

Tabla de Contenido

5	Diagnóstico Ambiental de Línea Base	5-1
5.1	Línea Base Física.....	5-1
5.1.1	Climatología.....	5-1
5.1.2	Ruido Ambiental.....	5-37
5.1.3	Vibraciones.....	5-59
5.1.4	Geología.....	5-71
5.1.5	Hidrogeología.....	5-96
5.1.6	Vulcanología.....	5-150
5.1.7	Sismología.....	5-153
5.1.8	Geomorfología.....	5-159
5.1.9	Estabilidad.....	5-170
5.1.10	Geotecnia.....	5-172
5.1.11	Edafología.....	5-194
5.1.12	Calidad del Suelo.....	5-209
5.1.13	Uso de Suelo.....	5-222
5.1.14	Calidad del Aire.....	5-227
5.1.15	Hidrología.....	5-241
5.1.16	Calidad del Agua.....	5-253
5.1.17	Paisaje.....	5-313

Tablas

Tabla 5-1	Información de las Estaciones INAMHI.....	5-3
Tabla 5-2	Información de las Estaciones del Proyecto.....	5-5
Tabla 5-3	Resumen de la Información Climática Anual Estación Echeandía (M0383) Período 2005-2018.....	5-12
Tabla 5-4	Resumen de la Información Climática Anual Estación Caluma (M0129) Período 2006-2013.....	5-12
Tabla 5-5	Resumen de la Información Climática Anual Estación Naves Chico.....	5-13
Tabla 5-6	Resumen de la Información Climática Anual Estación Barranco Colorado.....	5-14
Tabla 5-7	Resumen de la Información Climática Mensual del Período 2005-2018, Estación Echeandía.....	5-15
Tabla 5-8	Resumen de la Información Climática Mensual del Período 2006-2013, Estación Caluma.....	5-15
Tabla 5-9	Resumen de la Información Climática Mensual del Período 2019-2021, Estación Naves Chico.....	5-17
Tabla 5-10	Resumen de la Información Climática Mensual del Período 2019-2021, Estación Barranco Colorado.....	5-19
Tabla 5-11	Equipos Utilizados ALS Ecuador.....	5-38
Tabla 5-12	Equipos Utilizados Gruentec.....	5-38

Tabla 5-13	Ubicación de los Puntos de Muestreo de Ruido 2021	5-40
Tabla 5-14	Ubicación de los Puntos de Muestreo de Ruido Durante el Período 2019- 2020	5-44
Tabla 5-15	Descripción del Muestreo 2021	5-49
Tabla 5-16	Descripción del Muestreo 2019-2020	5-54
Tabla 5-17	Descripción de Equipos utilizados	5-60
Tabla 5-18	Ubicación de los Puntos de Muestreo de Vibraciones 2021	5-61
Tabla 5-19	Ubicación de los Puntos de Muestreo 2019-2020	5-64
Tabla 5-20	Resultados de Muestreo de Vibraciones 2021	5-67
Tabla 5-21	Descripción del Muestreo 2019-2020	5-69
Tabla 5-22	Correlación de las Unidades Litoestratigráficas y Litofacies del Proyecto Curipamba.....	5-75
Tabla 5-23	Dominios Litológicos del Depósito El Domo, NI 43-101, 2019.....	5-87
Tabla 5-24	Rangos de Permeabilidad.....	5-96
Tabla 5-25	Unidades Litológicas por Permeabilidad Intergranular	5-96
Tabla 5-26	Unidades Litológicas por Permeabilidad por Fracturamiento	5-97
Tabla 5-27	Unidades Litológicas por Permeabilidad por Fracturamiento	5-99
Tabla 5-28	Análisis de la Vulnerabilidad de Acuíferos a la Contaminación.....	5-99
Tabla 5-29	Ubicaciones de la Estación de Muestreo de Caudal de Curipamba	5-104
Tabla 5-30	Ubicación del Tajo en todo el Sitio y Detalles de Finalización	5-111
Tabla 5-31	Profundidades y Espesores de Unidades Estratigráficas (m)	5-115
Tabla 5-32	Ubicación de los Sondeos en el Área del Tajo y Detalles de Terminación	5-117
Tabla 5-33	Gradientes Hidráulicos Horizontales Estimados y Direcciones de Flujo de Agua Subterránea (28 de abril de 2021).....	5-124
Tabla 5-34	Estimaciones de Permeabilidad Media en el Valle de Naves Chico por Unidad Litoestratigráfica	5-127
Tabla 5-35	Estimaciones Medias de Conductividad de Hidráulica en el Valle El Silencio por Unidad Litoestratigráfica	5-129
Tabla 5-36	Ubicaciones de Muestras de Agua Subterránea y Conjunto Analítico	5-131
Tabla 5-37	Ubicación de los Piezómetros de Muestreo y Fecha del Muestreo Hidrogeoquímico	5-137
Tabla 5-38	Ficha Técnica del Volcán Chimborazo	5-150
Tabla 5-39	Ficha Técnica del Volcán Quilotoa	5-151
Tabla 5-40	Fallas Cuaternarias a un Radio de 100 km desde Curipamba	5-157
Tabla 5-41	Aceleraciones Pico Estimadas y Recomendadas para Diferentes Periodos de Retorno	5-159
Tabla 5-42	Rangos de Pendientes.....	5-161
Tabla 5-43	Unidades del Paisaje Geomorfológico.....	5-163
Tabla 5-44	Geoformas en el Área Geográfica de Estudio	5-167
Tabla 5-45	Estabilidad Geomorfológica y Riesgo Físico	5-172

