agua	Crítica

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

El cuerpo de agua en general obtuvo un valor BMWP/Col de 19, lo cual lo ubica en una Clase IV, es decir presenta una calidad crítica, con características de aguas muy contaminadas.

Tabla 6-169 Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (B4)

Id	BMWP/Col	Clase	Calidad	Características	Color
B4	19	IV	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja

Fuente: Entrix, Levantamiento de información de campo, noviembre - diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice ABI

El índice biológico andino determina el bienestar y la integridad ecológica de los diferentes ecosistemas acuáticos andinos a través de la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados desde su identificación taxonómica a nivel de familia y es determinado para zonas de altura (> 2000 msnm), y los resultados generales obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 6-170 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del punto B4

Familia	Valor de Bioindicación
Hyalellidae	6
Glossiphoniidae	3
Sphaeriidae	3
Elmidae	5
Total	17
Calidad del agua	Malo

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice EPT

Tabla 6-171 Estado de Salud Ecológica del Punto B4

EPT General	
Grupos	
Chironomidae	1

EPT General	
Oligochaeta	0
EPT	0
EPT+CH+OL	1
Abundancia total	35
EPT/EPT+CH+OL	0
Calidad de agua %	0
	Mala

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

El índice EPT basado en organismos indicadores dio como resultado una calidad de agua Mala (EPT = 0 %). Estas variantes están influenciadas directamente por cambios en las abundancias de bioindicadores determinados por valores de tolerancia/intolerancia. Dentro de este cuerpo de agua no se evidencia la presencia de especies indicadoras de una buena calidad de agua.

Tabla 6-172 Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (B4)

Id	EPT %	Calidad
B4	0	Mala

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

B5

Riqueza

En el punto B5 se registraron 35 individuos en total, pertenecientes a cuatro phylum, cinco clases, seis órdenes, seis familias y siete morfoespecies.

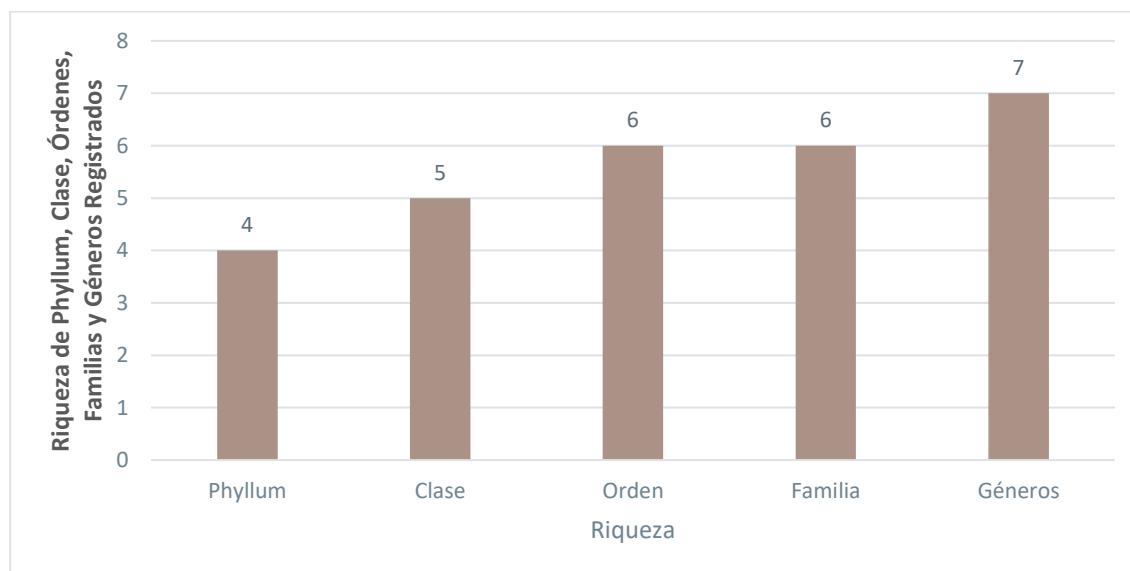


Figura 6-217 Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B5

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

En la siguiente tabla se presentan los valores de riqueza y abundancia registrados en el punto B5.

Tabla 6-173 Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B5

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus</i> sp.	10
Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	7
Hirudinida	Glossiphoniidae	<i>Glossiph.</i> sp. 1	2
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i> sp.	1
Trombidiformes	Hydracarina S/D	<i>Hydracarina</i> mfe2	1
Tricladia	Dugesiidae	<i>Dugesiidae</i> mfe1	1
Diptera	Chironomidae	<i>Orthoc.</i> sp.1	1
TOTAL			23

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se detallan las morfoespecies más representativas dentro del punto de muestreo (B5). La especie más abundante fue *Rheotanytarsus* sp., con 10 individuos ($P_i = 43,48\%$); seguido de *Pisidium* sp., con siete individuos ($P_i = 30,43\%$); *Glossiph.* sp. 1, con dos individuos ($P_i = 8,70\%$). Finalmente, *Oxyethira* sp., *Hydracarina* mfe. 2, *Dugesiidae* mfe. 1 y *Orthoc.* sp. 1, con un individuo cada una ($P_i = 4,35\%$) como las especies con menor representatividad.

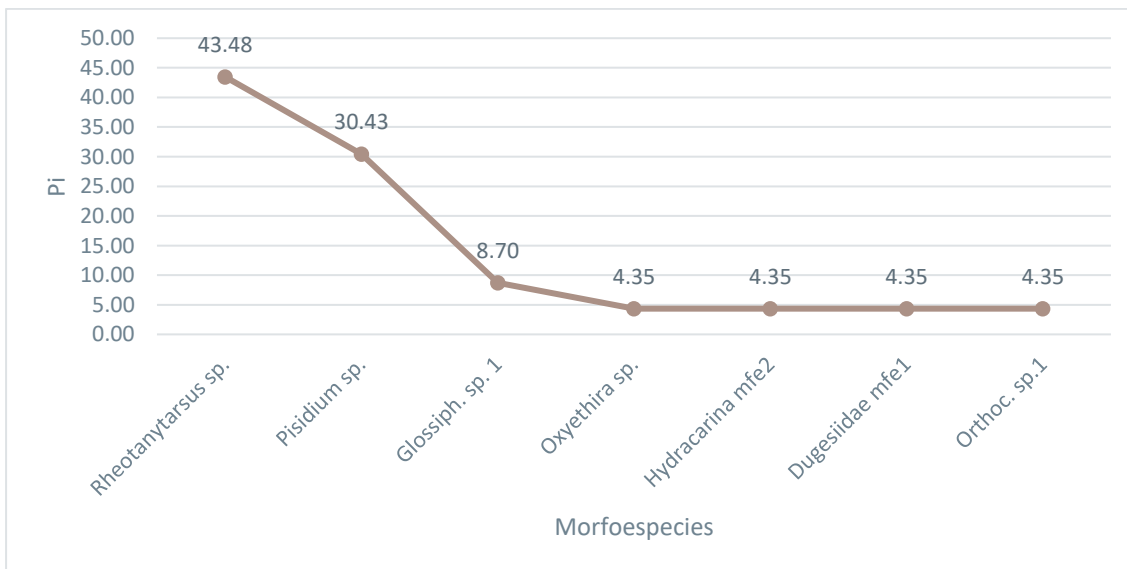


Figura 6-218 Curva de dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (B5) dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad

El cálculo del índice de Shannon del punto (B5) muestra en general una diversidad baja y una calidad de hábitat moderadamente alterado. En cuanto al índice de Simpson, su diversidad es alta dando lugar a una comunidad de macroinvertebrados diversa dentro del hábitat. El valor de la Equitabilidad (0,76) indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un 76 %.

Tabla 6-174 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (B5)

Id	Shannon-Wiener	Diversidad	Equitabilidad	Simpson	Calidad del Hábitat
B5	1,48	Baja	0,76	0,30	Moderadamente alterados

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices Ecológicos

Índice BMWP/Col

Tabla 6-175 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col B5

Familia	Valor de Bioindicación
Chironomidae	2
Sphaeriidae	4
Glossiphoniidae	3
Hydroptilidae	10
Hydracarina S/D	0
Dugesidae	0
Chironomidae	2
Total	21
Calidad del agua	Crítica

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

El cuerpo de agua en general obtuvo un valor BMWP/Col de 21, lo cual lo ubica en una Clase IV, es decir presenta una calidad crítica con características de aguas muy contaminadas.

Tabla 6-176 Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (B5)

Id	BMWP/Col	Clase	Calidad	Características	Color
B5	21	IV	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice ABI

El índice biológico andino determina el bienestar y la integridad ecológica de los diferentes ecosistemas acuáticos andinos a través de la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados desde su identificación taxonómica a nivel de familia y es determinado para zonas de altura (> 2000 msnm), y los resultados generales obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 6-177 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del punto B5

Familia	Valor de Bioindicación
Chironomidae	2
Sphaeriidae	3
Glossiphoniidae	3
Hydroptilidae	6
Hydracarina S/D	0
Dugesidae	5
Chironomidae	2
Total	21
Calidad del agua	Mala

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice EPT

Tabla 6-178 Estado de Salud Ecológica del Punto B5

EPT General	
Grupos	
Chironomidae	11
Oligochaeta	0
EPT	1
EPT+CH+OL	12
Abundancia total	23
EPT/EPT+CH+OL	0,08
Calidad de agua %	8
	Mala

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

El índice EPT basado en organismos indicadores dio como resultado una calidad de agua Mala (EPT = 8 %). Estas variantes están influenciadas directamente por cambios en las abundancias de bioindicadores determinados por valores de tolerancia/intolerancia. Dentro de este cuerpo de agua no se evidencia la presencia de especies indicadoras de una buena calidad de agua.

Tabla 6-179 Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (B5)

Id	EPT %	Calidad
B5	8	Mala

B6

Riqueza

En el punto B6 se registraron 62 individuos en total pertenecientes a tres phylum, cuatro clases, cinco órdenes, siete familias y ocho morfoespecies.

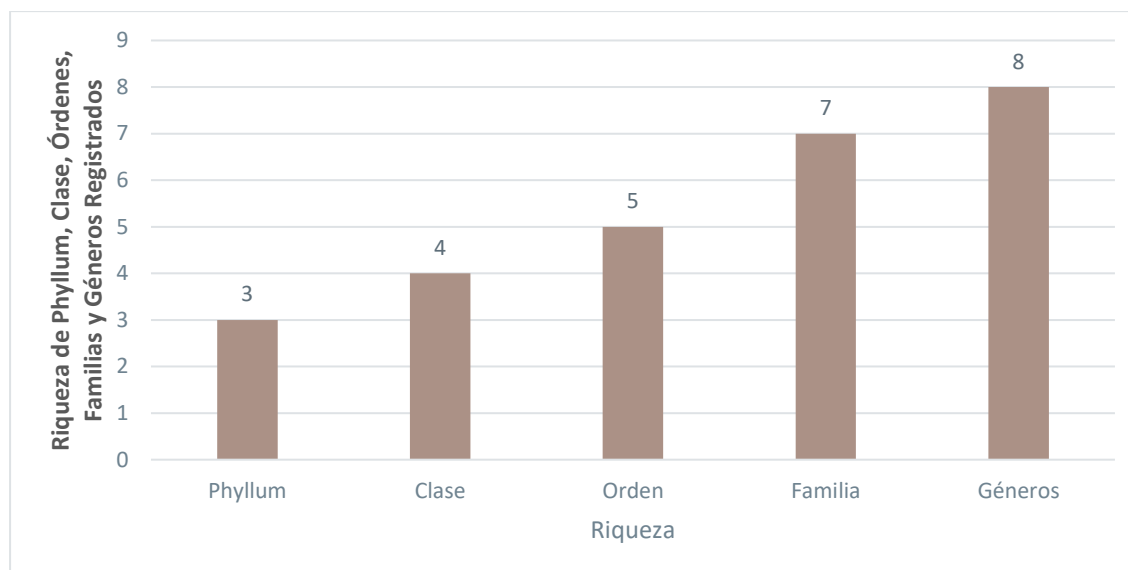


Figura 6-219 Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B6

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

En la siguiente tabla se presentan los valores de riqueza y abundancia registrados en el punto B6.