Tabla 5-46	Calidad Geotécnica y Valoración	5-174
Tabla 5-47	Descripción de las Zonas Geotécnicas.....	5-174
Tabla 5-48	Ubicación de los Pozos y Ensayos Realizados	5-181
Tabla 5-49	Ubicación de Calicatas	5-185
Tabla 5-50	Resumen del Programa de Campo	5-186
Tabla 5-51	Resumen Estratigráfico del Proyecto-Unidades de Suelos y Tipo de Roca.....	5-188
Tabla 5-52	Resumen Estratigráfico del Proyecto.....	5-190
Tabla 5-53	Clasificación de Suelos a Nivel de Subgrupo en Base a Caracterización Geomorfológica	5-194
Tabla 5-54	Tipos de Suelos a Nivel de Subgrupo en el Área Geográfica	5-195
Tabla 5-55	Matriz para la Descripción de Suelos	5-195
Tabla 5-56	Coordenadas Originales y Modificadas de las Calicatas Excavadas, Muestras Edafológicas Tomadas en cada Calicata	5-197
Tabla 5-57	Resumen de los Ensayos Edafológicos de Laboratorio	5-203
Tabla 5-58	Clasificación Suelos a Nivel Subgrupo Área de Estudio	5-206
Tabla 5-59	Ubicación de los Puntos de Muestreo de Suelos	5-211
Tabla 5-60	Resultados del Muestreo de Calidad de Suelo.....	5-212
Tabla 5-61	Cobertura Vegetal y Uso Actual del Área Geográfica del proyecto Curipamba – El Domo	5-226
Tabla 5-62	Cobertura Vegetal y Uso Actual del Área Geográfica del proyecto Curipamba – El Domo	5-226
Tabla 5-63	Superficies de Conflictos de Uso del Suelo	5-227
Tabla 5-64	Descripción de Equipos utilizados ALS Ecuador	5-228
Tabla 5-65	Descripción de Equipos utilizados Gruentec	5-229
Tabla 5-66	Tipo de Medición.....	5-229
Tabla 5-67	Ubicación de los Puntos de Muestreo de Calidad del Aire 2021	5-230
Tabla 5-68	Ubicación de los Puntos de Muestreo 2019-2020	5-234
Tabla 5-69	Resultados de Muestreo de Calidad del Aire 2021	5-237
Tabla 5-70	Resultados de Muestreo de Calidad del Aire 2019 al 2020	5-238
Tabla 5-71	Unidades Hidrográficas del Área Geográfica	5-242
Tabla 5-72	Características de las Unidades Hidrográficas del Área Geográfica.....	5-242
Tabla 5-73	Rangos Aproximados del Factor de Forma	5-243
Tabla 5-74	Rangos Aproximados de la Densidad del Drenaje	5-244
Tabla 5-75	Coefficientes a partir de los Parámetros Fisiográficos de las Unidades Hidrográficas Analizadas	5-245
Tabla 5-76	Análisis de Resultados del Coeficiente de Forma (kt).....	5-245
Tabla 5-77	Análisis de Resultados del Coeficiente de Compacidad (kc)	5-245
Tabla 5-78	Análisis de Resultados de la Densidad de Drenaje (Dd).....	5-246
Tabla 5-79	Análisis de Resultados de Sinuosidad (Si)	5-246

Tabla 5-80	Características Hidrométricas de los Cuerpos Hídricos Monitoreados	5-247
Tabla 5-81	Ubicación de los Puntos de Muestreo	5-253
Tabla 5-82	Ubicación de los Puntos de Muestreo	5-255
Tabla 5-83	Resultados de Muestreo de Caracterización de Aguas Superficiales 2021	5-267
Tabla 5-84	Resultados de Muestreo de Caracterización de Aguas Superficiales 2021 (enero a agosto)	5-269
Tabla 5-85	Resultados de Muestreo de Caracterización de Aguas Superficiales 2020	5-279
Tabla 5-86	Resultados de Muestreo de Caracterización de Aguas Superficiales 2019	5-287
Tabla 5-87	Calificación del Paisaje dada a cada Componente	5-315

Figuras

Figura 5-1	Rol de los Estudios de Línea Base en los Estudios de Impacto Ambiental	5-1
Figura 5-2	Ubicación de las Estaciones más Cercanas al Proyecto	5-7
Figura 5-3	Pisos Bioclimáticos	5-8
Figura 5-4	Tipos de Clima	5-9
Figura 5-5	Isotermas	5-10
Figura 5-6	Isoyetas	5-11
Figura 5-7	Datos de Precipitación Estación Echeandía	5-21
Figura 5-8	Datos de Precipitación Estación Caluma	5-22
Figura 5-9	Datos de Precipitación, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado	5-23
Figura 5-10	Datos de Humedad Relativa, Estación Caluma	5-24
Figura 5-11	Datos de Humedad Relativa, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado	5-25
Figura 5-12	Datos de Temperatura, Estación Caluma	5-26
Figura 5-13	Datos de Temperatura, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado	5-27
Figura 5-14	Datos de ETP, Estación Caluma	5-28
Figura 5-15	Datos de ETP, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado	5-29
Figura 5-16	Datos de Balance Hídrico, Estación Caluma	5-30
Figura 5-17	Datos de Balance Hídrico, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado	5-31
Figura 5-18	Datos de Velocidad del Viento, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado	5-32
Figura 5-19	Representación de la Dirección del Viento, Estación Naves Chico	5-32
Figura 5-20	Representación de la Dirección del Viento, Estación Barranco Colorado	5-33
Figura 5-21	Datos de Nubosidad, Estación Caluma	5-33
Figura 5-22	Radiación solar, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado	5-35
Figura 5-23	Diagrama Ombrotérmico Estación Caluma	5-35
Figura 5-24	Diagrama Ombrotérmico, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado	5-36
Figura 5-25	Geología Regional del Proyecto Curipamba-Ubicación del Terrano Macuchi y Otros Depósitos Sulfuros Masivos Volcanogénicos	5-73