Tabla 6-180 Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto B6

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	24
Trichoptera	Limnephilidae	<i>Anomalocosmoecus</i> sp.	20
Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	10
Diptera	Chironomidae	<i>Tanyp.</i> sp. 1	3
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 2	2
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Palpomyia</i> sp.	1
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 1	1
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	1
TOTAL			62

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se detallan las morfoespecies más representativas dentro del punto de muestreo (B6). La especie más abundante fue *Hyaella* sp., con 24 individuos ($P_i = 38,71\%$); seguido de *Anomalocosmoecus* sp., con 20 individuos ($P_i = 32,26\%$); *Pisidium* sp., con 10 individuos ($P_i = 16,13\%$); *Tanyp* sp. 1, con tres individuos ($P_i = 4,84\%$); *Oligochaeta* mfe. 2, con dos individuos ($P_i = 3,23\%$). Finalmente, *Palpomyia* sp., *Oligochaeta* mfe. 1 y *Polycentropus* sp., con un individuo cada una ($P_i = 1,61\%$) como las especies con menor representatividad.

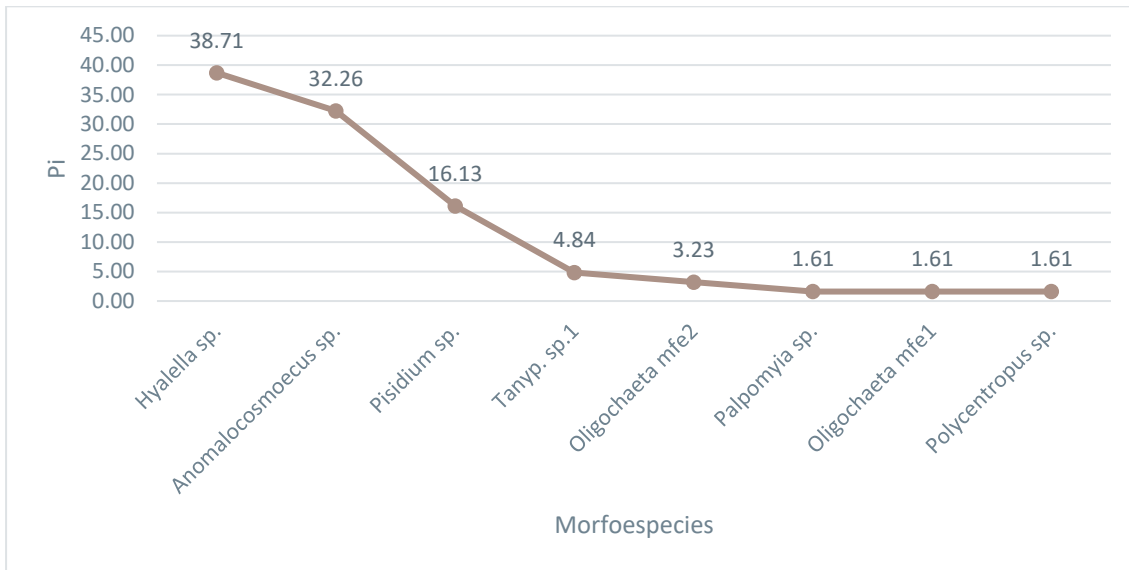


Figura 6-220 Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (B6) dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad

El cálculo del índice de Shannon del punto (B6) muestra en general una diversidad baja y una calidad de hábitat moderadamente alterado. En cuanto al índice de Simpson, su diversidad es alta dando lugar a una comunidad de macroinvertebrados diversa dentro del hábitat. El valor de la Equitabilidad (0,71) indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un 71 %.

Tabla 6-181 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (B6)

Id	Shannon-Wiener	Diversidad	Equitabilidad	Simpson	Calidad del Hábitat
B6	1,48	Baja	0,71	0,28	Moderadamente alterados

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices Ecológicos

Índice BMWP/Col

Tabla 6-182 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col B6

Familia	Valor de Bioindicación
Hyaletidae	6
Limnephilidae	0
Sphaeriidae	4
Chironomidae	2
Oligochaeta S/D	1
Ceratopogonidae	3
Oligochaeta S/D	1
Polycentropodidae	7
Total	24
Calidad del agua	Crítica

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre - diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

El cuerpo de agua en general obtuvo un valor BMWP/Col de 24, lo cual lo ubica en una Clase IV, es decir presenta una calidad crítica con características de aguas muy contaminadas.

Tabla 6-183 Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (B6)

Id	BMWP/Col	Clase	Calidad	Características	Color
B6	24	IV	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice ABI

El índice biológico andino determina el bienestar y la integridad ecológica de los diferentes ecosistemas acuáticos andinos a través de la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados desde su identificación taxonómica a nivel de familia y es determinado para zonas de altura (> 2000 msnm), y los resultados generales obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 6-184 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del punto B6

Familia	Valor de Bioindicación
Hyaletidae	6
Limnephilidae	0
Sphaeriidae	3
Chironomidae	2
Oligochaeta S/D	1
Ceratopogonidae	4
Oligochaeta S/D	1
Polycentropodidae	8

Familia	Valor de Bioindicación
Perlidae	10
Elmidae	5
Total	40
Calidad del agua	Moderada

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice EPT

Tabla 6-185 Estado de Salud Ecológica del Punto B6

EPT General	
Grupos	
Chironomidae	3
Oligochaeta	3
EPT	21
EPT+CH+OL	27
Abundancia total	62
EPT/EPT+CH+OL	0,78
Calidad de agua %	78
	Muy Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

El índice EPT basado en organismos indicadores dio como resultado una calidad de agua Muy Buena (EPT = 78 %). Estas variantes están influenciadas directamente por cambios en las abundancias de bioindicadores determinados por valores de tolerancia/intolerancia. Dentro de este cuerpo de agua se evidencia la presencia de especies indicadoras de una buena calidad de agua.

Tabla 6-186 Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (B6)

Id	EPT %	Calidad
B6	78	Muy Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

MARE

Riqueza

En el punto MARE se registraron 240 individuos en total pertenecientes a dos phylum, tres clases, seis órdenes, 18 familias y 22 morfoespecies.

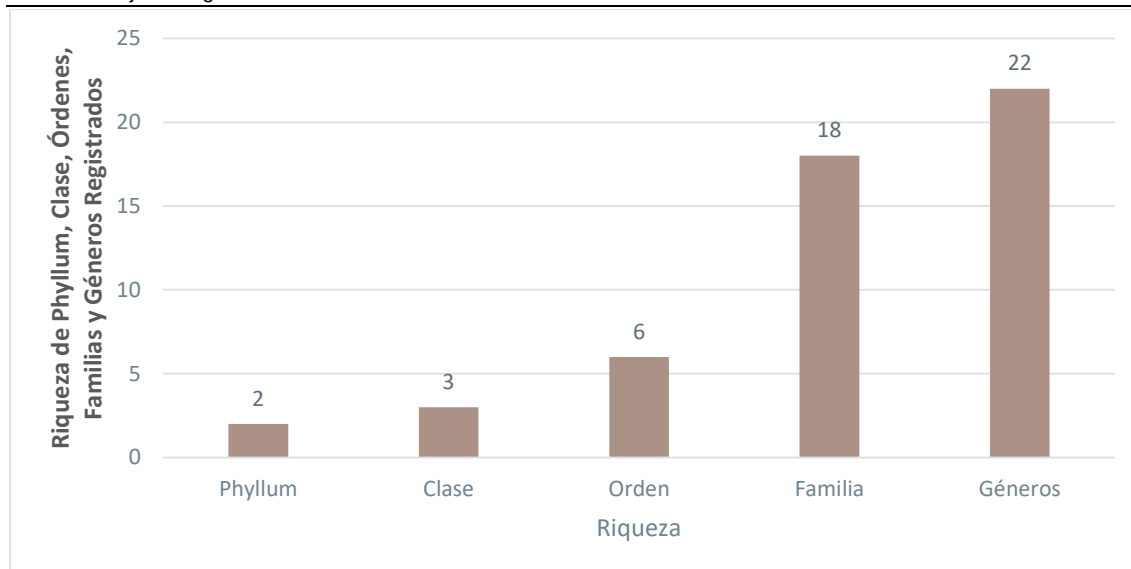


Figura 6-221 Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MARF

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

En la siguiente tabla se presentan los valores de riqueza y abundancia registrados en el punto MARF.

Tabla 6-187 Especies de Macroinvertebrados Registrados en el punto MARF

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp.	94
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Mayobaetis</i> sp.	56
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	13
Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	12
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	12
Diptera	Chironomidae	<i>Orthoc.</i> sp. 1	8
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 2	6
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytar</i> sp. 1	6
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	5
Trichoptera	Anomalopsychidae	<i>Contulma</i> sp.	5
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	4
Coleoptera	Scirtidae	<i>Prionocyphon</i> sp.	3
Diptera	Limoniidae	<i>Hexatoma</i> sp.	3
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	2
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	2
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	2
Coleoptera	Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp.	2

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.	1
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	1
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> sp.	1
Diptera	Chironomidae	<i>Tanyp.</i> sp. 1	1
Coleoptera	Elmidae	<i>Austrolimnius</i> sp.	1
TOTAL			280

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se detallan las morfoespecies más representativas dentro del punto de muestreo (MARF). La especie más abundante fue *Gigantodax* sp., con 94 individuos ($P_i = 39,17\%$); seguido de *Mayobaetis* sp., con 56 individuos ($P_i = 23,33\%$); *Thraulodes* sp., con 13 individuos ($P_i = 5,42\%$); *Atopsyche* sp. y *Baetodes* sp., con 12 individuos ($P_i = 5\%$); *Orthoc.* sp. 1, con ocho individuos ($P_i = 3,33\%$); *Oligochaeta* mfe. 2 y *Tanytar* sp. 1, con seis individuos ($P_i = 2,50\%$); *Polycentropus* sp. y *Contulma* sp., con cinco individuos ($P_i = 2,08\%$); *Helicopsyche* sp., con cuatro individuos ($P_i = 1,67\%$); *Prionocyphon* sp. y *Hexatoma* sp., con tres individuos ($P_i = 1,25\%$); *Phylloicus* sp., *Smicridea* sp., *Nectopsyche* sp. y *Hexanchorus* sp., con dos individuos ($P_i = 0,83\%$). Finalmente, *Hyalella* sp., *Hydroptila* sp., *Tanyp.* sp. 1 y *Austrolimnius* sp., con un individuo cada una ($P_i = 0,42\%$) como las especies con menor representatividad.

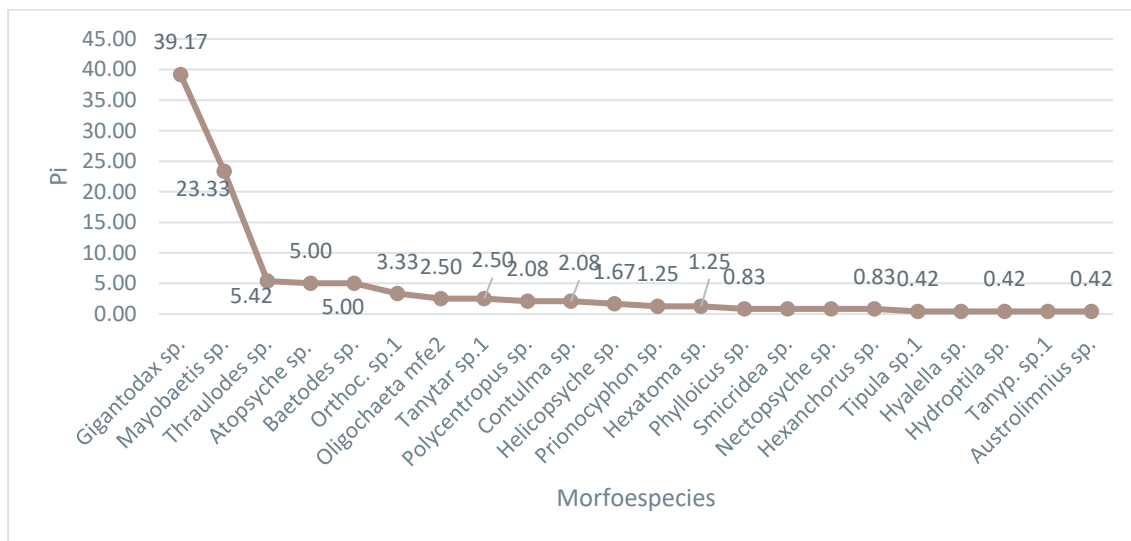


Figura 6-222 Curva de dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (MARF) dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad

El cálculo del índice de Shannon del Punto (MARF) muestra en general una diversidad media y una calidad de hábitat moderadamente alterado. En cuanto al índice de Simpson, su diversidad es alta dando lugar a una comunidad de macroinvertebrados equitativa dentro del hábitat. El valor de la Equitabilidad (0,67) indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un 67 %.