Figura 5-26	Geología Regional del Proyecto Curipamba, Área de Las Naves/El Domo (Beate, 2007), Modificado de RPA 43-101, 2019.....	5-74
Figura 5-27	Columna que Muestra las Principales Litofacies del Depósito El Domo	5-76
Figura 5-28	Geología Local del Depósito El Domo	5-77
Figura 5-29	Zona de Masivo de Yeso	5-79
Figura 5-30	Color Verde Oscuro, Grano Fino por Tramos, Apariencia de Lodos Finos Bandeados	5-80
Figura 5-31	Andesita	5-81
Figura 5-32	Correlación de Unidades Litológicas del El Domo, W. Pratt, 2009	5-82
Figura 5-33	Ubicación de los Afloramientos Documentados	5-83
Figura 5-34	Afloramiento saprolitizado de brechas hidrotermales con clastos de sulfuros masivos en matriz de tobas finas.....	5-84
Figura 5-35	Afloramiento de sulfuros masivos	5-84
Figura 5-36	Afloramiento de Riolita con intensa alteración argílica.	5-85
Figura 5-37	Testigos de Perforación de Andesita, Sondeo CURI: 142, caja 9 – 10	5-85
Figura 5-38	Testigos de Perforación de Toba. Sondeo CURI: 129, caja 9 – 10	5-86
Figura 5-39	Testigos de perforación de lapilli. Sondeo CURI: 129, caja 17 – 18	5-86
Figura 5-40	Vista Oblicua de los Dominios de Recursos, NI 43-101, 2019.....	5-88
Figura 5-41	Modelo 3D Generado de la Unidad VMS donde se Resaltan los Interceptos Mineralizados, NI 43-101, 2019	5-89
Figura 5-42	Vista Oblicua del Modelo Estructural, NI 43-101, 2019.....	5-90
Figura 5-43	Mapa Geológico de Depósito EL DOMO con Ubicación de Secciones Geológicas.	5-91
Figura 5-44	Columna estratigráfica detallada del depósito EL DOMO	5-92
Figura 5-45	Sección E-W, 4500N.....	5-92
Figura 5-46	Sección E-W, 5300N.....	5-93
Figura 5-47	Sección E-W, 5650N.....	5-93
Figura 5-48	Sección S-W, 5050N.....	5-94
Figura 5-49	Valoración GOD para Vulnerabilidad de Acuíferos	5-98
Figura 5-50	Límite del Sitio y Topografía	5-101
Figura 5-51	Hidrógramas de Descarga para el estero El Silencio (2011-2020)	5-103
Figura 5-52	Hidrógramas de Descarga para la quebrada El Búho (2019-2020)	5-104
Figura 5-53	Descargas en el estero El Silencio (2011-2018)	5-105
Figura 5-54	Descargas en la quebrada El Búho (2019-2020)	5-106
Figura 5-55	Fallas en el Área de Cielo Abierto (Tajo).....	5-108
Figura 5-56	Plano de Ubicación de los Pozos de Investigación	5-109
Figura 5-57	Elevaciones de Agua Subterránea en el Valle ed Naves Chico	5-121
Figura 5-58	Plano de Contorno de Elevación de Aguas Subterráneas Valle Naves Chico (19 de febrero de 2021).....	5-122

Figura 5-59	Sección A-A' y Superficie Piezométrica Inferida (19 de febrero de 2021).....	5-123
Figura 5-60	Elevaciones de Agua Subterránea en el Valle El Silencio	5-125
Figura 5-61	Mapa de Contorno de Elevación de Aguas Subterráneas Valle El Silencio (28 de abril de 2021)	5-126
Figura 5-62	Naves Chico: Estimaciones de Conductividad e Hidráulica vs. Profundidad por debajo del Nivel de Suelo	5-128
Figura 5-63	Conductividad Hidráulica vs. Profundidad Bajo el Nivel en el Valle El Silencio	5-130
Figura 5-64	Diagrama Trilineal de Piper para el Valle de Naves Chico.....	5-132
Figura 5-65	Diagrama Trilineal de Piper para el Valle El Silencio	5-133
Figura 5-66	Modelo Hidrogeológico Conceptual	5-135
Figura 5-67	Valores de Potencial de Hidrógeno en Muestras de Agua Subterránea	5-141
Figura 5-68	Valores de Oxígeno de Saturación en Muestras de Agua Subterránea.....	5-142
Figura 5-69	Valores de Aluminio en Muestras de Agua Subterránea	5-143
Figura 5-70	Valores de Arsénico en Muestras de Agua Subterránea.....	5-144
Figura 5-71	Valores de Cobre en Muestras de Agua Subterránea.....	5-145
Figura 5-72	Valores de Hierro en Muestras de Agua Subterránea.....	5-146
Figura 5-73	Valores de Mercurio en Muestras de Agua Subterránea.....	5-147
Figura 5-74	Valores de Plomo en Muestras de Agua Subterránea	5-148
Figura 5-75	Volcanes Cercanos al Proyecto.....	5-152
Figura 5-76	Distancias de Terremotos Registrados (hasta Curipamba) vs Profundidad.....	5-155
Figura 5-77	Magnitudes de los Eventos en las Fuentes Corticales, Terremotos con Profundidades ≤ 35 km (Beauval et al., 2013). b) Magnitudes de los eventos en las fuentes profundas, terremotos con profundidades > 35 km (Beauval et al., 2019)	5-156
Figura 5-78	Fallas Geológicas Cuaternarias dentro de un Radio de 100 km desde Curipamba ...	5-157
Figura 5-79	Mapa Dominio Fisiográfico	5-160
Figura 5-80	Relieve colinado y vertiente heterogénea sector Naves Chico, El Domo - Proyección Infraestructura Tajo Abierto de Mina.....	5-168
Figura 5-81	Relieve Colinado y Estero El Silencio sector Esperanza Alta, Proyección Infraestructura Relavera y Depósito de Roca (WRF2)	5-168
Figura 5-82	Relieve Colinado y Vertiente Heterogénea, sector Naves Chico, El Domo – Proyección Infraestructura Depósito de Sapolito (WRF).....	5-169
Figura 5-83	Vertiente Heterogénea, sector El Domo - Proyección Infraestructura Acopio de Materiales Varios	5-169
Figura 5-84	Vertiente Heterogénea, sector El Domo - Proyección Infraestructura Planta de Procesos	5-170
Figura 5-85	Mapa de las Ubicación de las investigaciones Geotécnicas	5-178
Figura 5-86	Mapa de Suelos	5-187
Figura 5-87	pH vs Tasa de Liberación de Sulfato.....	5-193
Figura 5-88	Valores de pH Registrados	5-215

Figura 5-89	Valores de Azufre Registrados	5-216
Figura 5-90	Valores de Bario Registrados	5-217
Figura 5-91	Valores de Cobalto Registrados	5-218
Figura 5-92	Valores de Cobre Registrados	5-218
Figura 5-93	Valores de Plomo Registrados	5-220
Figura 5-94	Valores de Selenio Registrados.....	5-220
Figura 5-95	Valores de Vanadio Registrados	5-221
Figura 5-96	Valores de Zinc Registrados.....	5-222
Figura 5-97	Comparación de la Forma de Unidades Hidrográficas según Kc.....	5-244
Figura 5-98	Valores de Oxígeno de Saturación en Muestras de Agua.....	5-292
Figura 5-99	Valores de Aluminio en Muestras de Agua Actual.....	5-295
Figura 5-100	Valores de Aluminio en Muestras de Agua Históricos.....	5-297
Figura 5-101	Valores de Cobalto en Muestras de Agua	5-300
Figura 5-102	Valores de Cobre en Muestras de Agua	5-303
Figura 5-103	Valores de Hierro en Muestras de Agua	5-307
Figura 5-104	Valores de Zinc en Muestras de Agua	5-311
Figura 5-105	Categorización del Paisaje del Proyecto Curipamba – El Domo.....	5-314

Página en blanco

5 Diagnóstico Ambiental de Línea Base

Hirsch (1980) define al estudio de línea base como una descripción de condiciones existentes en un punto en el tiempo contra los subsecuentes cambios que se presentan por la ejecución de un proyecto los cuales se pueden detectar a través del monitoreo. En otras palabras, el objetivo del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) es predecir los posibles cambios sociales y ambientales como resultado de la ejecución del proyecto minero Curipamba-El Domo (en adelante, el Proyecto) analizado, partiendo de los estudios de línea base que proveen la visión del entorno, previa ejecución del proyecto y terminando con la definición de un plan de monitoreo como parte del Plan de Manejo Ambiental (PMA), cuya ejecución da la visión posterior del proyecto para medir los cambios de los componentes ambientales y sociales a lo largo del tiempo.

La siguiente figura explica el rol del estudio de línea base en los EsIA y su relación con la fase de muestreo. Como se puede observar, la primera etapa es la descripción de los parámetros ambientales y sociales a evaluar previo al inicio del proyecto; para ello, es necesario definir el alcance del estudio de línea base. En el caso del presente EsIA, los parámetros a evaluarse son: clima, ruido, vibraciones, geología, geomorfología, sismicidad, edafología y calidad del suelo, calidad del aire, hidrología, flora, fauna y componentes socioeconómico y arqueológico. La descripción de estos componentes ayuda a prever los posibles impactos socioambientales que podrán suceder por la ejecución del presente proyecto.