Tabla 6-188 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (MARF)

Id	Shannon-Wiener	Diversidad	Equitabilidad	Simpson	Calidad del Hábitat
MARF	2,03	Media	0,67	0,23	Moderadamente alterados

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices Ecológicos

Índice BMWP/Col

Tabla 6-189 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col MARF

Familia	Valor de Bioindicación
Simuliidae	9
Baetidae	8
Leptophlebiidae	9
Hydrobiosidae	9
Baetidae	8
Chironomidae	2
Oligochaeta S/D	1
Chironomidae	2
Polycentropodidae	7
Anomalopsychidae	10
Helicopsychidae	8
Scirtidae	9
Limoniidae	3
Calamoceratidae	10
Hydropsychidae	8
Leptoceridae	8
Elmidae	6
Tipulidae	3
Hyaletellidae	6
Hydroptilidae	10
Chironomidae	2
Elmidae	6
Total	144
Calidad del agua	Muy Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

El cuerpo de agua en general obtuvo un valor BMWP/Col de 144, lo cual lo ubica en una Clase I, es decir presenta una calidad de agua buena, con características de aguas limpias.

Tabla 6-190 Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (MARF)

Id	BMWP/Col	Clase	Calidad	Características	Color
MARF	144	I	Muy Buena	Aguas limpias	Azul

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice ABI

El índice biológico andino determina el bienestar y la integridad ecológica de los diferentes ecosistemas acuáticos andinos a través de la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados desde su identificación taxonómica a nivel de familia y es determinado para zonas de altura (> 2000 msnm), y los resultados generales obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 6-191 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del punto MARF

Familia	Valor de Bioindicación
Simuliidae	5
Baetidae	4
Leptophlebiidae	10
Hydrobiosidae	8
Baetidae	4
Chironomidae	2
Oligochaeta S/D	1
Chironomidae	2
Polycentropodidae	8
Anomalopsychidae	10
Helicopsychidae	10
Scirtidae	5
Limoniidae	4
Calamoceratidae	5
Hydropsychidae	5
Leptoceridae	8
Elmidae	5
Tipulidae	5
Hyalellidae	6
Hydroptilidae	6
Chironomidae	2
Elmidae	5
Total	120
Calidad del agua	Muy Bueno

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice EPT

Tabla 6-192 Estado de Salud Ecológica del Punto MARF

EPT General	
Grupos	
Chironomidae	15
Oligochaeta	6
EPT	213
EPT+CH+OL	234
Abundancia total	237
EPT/EPT+CH+OL	0,91
Calidad de agua %	91
	Muy Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

El índice EPT, basado en organismos indicadores, dio como resultado una calidad de agua Muy Buena (EPT = 91 %). Estas variantes están influenciadas directamente por cambios en las abundancias de bioindicadores determinados por valores de tolerancia/intolerancia. Dentro de este cuerpo de agua se evidencia la presencia de especies indicadoras de una buena y mala calidad de agua.

Tabla 6-193 Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (MARF)

Id	EPT %	Calidad
MARF	91	Muy Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

MA5

Riqueza

En el punto MA5 se registraron 183 individuos en total pertenecientes a tres phylum, cinco clases, nueve órdenes, 16 familias y 19 morfoespecies.

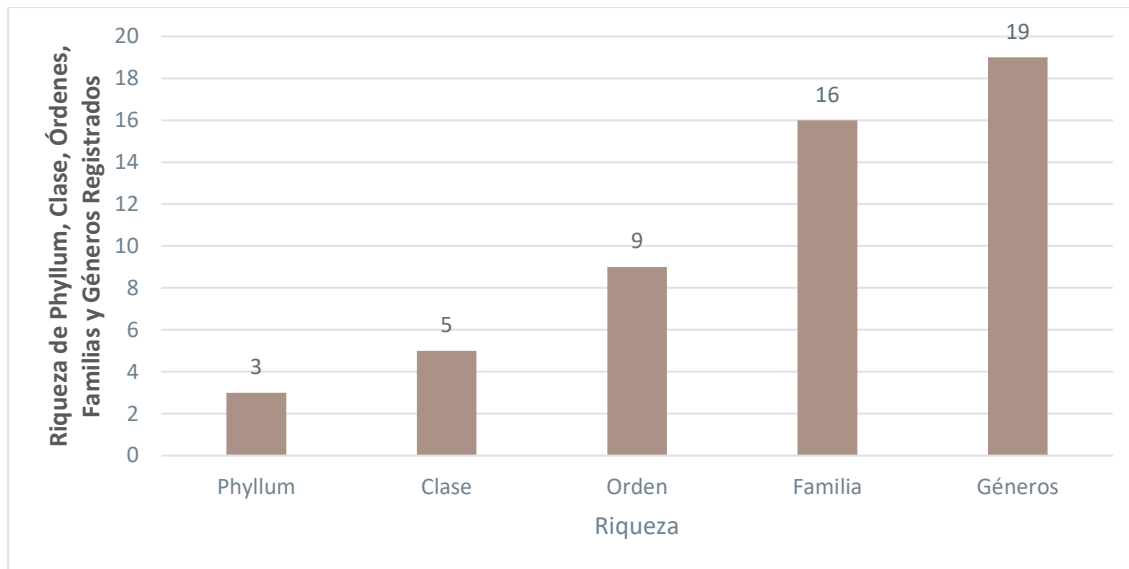


Figura 6-223 Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MA5

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

En la siguiente tabla se presentan los valores de riqueza y abundancia registrados en el punto MA5.

Tabla 6-194 Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MA5

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	56
Diptera	Limoniidae	<i>Limonia</i> sp.	3
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 1	2
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 2	3
Trombidiformes	Hydracarina S/D	Hydracarina mfe. 1	3
Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp.	8
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Palpomyia</i> sp.	2
Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	10
Diptera	Chironomidae	<i>Tanyp.</i> sp. 1	7
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus</i> sp.	7
Diptera	Chironomidae	<i>Orthoc.</i> sp. 1	40
Trichoptera	Anomalopsychidae	<i>Contulma</i> sp.	23
Coleoptera	Scirtidae	<i>Prionocyphon</i> sp.	11
Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i> sp.	28
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	1
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> sp.	6
Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	3

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	1
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	4
TOTAL			218

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se detallan las morfoespecies más representativas dentro del punto de muestreo (MA5). La especie más abundante fue *Hyaella* sp., con 56 individuos ($P_i = 25,69\%$); seguida de *Orthoc.* sp. 1, con 40 individuos ($P_i = 18,35\%$); *Heterelmis* sp., con 28 individuos ($P_i = 12,84\%$); *Contulma* sp., con 23 individuos ($P_i = 10,55\%$); *Prionocyphon* sp., con 11 individuos ($P_i = 5,05\%$); *Chelifera* sp., con 10 individuos ($P_i = 4,59\%$); *Gigantodax* sp., con ocho individuos ($P_i = 3,67\%$); *Tanyp* sp. 1 y *Tanytarsus* sp., con siete individuos ($P_i = 3,21\%$); *Hydroptila* sp., con seis individuos ($P_i = 2,75\%$); *Thraulodes* sp., con cuatro individuos ($P_i = 1,83\%$); *Limonia* sp., Oligochaeta mfe. 2, Hydracarina mfe. 1, *Pisidium* sp., con tres individuos ($P_i = 1,38\%$); Oligochaeta mfe. 1 y *Palpomyia* sp., con dos individuos cada uno ($P_i = 0,92\%$). Finalmente, *Helicopsyche* sp. y *Polycentropus* sp., con un individuo cada una ($P_i = 0,46\%$) como las especies con menor representatividad.

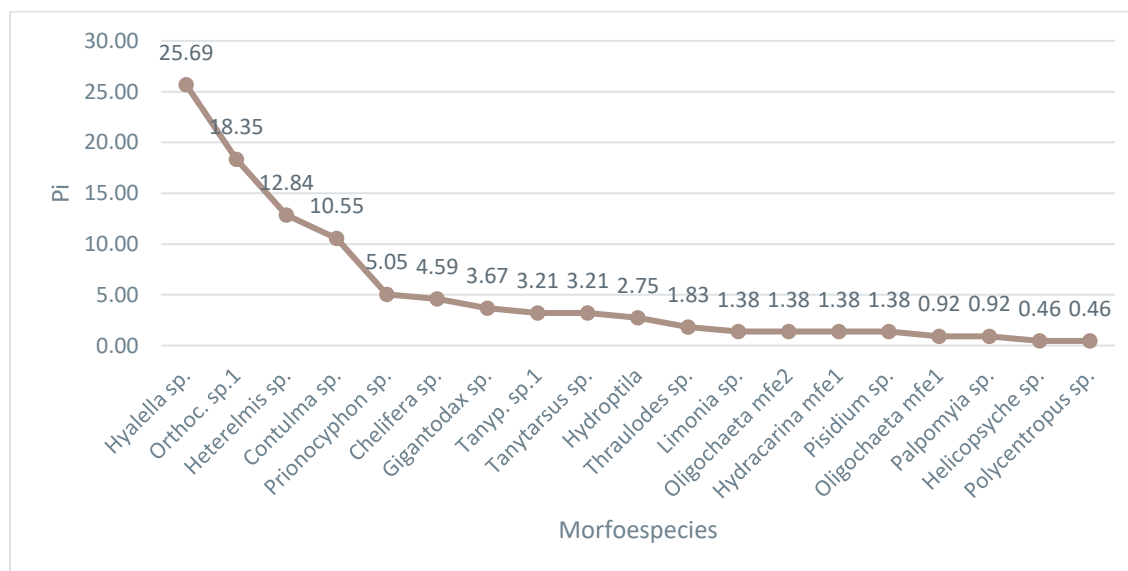


Figura 6-224 Curva de dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (MA5) dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad

El cálculo del índice de Shannon del punto (MA5) muestra en general una diversidad media y una calidad de hábitat moderadamente alterado. En cuanto al índice de Simpson, su diversidad es alta dando lugar a una comunidad de macroinvertebrados equitativa dentro del hábitat. El valor de la Equitabilidad (0,79) indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un 79 %.

Tabla 6-195 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (MA5)

Id	Shannon-Wiener	Diversidad	Equitabilidad	Simpson	Calidad del Hábitat
MA5	2,34	Media	0,79	0,14	Moderadamente alterados

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices Ecológicos

Índice BMWP/Col

Tabla 6-196 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col MA5

Familia	Valor de Bioindicación
Hyaletidae	6
Limoniidae	3
Oligochaeta S/D	1
Oligochaeta S/D	1
Hydracarina S/D	0
Simuliidae	9
Ceratopogonidae	3
Empididae	4
Chironomidae	2
Chironomidae	2
Chironomidae	2
Anomalopsychidae	10
Scirtidae	9
Elmidae	6
Helicopsychidae	8
Hydroptilidae	10
Sphaeriidae	4
Polycentropodidae	7
Leptophlebiidae	9
Total	96
Calidad del agua	Aceptable

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

El cuerpo de agua en general obtuvo un valor BMWP/Col de 96, lo cual lo ubica en una Clase II, es decir presenta una calidad de agua aceptable con características de aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 6-197 Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (MA5)

Id	BMWP/Col	Clase	Calidad	Características	Color
MA5	96	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice ABI

El índice biológico andino determina el bienestar y la integridad ecológica de los diferentes ecosistemas acuáticos andinos a través de la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados desde su identificación taxonómica a nivel de familia y es determinado para zonas de altura (> 2000 msnm), y los resultados generales obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 6-198 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del Punto MA5

Familia	Valor de Bioindicación
Hyalellidae	6
Limoniidae	4
Oligochaeta S/D	1
Oligochaeta S/D	1
Hydracarina S/D	0
Simuliidae	5
Ceratopogonidae	4
Empididae	4
Chironomidae	2
Chironomidae	2
Chironomidae	2
Anomalopsychidae	10
Scirtidae	5
Elmidae	5
Helicopsychidae	10
Hydroptilidae	6
Sphaeriidae	3
Polycentropodidae	8
Leptophlebiidae	10
Total	88
Calidad del agua	Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice EPT

Tabla 6-199 Estado de Salud Ecológica del Punto MA5

EPT General	
Grupos	
Chironomidae	54
Oligochaeta	5
EPT	35
EPT+CH+OL	94
Abundancia total	218
EPT/EPT+CH+OL	0,37
Calidad de agua %	37
	Regular

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

El índice EPT basado en organismos indicadores dio como resultado una calidad de agua Regular (EPT = 37 %). Estas variantes están influenciadas directamente por cambios en las abundancias de bioindicadores determinados por valores de tolerancia/intolerancia. Dentro de este cuerpo de agua se evidencia la presencia de especies indicadoras de una buena y mala calidad de agua.