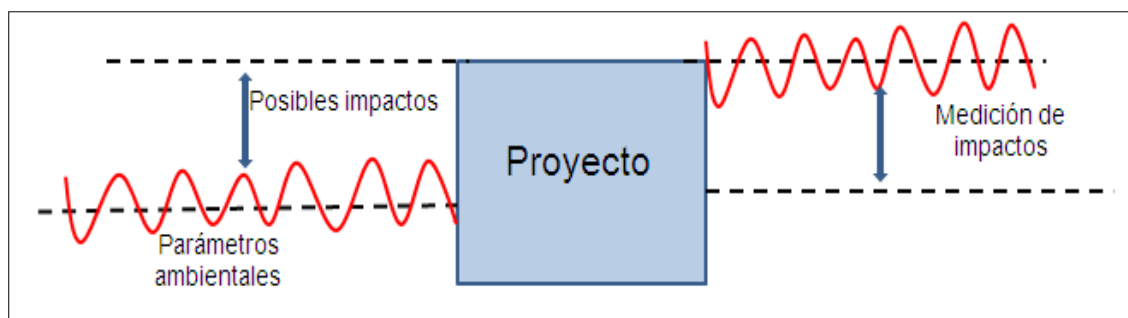


Figura 5-1 Rol de los Estudios de Línea Base en los Estudios de Impacto Ambiental

Fuente: Wathem, 2001

5.1 Línea Base Física

5.1.1 Climatología

El clima es el estado más frecuente de la atmósfera de un lugar de la superficie terrestre; es decir, una descripción estadística de las condiciones meteorológicas más frecuentes de una región en cierto período. En un sentido más amplio, el clima es el estado del sistema climático en términos tanto clásicos como estadísticos (IPCC, 2015).

5.1.1.1 *Antecedentes*

Mediante oficio No. 029-CURI-2021 con fecha 12 de enero de 2021, Curimining S. A. solicita al INAMHI la información meteorológica del periodo 2013-2020 de las estaciones cercanas al Proyecto, con el objetivo de realizar el respectivo análisis climático de este (Anexo A. Documentos Oficiales, A.5. Solicitud Información INAMHI).

En respuesta a lo solicitado, el INAMHI mediante correo electrónico de fecha 26 de enero de 2021 remite la información disponible al momento; sin embargo, los anuarios meteorológicos entregados no cuentan

con información continua del período solicitado, así como tampoco se cuenta con información adicional al parámetro precipitación (Anexo A. Documentos Oficiales, A.6. Respuesta INAMHI).

Adicionalmente, es importante mencionar que el proyecto minero Curipamba-El Domo identificó la necesidad de contar con información climatológica del sector con el objetivo de crear una línea base ambiental de las distintas variables climatológicas y establecer el comportamiento requerido para la fase de prefactibilidad y posterior fase de explotación y beneficio. Por este motivo, Curimining S. A. realizó la adquisición de dos estaciones climatológicas automatizadas para ubicarlas en la zona del Proyecto y recolectar la información en intervalos de tiempos programados en tiempo real. (Ver Anexo C. Respaldos de Línea Base, C.1 Físico, C.1.1 Climatología, C.1.1.1 Informe Técnico).

Mediante oficio No. 030-CURI-2021 con fecha 12 de enero de 2021, Curimining S.A. solicita al INAMHI realizar un convenio entre el INAMHI y Curimining S.A. para apoyar la transferencia de información actualizada del sector con la debida validación de información por parte de la Institución (Anexo A. Documentos Oficiales, A.7. Solicitud convenio INAMHI).

5.1.1.2 Metodología

Para la adecuada caracterización climatológica del área del Proyecto se requiere identificar la o las estaciones meteorológicas más próximas que cuenten con series continuas de información, de manera que permitan realizar el análisis correspondiente, ya que arrojarán los datos más significativos del parámetro clima para el área del proyecto minero Curipamba-El Domo.

Las estaciones públicas analizadas son operadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). En caso de no existir estaciones cercanas, se escogerá aquella que cumpla con condiciones similares al área del Proyecto o en su defecto si el proyecto cuenta con estaciones propias, se correlacionará los datos con la estación de la institución oficial más cercana, en este caso el INAMHI.

Una vez identificadas las estaciones más cercanas al área del Proyecto, se verificó la disponibilidad de información climatológica en los anuarios meteorológicos del INAMHI, ya que es necesario que se cuente con series continuas de información de al menos 10 años para que sea estadísticamente representativa. Las estaciones que no cumplieron con este criterio fueron descartadas del análisis climatológico.

5.1.1.2.1 Identificación de Estaciones Meteorológicas del INAMHI

La Tabla 5-1 muestra las estaciones operadas por el INAMHI y sus principales características.