Tabla 6-200 Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (MA5)

Id	EPT %	Calidad
MA5	37	Regular

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

MAQR

Riqueza

En el punto MAQR se registraron 53 individuos en total pertenecientes a dos phylum, dos clases, seis órdenes, 12 familias y 14 morfoespecies.

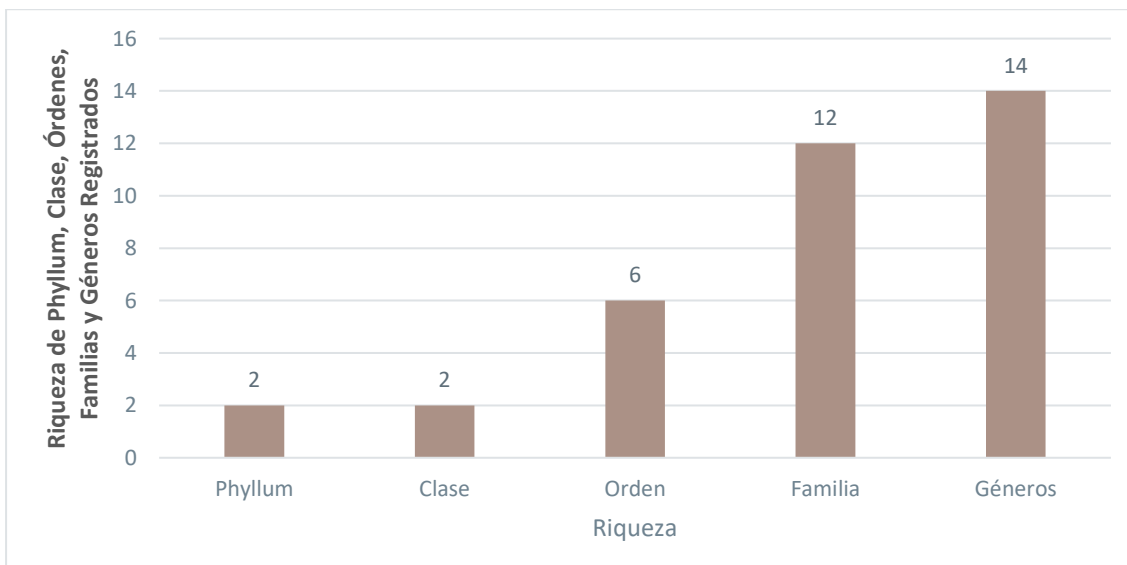


Figura 6-225 Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MAQR

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

En la siguiente tabla se presentan los valores de riqueza y abundancia registrados en el punto MAQR.

Tabla 6-201 Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MAQR

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp.	16
Diptera	Chironomidae	<i>Orthoc.</i> sp. 1	11
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 2	4
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	4
Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	3
Coleoptera	Elmidae	<i>Microcyloepus</i> sp.	3
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	2
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Mayobaetis</i> sp.	2
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> sp.	2
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytar</i> sp. 1	2
Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	1
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	1
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	1
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	1
TOTAL			53

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se detallan las morfoespecies más representativas dentro del punto de muestreo (MAQR). La especie más abundante fue *Gigantodax* sp., con 16 individuos ($P_i = 30,19\%$); seguida de *Orthoc.* sp. 1, con 11 individuos ($P_i = 20,75\%$); Oligochaeta mfe. 2 y *Thraulodes* sp., con cuatro individuos ($P_i = 7,55\%$); *Psephenops* sp. y *Microcyloepus* sp., con tres individuos ($P_i = 5,66\%$); *Polycentropus* sp., *Mayobaetis* sp., *Hydroptila* sp., *Tanytar* sp. 1, con dos individuos ($P_i = 3,77\%$). Finalmente, *Atopsyche* sp., *Anacroneuria* sp., *Baetodes* sp. y *Nectopsyche* sp., con un individuo cada una ($P_i = 1,89\%$) como las especies con menor representatividad.

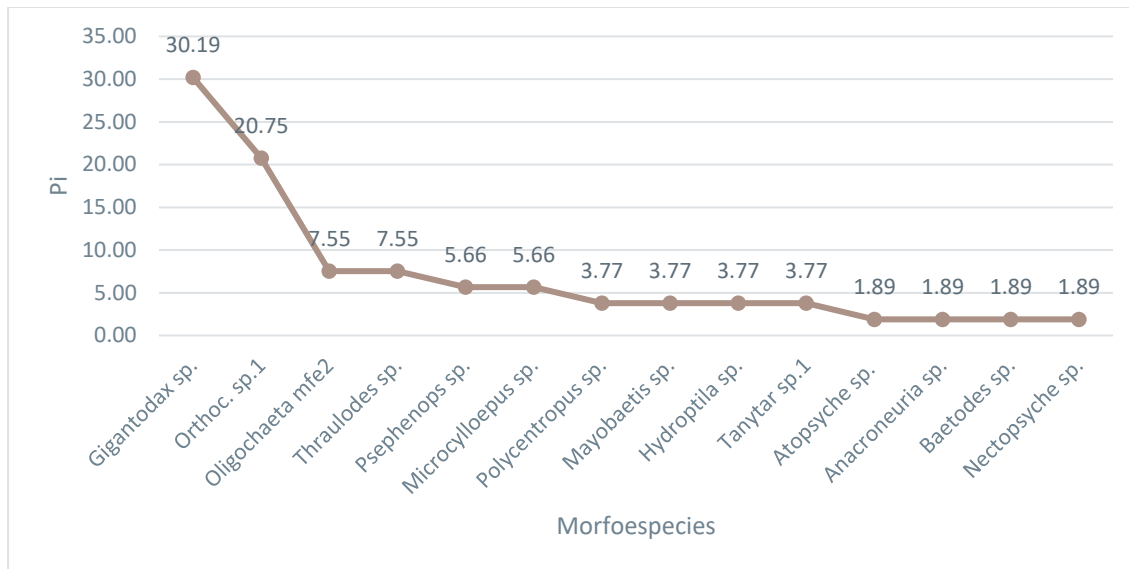


Figura 6-226 Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (MAQR) dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad

El cálculo del índice de Shannon del punto (MAQR) muestra en general una diversidad media y una calidad de hábitat moderadamente alterado. En cuanto al índice de Simpson, su diversidad es alta dando lugar a una comunidad de macroinvertebrados equitativa dentro del hábitat. El valor de la Equitabilidad (0,83) indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un 83 %.

Tabla 6-202 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (MAQR)

Id	Shannon-Wiener	Diversidad	Equitabilidad	Simpson	Calidad del Hábitat
MAQR	2,20	Media	0,83	0,16	Moderadamente alterados

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices Ecológicos

Índice BMWP/Col

Tabla 6-203 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col MAQR

Familia	Valor de Bioindicación
Simuliidae	9
Chironomidae	2
Oligochaeta S/D	1
Leptophlebiidae	9
Psephenidae	10

Familia	Valor de Bioindicación
Elmidae	6
Polycentropodidae	7
Baetidae	8
Hydroptilidae	10
Chironomidae	2
Hydrobiosidae	9
Perlidae	10
Baetidae	8
Leptoceridae	8
Total	99
Calidad del agua	Aceptable

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

El cuerpo de agua en general obtuvo un valor BMWP/Col de 99, lo cual lo ubica en una Clase II, es decir presenta una calidad de agua aceptable con características de aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 6-204 Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (MAQR)

Id	BMWP/Col	Clase	Calidad	Características	Color
MAQR	99	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice ABI

El índice biológico andino determina el bienestar y la integridad ecológica de los diferentes ecosistemas acuáticos andinos a través de la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados desde su identificación taxonómica a nivel de familia y es determinado para zonas de altura (> 2000 msnm), y los resultados generales obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 6-205 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del punto MAQR

Familia	Valor de Bioindicación
Simuliidae	5
Chironomidae	2
Oligochaeta S/D	1
Leptophlebiidae	10
Psephenidae	6
Elmidae	5
Polycentropodidae	8
Baetidae	4
Hydroptilidae	6
Chironomidae	2

Familia	Valor de Bioindicación
Hydrobiosidae	8
Perlidae	10
Baetidae	4
Leptoceridae	8
Total	79
Calidad del agua	Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice EPT

Tabla 6-206 Estado de Salud Ecológica del Punto MAQR

EPT General	
Grupos	
Chironomidae	13
Oligochaeta	4
EPT	14
EPT+CH+OL	31
Abundancia total	53
EPT/EPT+CH+OL	0,45
Calidad de agua %	45
	Regular

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

El índice EPT, basado en organismos indicadores dio como resultado una calidad de agua Regular (EPT = 45 %). Estas variantes están influenciadas directamente por cambios en las abundancias de bioindicadores determinados por valores de tolerancia/intolerancia. Dentro de este cuerpo de agua se evidencia la presencia de especies indicadoras de una buena y mala calidad de agua.

Tabla 6-207 Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (MAQR)

Id	EPT %	Calidad
MAQR	45	Regular

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

MARC

Riqueza

En el punto MARC se registraron 53 individuos en total pertenecientes a un phylum, una clase, seis órdenes, nueve familias y 10 morfoespecies.

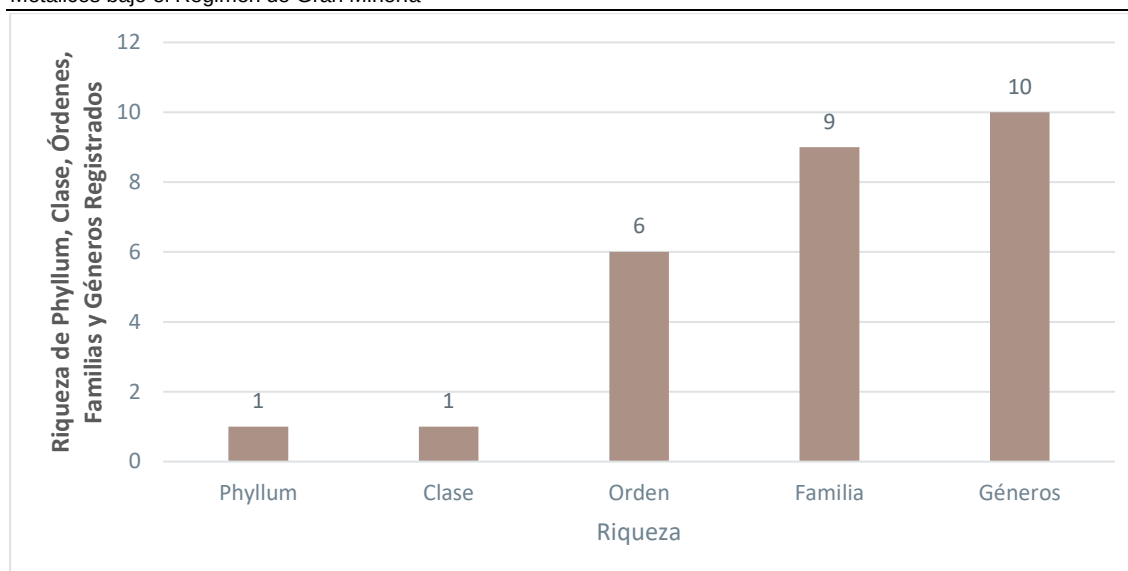


Figura 6-227 Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MARC

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

En la siguiente tabla se presentan los valores de riqueza y abundancia registrados en el punto MARC.

Tabla 6-208 Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MARC

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	21
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Mayobaetis</i> sp.	21
Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	7
Diptera	Chironomidae	<i>Orthoc.</i> sp.1	5
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	2
Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp.	2
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	2
Diptera	Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	1
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	1
Coleoptera	Elmidae	<i>Microcylloepus</i> sp.	1
TOTAL			63

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se detallan las morfoespecies más representativas dentro del punto de muestreo (MARC). Las especies más abundantes fueron *Baetodes* sp. y *Mayobaetis* sp., con 21 individuos ($P_i = 33,33\%$); seguidas de *Atopsyche* sp., con siete individuos ($P_i = 11,11\%$); *Orthoc.* sp. 1, con cinco individuos ($P_i = 7,94\%$); *Leptohyphes* sp., *Gigantodax* sp. y *Polycentropus* sp., con dos individuos ($P_i = 3,17\%$). Finalmente,

Tabanus sp., *Anacroneuria* sp. y *Microcylloepus* sp., con un individuo cada una ($P_i = 1,59$ %) como las especies con menor representatividad.

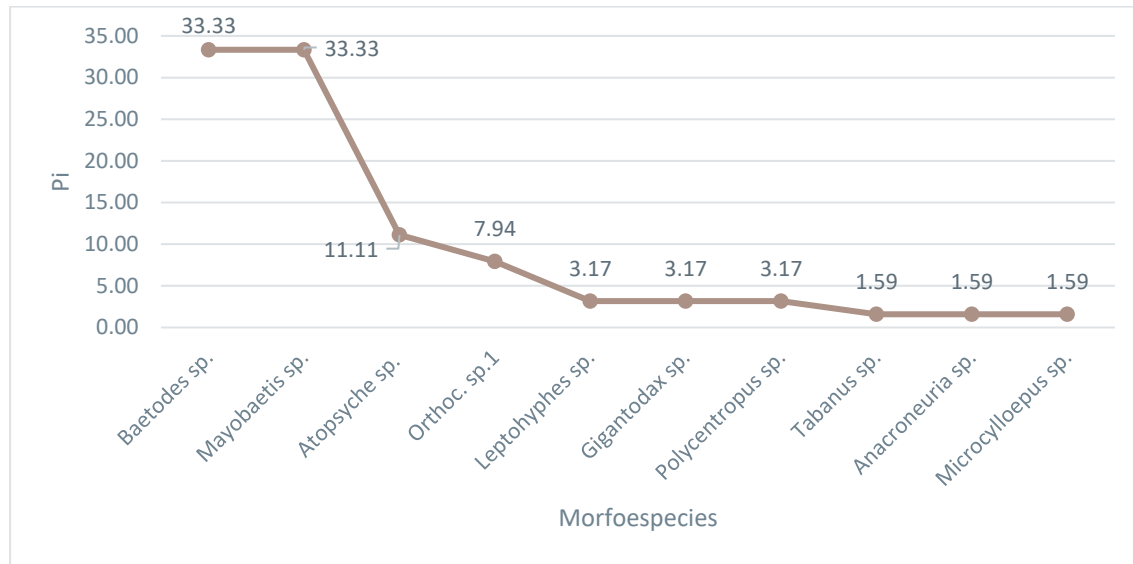


Figura 6-228 Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (MARC) dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad

El cálculo del índice de Shannon del Punto (MARC) muestra en general una diversidad media y una calidad de hábitat moderadamente alterado. En cuanto al índice de Simpson, su diversidad es alta dando lugar a una comunidad de macroinvertebrados equitativa dentro del hábitat. El valor de la Equitabilidad (0,74) indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un 74 %.

Tabla 6-209 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (MARC)

Id	Shannon-Wiener	Diversidad	Equitabilidad	Simpson	Calidad del Hábitat
MARC	1,70	Media	0,74	0,24	Moderadamente alterados

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices Ecológicos

Índice BMWP/Col

Tabla 6-210 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col MARC

Familia	Valor de Bioindicación
Baetidae	8
Baetidae	8
Hydrobiosidae	9
Chironomidae	2

Estudio de Impacto Ambiental del Área Operativa del Proyecto Minero Loma Larga conformado por las Áreas Mineras Cerro Casco (Código 101580), Río Falso (Código 101577) y Cristal (Código 102195) para las Fases de Explotación y Beneficio de Minerales Metálicos bajo el Régimen de Gran Minería

Familia	Valor de Bioindicación
Leptohyphidae	7
Simuliidae	9
Polycentropodidae	7
Tabanidae	5
Perlidae	10
Elmidae	6
Total	71
Calidad del agua	Aceptable

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

El cuerpo de agua en general obtuvo un valor BMWP/Col de 71, lo cual lo ubica en una Clase II, es decir presenta una calidad de agua aceptable con características de aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 6-211 Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (MARC)

Id	BMWP/Col	Clase	Calidad	Características	Color
MARC	71	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice ABI

El índice biológico andino determina el bienestar y la integridad ecológica de los diferentes ecosistemas acuáticos andinos a través de la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados desde su identificación taxonómica a nivel de familia y es determinado para zonas de altura (> 2000 msnm), y los resultados generales obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 6-212 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del Punto MARC

Familia	Valor de Bioindicación
Baetidae	4
Baetidae	4
Hydrobiosidae	8
Chironomidae	2
Leptohyphidae	7
Simuliidae	5
Polycentropodidae	8
Tabanidae	4
Perlidae	10
Elmidae	5
Total	57
Calidad del agua	Moderado

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice EPT

Tabla 6-213 Estado de Salud Ecológica del Punto MARC

EPT General	
Grupos	
Chironomidae	5
Oligochaeta	0
EPT	54
EPT+CH+OL	59
Abundancia total	63
EPT/EPT+CH+OL	0,92
Calidad de agua %	92
	Muy Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

El índice EPT, basado en organismos indicadores dio como resultado una calidad de agua Muy Buena (EPT = 92 %). Estas variantes están influenciadas directamente por cambios en las abundancias de bioindicadores determinados por valores de tolerancia/intolerancia. Dentro de este cuerpo de agua se evidencia la presencia de especies indicadoras de una buena y mala calidad de agua.

Tabla 6-214 Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (MARC)

Id	EPT %	Calidad
MARC	92	Muy Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

MAQAN

Riqueza

En el punto MAQAN se registraron 174 individuos en total pertenecientes a un phylum, tres clases, seis órdenes, 11 familias y 18 morfoespecies.

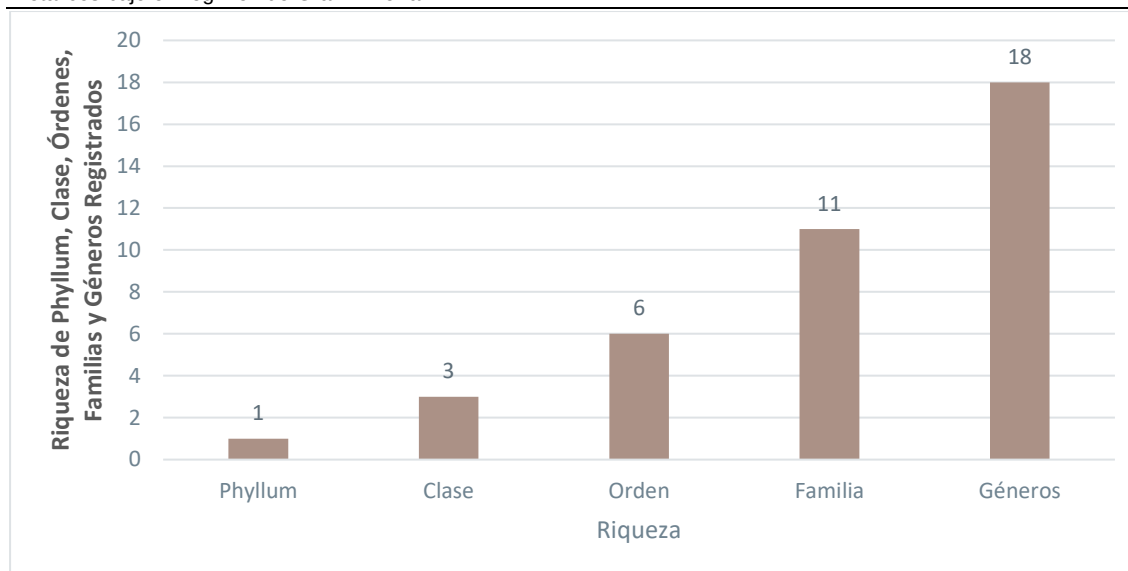


Figura 6-229 Riqueza de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MAQN

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Total

En la siguiente tabla se presentan los valores de riqueza y abundancia registrados en el punto MAQN.

Tabla 6-215 Especies de Macroinvertebrados Registrados en el Punto MAQN.

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Mayobaetis</i> sp.	41
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	34
Diptera	Chironomidae	<i>Orthoc.</i> sp.1	27
Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp.	26
Diptera	Chironomidae	<i>Chironominii</i> mfe. 1	10
Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus</i> sp.	7
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytar</i> sp. 1	7
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	4
Diptera	Chironomidae	<i>Podonominae</i> mfe. 1	4
Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	3
Coleoptera	Scirtidae	<i>Prionocyphon</i> sp.	2
Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	2
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.	2
Coleoptera	Elmidae	<i>Microcyloepus</i> sp.	1
Diptera	Tipulidae	<i>Molophilus</i> sp.	1
Trombidiformes	Hydracarina S/D	<i>Hydracarina</i> mfe. 1	1
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	1

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp.	1
TOTAL			174

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Abundancia Relativa

Se detallan las morfoespecies más representativas dentro del punto de muestreo (MAQAN). La especie más abundante fue *Mayobaetis* sp., con 41 individuos ($P_i = 23,56\%$); seguida de *Baetodes* sp., con 34 individuos ($P_i = 19,54\%$); *Orthoc.* sp. 1, con 27 individuos ($P_i = 15,52\%$); *Gigantodax* sp., con 26 individuos ($P_i = 14,94\%$); *Chironominii* mfe. 1, con 10 individuos ($P_i = 5,75\%$); *Rheotanytarsus* sp. y *Tanytar* sp. 1, con siete individuos ($P_i = 4,02\%$); *Hyaella* sp. y *Podonominae* mfe. 1, con cuatro individuos ($P_i = 2,30\%$); *Atopsyche* sp., con tres individuos ($P_i = 1,72\%$); *Prionocyphon* sp., *Chelifera* sp. y *Chironomus* sp., con dos individuos ($P_i = 1,15\%$). Finalmente, *Molophilus* sp., *Thraulodes* sp. y *Farrodes* sp., con un individuo cada una ($P_i = 0,57\%$) como las especies con menor representatividad.

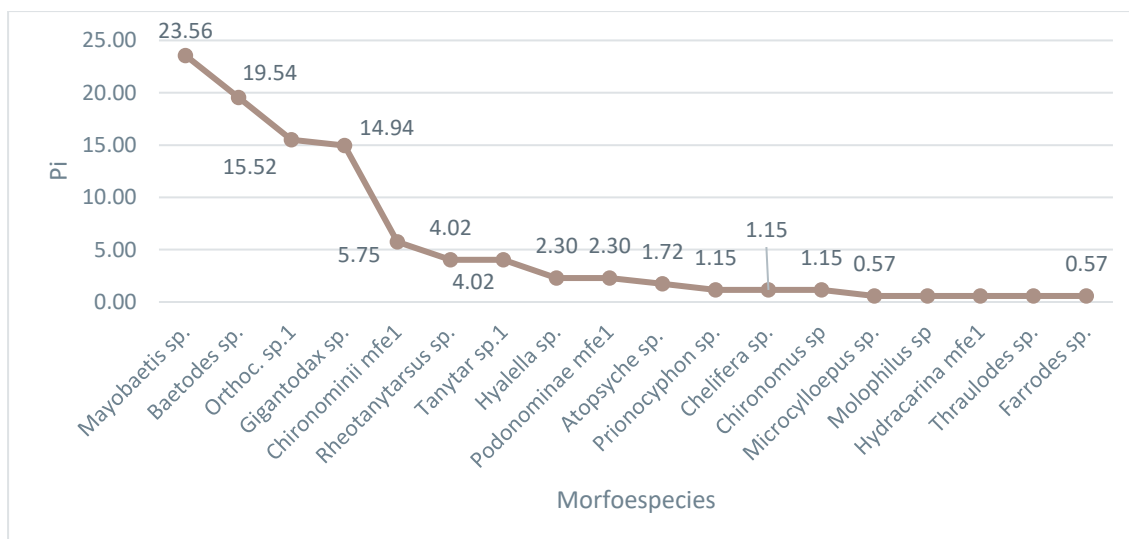


Figura 6-230 Curva de dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Registrados en el Punto (MAQAN) dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Diversidad

El cálculo del índice de Shannon del Punto (MAQAN) muestra en general una diversidad media y una calidad de hábitat moderadamente alterado. En cuanto al índice de Simpson, su diversidad es alta dando lugar a una comunidad de macroinvertebrados equitativa dentro del hábitat. El valor de la Equitabilidad (0,76) indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un 76 %.

Tabla 6-216 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para los Macroinvertebrados (MAQAN)

Id	Shannon-Wiener	Diversidad	Equitabilidad	Simpson	Calidad del Hábitat
MAQAN	2,20	Media	0,76	0,15	Moderadamente alterados

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índices Ecológicos

Índice BMWP/Col

Tabla 6-217 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice BMWP/Col MAQAN

Familia	Valor de Bioindicación
Baetidae	8
Baetidae	8
Chironomidae	2
Simuliidae	9
Chironomidae	2
Chironomidae	2
Chironomidae	2
Hyaletidae	6
Chironomidae	2
Hydrobiosidae	9
Scirtidae	9
Empididae	4
Chironomidae	2
Elmidae	6
Tipulidae	3
Hydracarina S/D	0
Leptophlebiidae	9
Leptophlebiidae	9
Total	92
Calidad del agua	Aceptable

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

El cuerpo de agua en general obtuvo un valor BMWP/Col de 92, lo cual lo ubica en una Clase II, es decir presenta una calidad de agua aceptable con características de aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 6-218 Índice BMWP/Col Calculado para los Macroinvertebrados (MAQAN)

Id	BMWP/Col	Clase	Calidad	Características	Color
MAQAN	92	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice ABI

El índice biológico andino determina el bienestar y la integridad ecológica de los diferentes ecosistemas acuáticos andinos a través de la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados desde su identificación taxonómica a nivel de familia y es determinado para zonas de altura (> 2000 msnm), y los resultados generales obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 6-219 Estado de Salud Ecológica del Cuerpos de Agua por Valores de Bioindicación del Índice ABI dentro del Punto MAQAN

Familia	Valor de Bioindicación
Baetidae	4
Baetidae	4
Chironomidae	2
Simuliidae	5
Chironomidae	2
Chironomidae	2
Chironomidae	2
Hyaletidae	6
Chironomidae	2
Hydrobiosidae	8
Scirtidae	5
Empididae	4
Chironomidae	2
Elmidae	5
Tipulidae	5
Hydracarina S/D	0
Leptophlebiidae	10
Leptophlebiidae	10
Total	78
Calidad del agua	Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Índice EPT

Tabla 6-220 Estado de Salud Ecológica del Punto MAQAN

EPT General	
Grupos	
Chironomidae	57
Oligochaeta	0
EPT	80
EPT+CH+OL	137
Abundancia total	174
EPT/EPT+CH+OL	0,58
Calidad de agua %	58
	Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

El índice EPT, basado en organismos indicadores dio como resultado una calidad de agua Buena (EPT = 58 %). Estas variantes están influenciadas directamente por cambios en las abundancias de bioindicadores determinados por valores de tolerancia/intolerancia. Dentro de este cuerpo de agua se evidencia la presencia de especies indicadoras de una buena y mala calidad de agua.

Tabla 6-221 Valoración del EPT Calculado para los Macroinvertebrados (MAQAN)

Id	EPT %	Calidad
MAQAN	58	Buena

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Aspectos Ecológicos

Los macroinvertebrados comprenden un grupo de amplia diversidad, estos viven sobre el fondo de ríos y lagos o enterrados en el fango y la arena; adheridos a troncos, vegetación sumergida y rocas o nadando activamente dentro del agua o sobre la superficie de esta. Aquellos que se los encuentra en los estratos profundos dentro del cuerpo de agua reciben el nombre de “bentos”; los que nadan activamente dentro del agua se denominan “necton”, pertenecen a este grupo organismos de mayor tamaño que pueden nadar libremente en el agua aún en contra de la corriente, dentro de estos están los peces (Roldán, 1992); y los que se desplazan sobre la superficie del agua se llaman “neuston”, siendo los más comunes los insectos hemípteros (Baddii, Garza & Garza, 2005).

Los Coleopteros en su mayoría viven en aguas continentales lóaticas y lénticas, sean dichos lugares ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. Los ecosistemas lénticos, como los que se presentan en el área muestreada del proyecto Loma Larga, se encuentran principalmente en zonas ribereñas (Roldán, 1988), mientras que en sistemas lóaticos están presentes en aguas limpias con una corriente media y con una alta concentración de oxígeno.

Por otro lado, los Dípteros están presentes en hábitats muy variados; se encuentran en ríos, arroyos, quebradas, lagos en los diferentes estratos dentro del cuerpo de agua, a su vez se los puede encontrar en el interior de las brácteas de muchas plantas, en orificios de troncos viejos y en la hojarasca. Existen representantes de aguas muy limpias (Simuliidae) y también de contaminadas (Chironomidae) (Roldán, 1988).

Los Ephemeropteros viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; solo un pequeño porcentaje de estas especies parecen resistir cierto grado de contaminación, por lo que dentro de este grupo se considera a las especies de buena calidad de agua (Roldán, 1988).

Los Hemipteros, también conocidos como los chinches de agua, habitan en remansos de ríos y quebradas, su distribución es cosmopolita y pocos resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Son depredadores de insectos acuáticos y terrestres, y las especies más grandes pueden llegar a alimentarse de peces pequeños y crustáceos (Roldán, 1988).

Los Odonatos, también llamados libélulas o caballitos del diablo, viven en pozos, pantanos o márgenes de lagos, donde las corrientes son lentas y poco profundas; por lo regular están rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas (Roldán, 1988). Es considerada la especie con mayor dispersión a nivel mundial.

Los Plecopteros son organismos que viven en aguas rápidas, bien oxigenadas y debajo de piedras, troncos, ramas y hojas y son abundantes en riachuelos con fondo pedregoso. Se los considera indicadores de aguas muy limpias. Su distribución es cosmopolita, ya que se los encuentra tanto en ecosistemas de altura como en ecosistemas de tierras bajas (Roldán, 1988).

Una característica principal de los Trichopteros es su capacidad para construir casas o refugios propios de cada especie. Viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material

vegetal; algunas morfoespecies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas. En general, son buenos indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1988).

Los Megalopteros, también conocidos como perros de agua, viven en aguas corrientes limpias y bien oxigenadas, se los puede encontrar también debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida. En general, son considerados indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas (Roldán, 1988).

Gremios Tróficos

Los macroinvertebrados acuáticos registrados en los cuerpos de agua muestreados dentro del área de influencia del proyecto pertenecen a los siguientes grupos funcionales de alimentación: Detritívoros, se alimentan de materia orgánica muerta o en descomposición, este grupo incluye fragmentadores, filtradores y colectores; herbívoros, se alimentan de plantas vasculares acuáticas o algas filamentosas, incluyen a fragmentadores, filtradores y raspadores; y los carnívoros, que se alimentan de otros animales, dentro de este grupo se encuentran los depredadores, parasitoides y parásitos.

Colectores/Filtradores: Representan el 4 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: Amphipoda y *Pisidium* sp.

Carnívoros: Representan el 48 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Anacronetia* sp., *Hexatoma* sp., *Tanytarsus* sp., *Rheotanytarsus* sp., *Gigantodax* sp., *Limonia* sp., *Hexatoma* sp., *Molophilus* sp., *Chironomus* sp., Glossiphoniidae, Dugesiidae, *Tabanus* sp., Chironomidae y *Tipula* sp., entre las más representativas.

Detritívoros-Colectores: Representan el 11 % de las morfoespecies colectadas. Las especies que pertenecen a este gremio son: *Mayobaetis* sp., *Baetodes* sp., *Mayobaetis* sp., *Farrodes* sp., *Thaulodes* sp. y *Leptohyphes* sp.

Detritívoros-Fragmentadores: Representan el 22 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Phylloicus* sp., *Polycentropus* sp., *Helicopsyche* sp., *Contulma* sp., *Atopsyche* sp., *Smicridea* sp., *Hydroptila* sp., *Nectopsyche* sp., *Anomalocosmoecus* sp. y *Oxyethira* sp.

Herbívoros: Representan el 15 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Microcyloepus* sp., *Hexanchorus* sp., *Heterelmis* sp., *Prionocyphon* sp., *Psephenops* sp., *Austrolimnius* sp. y *Neelmis* sp.

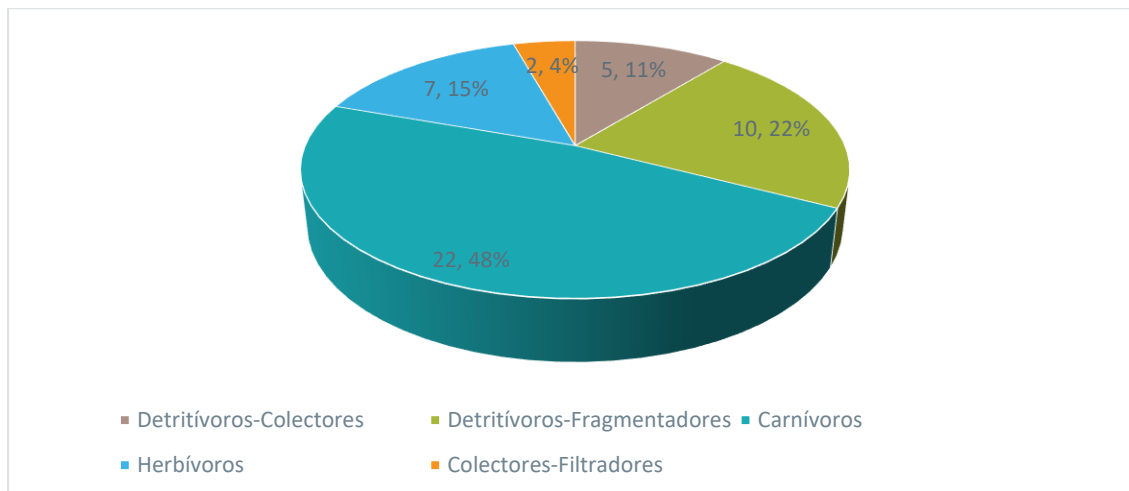


Figura 6-231 Categorías de Gremios Tróficos en los Puntos de Muestreo dentro del Área de Influencia del Proyecto

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

A continuación, en la tabla se detallan todas las morfoespecies registradas en los ocho puntos de muestreo dentro del área de influencia del proyecto de acuerdo con el gremio trófico al que pertenecen.

Tabla 6-222 Relación Trófica de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en los Puntos de Muestreo del Proyecto

Orden	Familia	Géneros	Relación trófica
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Detritívoros-Colectores
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp.	Detritívoros-Colectores
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Detritívoros-Colectores
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Mayobaetis</i> sp.	Detritívoros-Colectores
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	Detritívoros-Colectores
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Detritívoros-Fragmentadores
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Detritívoros-Fragmentadores
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> sp.	Detritívoros-Fragmentadores
Trichoptera	Anomalopsychidae	<i>Contulma</i> sp.	Detritívoros-Fragmentadores
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	Detritívoros-Fragmentadores
Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Detritívoros-Fragmentadores
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Detritívoros-Fragmentadores
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	Detritívoros-Fragmentadores
Trichoptera	Limnephilidae	<i>Anomalocosmoecus</i> sp.	Detritívoros-Fragmentadores
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i> sp.	Detritívoros-Fragmentadores
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Carnívoros
Coleoptera	Scirtidae	<i>Prionocyphon</i> sp.	Herbívoros
Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i> sp.	Herbívoros
Coleoptera	Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp.	Herbívoros
Coleoptera	Elmidae	<i>Austrolimnius</i> sp.	Herbívoros
Coleoptera	Elmidae	<i>Neelmis</i> sp.	Herbívoros
Coleoptera	Elmidae	<i>Microcylloepus</i> sp.	Herbívoros
Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	Herbívoros
Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp.	Carnívoros
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Palpomyia</i> sp.	Carnívoros
Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	Carnívoros
Diptera	Chironomidae	<i>Tanyp.</i> sp. 1	Carnívoros
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytar</i> sp. 1	Carnívoros
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus</i> sp.	Carnívoros
Diptera	Chironomidae	<i>Orthoc.</i> sp. 1	Carnívoros
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.	Carnívoros
Diptera	Chironomidae	Chironominii mfe. 1	Carnívoros
Diptera	Chironomidae	Podonominae mfe. 1	Carnívoros

Orden	Familia	Géneros	Relación trófica
Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus</i> sp.	Carnívoros
Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.	Carnívoros
Diptera	Tipulidae	<i>Molophilus</i> sp.	Carnívoros
Diptera	Limoniidae	<i>Limonia</i> sp.	Carnívoros
Diptera	Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	Carnívoros
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	Colectores-Filtradores
Trombidiformes	Hydracarina S/D	Hydracarina mfe. 1	Carnívoros
Trombidiformes	Hydracarina S/D	Hydracarina mfe. 2	Carnívoros
Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	Colectores-Filtradores
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 1	Carnívoros
Oligochaeta	Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 2	Carnívoros
Hirudinida	Glossiphoniidae	<i>Glossiph.</i> sp. 1	Carnívoros
Tricladia	Dugesidae	Dugesidae mfe. 1	Carnívoros

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

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 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:

Neuston

Corresponden a especies que desarrollan su ciclo de vida en el espejo de agua (superficial).

Bentos

A este grupo pertenecen aquellas especies que habitan en el lecho de los cuerpos de agua donde encuentran alimento y refugio; en este nivel de la columna agua se puede hallar organismos detritívoros, como larvas de moscos y lombrices acuáticas. Entre los registrados están: cabeza de cebolla *Hexatoma* sp., escarabajo acuático *Heterelmis* sp., *Hexanchorus* sp., moneda *Psephenops* sp., mosca de piedra *Anacroneuria* sp., mosca hiladora *Smicridea* sp., *Phylloicus* sp., *Contulma* sp., *Helicopsyche* sp., *Hydroptila* sp., *Atopsyche* sp., *Nectopsyche* sp., mosca *Tipula* sp., *Gigantodax* sp., *Oxyethira* sp. mosca de mayo *Thraulodes* sp., *Leptohyphes* sp., *Baetodes* sp., *Farrodes* sp., entre otros.

Necton

Este grupo abarca a las especies que se desplazan por toda la columna de agua, sea para filtrar alimento o cazar a sus presas. Las especies registradas dentro de este grupo son: concha *Pisidium* sp. y Amphipoda *Hyalella* sp., entre otros.

Sensibilidad y Especies de Interés

Los macroinvertebrados acuáticos son considerados como buenos bioindicadores debido a su gran distribución facilitando así su muestreo y análisis. Todos los individuos pertenecientes al grupo de los macroinvertebrados acuáticos tienen características bioindicadoras. Los ecosistemas acuáticos mantienen una gran diversidad de organismos, incluso mayor a los terrestres, por lo que los impactos como la

contaminación inducen a cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y al propio organismo, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva (Bartram y Ballance, 1996). Por este motivo, algunos organismos pueden proporcionar información de cambios físicos y químicos en el agua, ya que a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad (Laws, 1981).

Especies de Interés

Los macroinvertebrados acuáticos registrados en la línea base del proyecto minero Loma Larga pueden ser caracterizados como especies importantes; sin embargo, dentro de las especies registradas se hallaron varias especies de interés, sobre todo por la Alta sensibilidad y variabilidad a los cambios en el ecosistema acuático, estas especies son: *Anacroneuria* sp., *Psephenops* sp., *Smicridea* sp., *Phylloicus* sp., *Thraulodes* sp., *Hydroptila* sp., *Prionocyphon* sp., *Farrodes* sp. y *Gigantodax* sp. De igual forma, se registró organismos resistentes a cambios, como son: *Tipula* sp., *Hexatoma* sp. 1, *Molophilus* sp., *Chironomus* sp., *Oligochaeta*, *Glossiphoniidae*, *Dugesidae*, *Tabanus* sp., entre otros.

Especies Sensibles

Los macroinvertebrados acuáticos son el grupo menos estudiado en el Ecuador. Sin embargo, en base a 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.

A continuación, en la Tabla 6-223 se presenta la lista de especies de interés encontradas en el estudio con su nivel de sensibilidad.

Tabla 6-223 Niveles de Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Proyecto

Macroinvertebrados		Sensibilidad		
Familia	Especies	ALTA	MEDIA	BAJA
Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	x		
Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp.	x		
Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	x		
Baetidae	<i>Mayobaetis</i> sp.	x		
Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.		x	
Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.		x	
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	x		
Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> sp.	x		
Anomalopsychidae	<i>Contulma</i> sp.	x		
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	x		
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	x		
Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	x		
Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	x		
Limnephilidae	<i>Anomalocosmoecus</i> sp.		x	
Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i> sp.	x		
Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	x		

Macroinvertebrados		Sensibilidad		
Familia	Especies	ALTA	MEDIA	BAJA
Scirtidae	<i>Prionocyphon</i> sp.	x		
Elmidae	<i>Heterelmis</i> sp.		x	
Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp.		x	
Elmidae	<i>Austrolimnius</i> sp.		x	
Elmidae	<i>Neelmis</i> sp.		x	
Elmidae	<i>Microcyloepus</i> sp.		x	
Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	x		
Simuliidae	<i>Gigantodax</i> sp.	x		
Ceratopogonidae	<i>Palpomyia</i> sp.			x
Empididae	<i>Chelifera</i> sp.			x
Chironomidae	<i>Tanyp.</i> sp. 1			x
Chironomidae	<i>Tanytar</i> sp.1			x
Chironomidae	<i>Tanytarsus</i> sp.			x
Chironomidae	<i>Orthoc.</i> sp. 1			x
Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.			x
Chironomidae	Chironomini mfe. 1			x
Chironomidae	Podonominae mfe. 1			x
Chironomidae	<i>Rheotanytarsus</i> sp.			x
Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.			x
Tipulidae	<i>Molophilus</i> sp.			x
Limoniidae	<i>Limonia</i> sp.			x
Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.			x
Hyaletellidae	<i>Hyaletella</i> sp.		x	
Hydracarina S/D	Hydracarina mfe. 1			x
Hydracarina S/D	Hydracarina mfe. 2			x
Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.		x	
Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 1			x
Oligochaeta S/D	Oligochaeta mfe. 2			x
Glossiphoniidae	<i>Glossiph.</i> sp. 1			x
Dugesidae	Dugesidae mfe. 1			x

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Áreas Sensibles

Acorde a los análisis estadísticos e índices aplicados para la evaluación de los ocho cuerpos de agua dentro del área muestreada del proyecto Loma Larga, se registra en general que los cuerpos de agua presentan organismos indicadores de buena y mala calidad de agua (sensibilidad Media). Estos resultados

guardan concordancia con los análisis establecidos, ya que se evidencian contaminantes y alteraciones fisicoquímicas y biológicas dentro de la dinámica fluvial.

Tabla 6-224 Sensibilidad de los Ecosistemas Acuáticos Valorados dentro del Área de Monitoreo

ID	BMWP/Col	Sensibilidad
MA5	101	Alta
MARF	141	Alta
B4	19	Baja
B5	21	Baja
MAQR	99	Media
MARC	71	Media
B6	24	Baja
MAQAN	86	Media

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021

Elaboración: Entrix, enero 2022

Estado de Conservación y endemismo

Ninguna de las familias de macroinvertebrados registradas taxonómicamente hasta especie en el cuerpo hídrico valorado presenta problemas de conservación de acuerdo con la lista UICN (2016) y CITES (2016) y a su vez no se registra endemismo.

Uso del Recurso

Los macroinvertebrados no son usados por la población local del área muestreada del proyecto Loma Larga para comercio o fines alimenticios.

Comparación con Monitoreos Anteriores

Riqueza y Abundancia

La variación que existe en cuanto a la riqueza y abundancia en los diferentes cuerpos de agua se debe a la temporalidad ecosistémica del área, y porque conforme pasa el tiempo la zona de estudio ha ido modificando sus puntos de monitoreo durante las campañas. Es por ello por lo que los valores de riqueza y de abundancia de macrobentos están en constante variación, existiendo así peldaños de incremento y disminución de especies entre monitoreos.

La comparación de los resultados obtenidos en las distintas campañas de monitoreo permite conocer el estado poblacional de las especies de macrobentos en el área muestreada del proyecto Loma Larga y la calidad del agua de los distintos puntos de monitoreo. En la siguiente tabla se detalla la riqueza y abundancia de morfoespecies encontradas a lo largo de las jornadas de monitoreo dentro del área de influencia del proyecto Loma Larga.

Es importante mencionar que dentro de todos los monitoreos (2018-2021) las morfoespecies que mayor representatividad han tenido a lo largo del tiempo son: *Hyalella* sp., *Gigantodax* sp., *Oligochaeta* y *Chironomidae*. En este caso el orden *Oligochaeta* y *Diptera* prefieren hábitats con abundante detritus, mientras que la familia *Hyalellidae* es común encontrarla en aguas corrientes y remansos de quebradas, ya que están asociadas a la materia orgánica en descomposición formando poblaciones extensas. Además, se relacionan a condiciones de concentraciones bajas de oxígeno disuelto que es común en hábitats acuáticos de páramo.

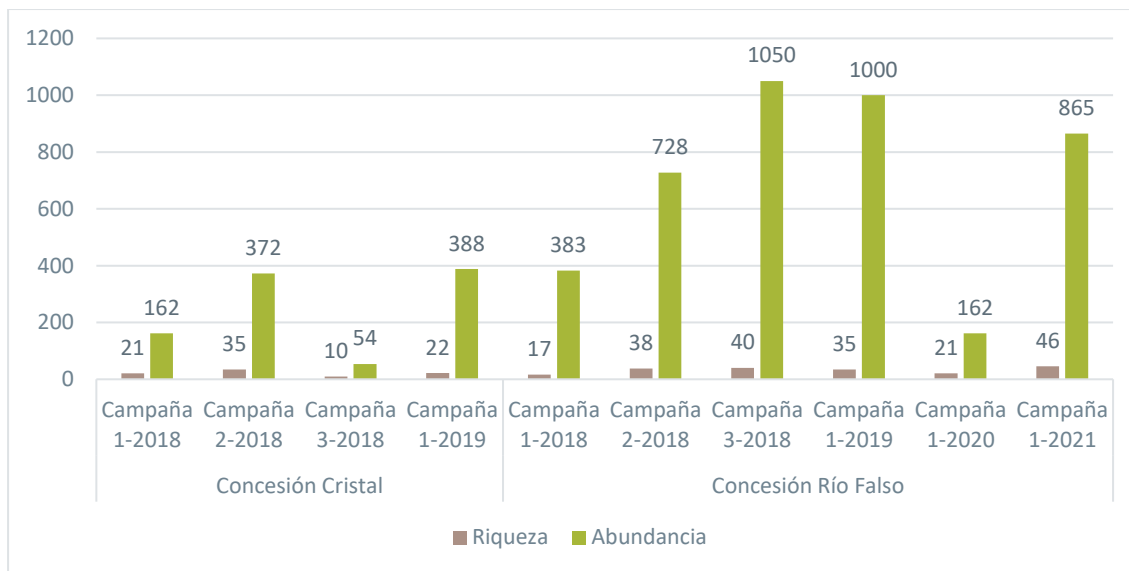


Figura 6-232 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados por Monitoreo desde el 2018-2021 dentro del Área de Influencia del Proyecto Loma Larga

Fuente: Entrix, trabajo de campo, noviembre-diciembre 2021
Elaboración: Entrix, enero 2022

Discusión

La utilización de macroinvertebrados acuáticos en el análisis de la calidad de agua y sus características bioindicadoras es la base de los monitoreos y evaluaciones para establecer el estado de salud del sistema hídrico. De esta manera, el establecimiento de la calidad del agua mediante un índice biótico es necesario para poder identificar fácilmente los factores que están incidiendo en condiciones de conservación de un ecosistema acuático (Racines, 2014). En el presente monitoreo se tomaron en cuenta ocho ecosistemas acuáticos dentro del área de influencia de la concesión minera Loma Larga. A esta área se la lleva monitoreando cuatro años. Durante este periodo se ha manejado una misma metodología (red D Net) y parámetros como riqueza, abundancia y diversidad, así como el uso de los índices ecológicos BMWP/Col, ABI y el índice de tasas EPT para establecer su estado de salud ecológica.

En los cuerpos de agua analizados se constata una dominancia del orden Diptera y Oligochaeta (presentes en aguas con abundante detritus) y el orden Amphipoda (presentes en aguas corrientes y remansos de quebradas asociadas a la materia orgánica en descomposición y a las bajas concentraciones de oxígeno disuelto del agua). Según varios autores (Roldán, 2001; Posada, Roldán & Ramírez, 2000; Roldán-Pérez & Ramírez-Restrepo, 2008) estos grupos están adaptados a aguas frías, corrientes y bien oxigenadas, asociados a la vegetación y rocas, ya que son los ambientes propicios para encontrar alimento y refugio. Rivera (2011) los considera fragmentadores de hojarasca, y su presencia es relevante en el ecosistema páramo porque contribuye en el proceso inicial de descomposición de la materia orgánica en cabeceras de los ríos.

De los valores obtenidos por los índices BMWP/Col se obtuvo que la calidad del agua es Aceptable en cuatro cuerpos de agua monitoreados, con una presencia de especies de niveles de sensibilidad Alta; calidad Crítica en tres cuerpos de agua donde se evidencia la presencia de especies con niveles altos de tolerancia; y finalmente, se obtuvo que la calidad de agua es Muy Buena en uno de los cuerpos de agua. En contraste con lo mencionado, se tomó en cuenta el índice Biótico Andino (ABI), siendo este un índice útil para detectar el deterioro general de los ríos altoandinos con la finalidad de tener resultados más precisos sobre la calidad de agua que presentan los cuerpos hídricos de alta montaña. ABI incluye un menor número de familias de macroinvertebrados que en otras regiones del mundo donde se ha aplicado

el índice BMWP porque la altitud restringe la distribución de varias de ellas. Dicho esto, los valores obtenidos por el índice ABI muestran una calidad de agua Buena en tres cuerpos de agua; Moderada en dos cuerpos de agua; Mala en dos cuerpos de agua y Muy Buena en un cuerpo de agua. Como se puede observar, los dos índices guardan cierta concordancia en los criterios de calidad de agua establecidos.

De igual forma, en cuanto al nicho trófico la mayor cantidad de macroinvertebrados acuáticos registrados son más afines a la elevada disponibilidad de materia orgánica dentro del cauce del cuerpo de agua por parte de la vegetación de ribera. Dentro de esta clasificación los grupos más dominantes fueron los detritívoros y depredadores. Cabe recalcar que los macroinvertebrados acuáticos son el vínculo para poder mover la energía en diferentes niveles tróficos de las cadenas alimenticias (Hanson, 2010).

Al hacer una comparación entre el índice no paramétrico de Chao 1 y la curva de acumulación de especies se observa que aún faltan por registrar grupos de macroinvertebrados acuáticos, para lo cual sería recomendable ampliar el esfuerzo de muestreo a fin de abarcar la verdadera riqueza de macroinvertebrados existente en el área muestreada del proyecto Loma Larga. La estacionalidad juega un papel importante en la presencia y ausencia de taxones; como ya se mencionó anteriormente, en época seca se esperaría una disminución en la riqueza y diversidad de macroinvertebrados, mientras que la época lluviosa se relaciona con la resistencia a las corrientes altas; aquí, cada taxón se aprovechara de sus rasgos y circunstancias para sobrevivir.

Tener claras las adaptaciones de los organismos permitirá mantener un manejo adecuado del recurso hídrico a lo largo de la ejecución del proyecto. Como menciona Prat (2009), toda la funcionalidad de los organismos macrobentónicos está directamente relacionada con las características físicas de los ecosistemas acuáticos, y pequeñas variaciones podrían producir cambios muy fuertes y en ciertos casos irreversibles en la columna de agua.

6.2.6 Conclusiones Específicas

6.2.6.1 Flora

El área muestreada del proyecto Loma Larga está representada por un páramo herbáceo que presenta flora típica de la zona altoandina. La estructura y composición florística del área evaluada está definida por especies dominantes que previamente han sido reportadas como importantes dentro de las asociaciones que presentan los hábitats de los páramos del sur del Ecuador. Dentro de las especies más representativas se puede mencionar a *Calamagrostis intermedia* y *Paspalum bonplandianum*, ambas de la familia Poaceae.

Dentro de los resultados no se observan diferencias significativas en cuanto a la riqueza del área muestreada del proyecto Loma Larga. Sin embargo, los tipos de asociación presentan características particulares que influyen directamente en la composición de la comunidad.

6.2.6.2 Fauna Terrestre

6.2.6.2.1 Avifauna

Las curvas de acumulación de especies para toda la zona para cada punto muestran una asíntota sugiriendo que el esfuerzo de muestreo fue adecuado y que se registró la cantidad de especies esperadas; esto suele suceder en los bosques con algún grado de intervención, en este caso la quema de pajonal, el ganado y las demás actividades antrópicas (Terborgh, Robinson, Parker, Munn & Pierpont, 1990; Thiollay, 1994). A pesar de esto, la diversidad de aves registrada muestra valores de diversidad media en los índices de Shannon para todas las áreas de muestreo, lo que sugiere que los relictos de bosques constituyen un sitio todavía importante para albergar aves, pero se encuentra en degradación.

En los aspectos ecológicos, el sitio de muestreo se encuentra en equilibrio por la presencia de los diferentes nichos tróficos hallados.

Como se mencionó antes, es importante recalcar que en la zona existe aproximadamente un 9 % de especies con un estado de conservación diferente a preocupación menor, por lo que es necesario realizar un buen manejo ambiental en la zona para evitar el decrecimiento de las poblaciones vulnerables.

Las actividades antropogénicas de la zona de estudio podrían estar influyendo en la fluctuación de los patrones de cambio de la riqueza de especies según lo que se puede observar en los estudios comparativos, principalmente por las modificaciones que estos causan en el hábitat.

6.2.6.2.2 Mastofauna

Se concluye que en toda el área muestreada del proyecto Loma Larga hay un acumulado de 29 especies de mamíferos, de las cuales 12 especies fueron registradas en el presente estudio. Así también, la curva de acumulación de especies no llegó a su asíntota y la diversidad de mamíferos es baja para el proyecto minero Loma Larga.

Se concluye que la diversidad encontrada para el proyecto minero Loma Larga se correlaciona con la diversidad de vertebrados para el piso zoogeográfico altoandino (Lambi y Cuesta, 2014).

Además, se determinó que la metodología utilizada para el registro de especies de mamíferos con métodos cuantitativos y cualitativos fueron exitosos, ya que el registro de especies en estos ecosistemas es difícil y los estudios para hábitats altoandinos son escasos.

6.2.6.2.3 Herpetofauna

Un total de 11 especies fueron encontradas en este monitoreo, lo que lo coloca como el estudio con la mayor riqueza registrada. Sin embargo, el esfuerzo de monitoreo debe aumentarse, ya que no se alcanza la asíntota en las curvas de acumulación y los registros históricos indican que aún faltarían especies por registrar.

El tamaño pequeño de la muestra puede estar generando sesgos en los análisis estadísticos utilizados, como es el caso de los estimadores Chao 1 y Chao 2. Es necesario entender los componentes de las fórmulas de los índices para poder tener una correcta interpretación.

La estacionalidad climática tiene un rol fundamental en la diversidad de herpetofauna, por lo que la obtención de abundancias bajas de ciertas especies en algunos puntos de monitoreo no necesariamente refleja el estado verdadero de la comunidad de herpetofauna.

La incertidumbre taxonómica de muchas especies puede estar generando una sobrestimación o subestimación de la diversidad del área muestreada del proyecto Loma Larga. Es necesario generar un registro fotográfico claro que permita a los investigadores determinar qué especies son las establecidas como sp. 1, así como actualizar constantemente la taxonomía conforme las publicaciones más recientes y nuevas especies sean incluidas para la ciencia.

6.2.6.2.4 Entomofauna

Con este inventario y registro fotográfico se pretende contribuir a la conservación de la entomofauna de Ecuador y ser un soporte para posibles evaluaciones de la calidad ambiental de la zona, principalmente por afectaciones futuras a causa de la industria y actividades antrópicas.

El número de familias y especies registradas en este estudio contribuye con la dinámica de los bosques, puesto que los insectos son de gran importancia en los ecosistemas naturales debido a sus funciones de polinizadores depredadores, consumidores primarios y fuente de alimento para demás especies en sus diferentes estadios de vida.

La variación existente entre los estudios realizados en cuanto a diversidad (baja, media) puede deberse a cambios por efectos antrópicos llevado a cabo a lo largo de los años; sin embargo, también puede deberse a las condiciones climáticas presentes en las fechas cuando se realizó el estudio. La falta de condiciones ambientales adecuadas puede hacer variar el número de individuos por especie según la época del año.

El muestreo de este grupo de fauna es de suma importancia puesto que los insectos reaccionan rápidamente a los cambios ambientales, como la deforestación y degradación de su hábitat, lo cual se ve reflejado en los cambios de temperatura y humedad que afectan las poblaciones de insectos en cualquiera que sea el estadio en el que se encuentren. La deforestación afecta específicamente a las especies adaptadas a la sombra que se producen en el interior de un bosque, lo cual generaría la pérdida de estas especies.

6.2.6.3 Fauna Acuática

6.2.6.3.1 Ictiofauna

En la campaña realizada entre el 2 y 5 de diciembre de 2021 se ha podido registrar una única especie *Oncorhynchus mykiss* presente en los ocho cuerpos de agua seleccionados. Las características de estos sistemas hídricos son aprovechadas por esta especie que al ser introducida y al no tener un depredador natural hace que su población incremente. También se ha reportado el consumo por parte de moradores y pescadores deportivos que aprovechan este recurso como medio de distracción.

Los sistemas hídricos de los Andes poseen una diversidad baja reportada a nivel de región; sin embargo, es importante considerar la existencia de otras especies ícticas que se han reportado en cuerpos de agua fuera de la concesión.

6.2.6.3.2 Macroinvertebrados Acuáticos

Sus preferencias ecológicas y comportamiento trófico colocan a los macroinvertebrados como un eslabón importante en los procesos de evaluación ecológica de sistemas hídricos, su reacción a variantes en el ecosistema y su gran distribución determina su condición de bioindicadores (Roldán, 1996). Al confrontar la biota encontrada se puede concluir que los cuerpos de agua monitoreados aún conservan sus condiciones. La abundancia obtenida demuestra una gran cantidad de especímenes de macrobentos; sin embargo, cabe señalar que la mayoría de los individuos provienen de unas cuantas especies dominantes, factor condicionado a la falta de hábitats y microhábitats en los cuerpos hídricos.

Los índices de calidad de agua utilizados para la evaluación del ecosistema acuático de los cuerpos de agua escogidos proyectaron los siguientes resultados. El índice BMWP, que utiliza valores de sensibilidad para familias de macroinvertebrados dio como un resultado promedio calidad de agua Aceptable. El índice ABI, que utiliza valores de sensibilidad para familias de macroinvertebrados de las zonas altoandinas dio como resultado promedio una calidad de agua Buena. Y el índice EPT, basado en organismos indicadores dio como resultado promedio una calidad de agua Muy Buena.

Es importante mencionar que los páramos del Ecuador no son homogéneos. Factores diversificantes sobre la vegetación paramal son tanto los suelos como los factores meteorológicos (temperatura, precipitación, evapotranspiración y el viento), los cuales producen una gran cantidad de microclimas y zonas de vida. Por esto su conservación es de vital importancia tras los impactos que pueden tener la agricultura, ganadería y minería sobre la calidad de agua en la cuenca y en la estabilización del suelo de las quebradas.

Al evaluar los ocho cuerpos de agua se llegó a la conclusión que estos ecosistemas aún mantienen sus características ecológicas a pesar del impacto antropogénico evidente, las fuentes hídricas mantienen un estado de salud ecológica aceptable.