Tabla 5-1 Información de las Estaciones INAMHI

Código	Nombre de la Estación	Tipo de Estación	Coordenadas UTM WGS84 Zona 17 Sur		Altitud (msnm)	Distancia (km)	Justificación de uso de la estación
			Este (m)	Norte (m)			
M0471	Zapotal	Pluviométrica	687195,35	9850412,23	165	6,99	Registra únicamente datos de precipitación. Se encuentra en mismo tipo de clima que el área del Proyecto, pero en diferente piso bioclimático. Por esto, no se utiliza para el presente análisis.
M0383	Echeandía	Pluviométrica	691517,06	9841682,52	308	11,20	Registra únicamente datos de precipitación y es la estación pluviométrica más cercana al área del Proyecto. Se encuentra en mismo tipo de clima y en mismo piso bioclimático que el área del Proyecto. Por lo que se considera que cumple con la mayor cantidad de requisitos para el presente análisis.
M0129	Caluma	Meteorológica	689893,01	9820860,86	350	31,90	La estación presenta información meteorológica y registra datos en los anuarios meteorológicos durante el período 2006-2013. Se encuentra en el mismo tipo de clima y misma cobertura de isoyetas, con diferente piso bioclimático de isotermas. Se considera para el presente análisis
M0386	Moraspungo	Pluviométrica	697689,02	9869941,27	409	13,70	Registra únicamente datos de precipitación. Se encuentra en diferente tipo de clima y piso bioclimático que el área del Proyecto. Por esto, no se utiliza para el presente análisis.
M0794	Las Naves	Pluviográfica	686798,13	9857323,66	110	7,09	No registra datos. Se encuentra en mismo tipo de clima que el área del Proyecto, pero en diferente piso bioclimático. Por esto, no se utiliza para el presente análisis.
M0123	El Corazón	Climatológica ordinaria	713430,07	9874468,85	1471	25,34	Si registran datos en los anuarios. Se encuentra en mismo piso bioclimático que el Proyecto, pero en diferente tipo de clima. Por esto, no se utiliza para el presente análisis.
M0465	Ventanas	Pluviométrica	670711,90	9840318,23	52	26,19	Registra únicamente datos de precipitación. Se encuentra en mismo tipo de clima que el área del Proyecto, pero en diferente piso bioclimático. Por esto, no se utiliza para el presente análisis.

Código	Nombre de la Estación	Tipo de Estación	Coordenadas UTM WGS84 Zona 17 Sur		Altitud (msnm)	Distancia (km)	Justificación de uso de la estación
			Este (m)	Norte (m)			
M0385	Salinas-Bolívar	Pluviométrica	720067,79	9844670,18	3600	25,03	Registra únicamente datos de precipitación. Se encuentra en diferente tipo de clima y piso bioclimático que el área del Proyecto. Por esto, no se utiliza para el presente análisis.

Fuente: INAMHI, enero 2021

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

5.1.1.2.2 Identificación de Estaciones Meteorológicas Propias del Proyecto

Como se mencionó en los antecedentes de esta sección, con la finalidad de recolectar información climatológica del área que permita crear una línea base de las distintas variables del clima, se presenta a continuación la ubicación de las dos estaciones de propiedad de Curimining S.A. que iniciaron con el reporte de datos desde octubre de 2019. Los parámetros por analizar son: temperatura, precipitación, humedad relativa, velocidad del viento, evapotranspiración y dirección del viento.

Cabe mencionar que, aunque se requiere reportar datos de heliofanía y nubosidad, las estaciones de la compañía no registran dichos datos, pero en su defecto se incluye radiación solar. Se realiza la medición de este parámetro dentro de las estaciones que se encuentran en el área de estudio del Proyecto; la radiación solar es una variable que mide directamente la energía solar que ingresa al ecosistema. La radiación solar, nubosidad (fracción de la bóveda celeste que se ve cubierta de nubes) y heliofanía (representa la duración del brillo solar u horas de sol) están directamente relacionada entre sí. Cabe mencionar que la radiación solar es una variable cuantitativa que describe de mejor manera y de forma directa la energía que ingresa al ecosistema.

Tabla 5-2 Información de las Estaciones del Proyecto

Código	Nombre de la Estación	Coordenadas UTM WGS84 Zona 17 Sur		Altitud (msnm)	Distancia (km)	Justificación de Uso de la Estación
		Este (m)	Norte (m)			
EMC1	Naves Chico	694721,76	9854503,38	3471	Dentro del área geográfica	Cuenta con datos recientes de las variables requeridas para análisis de clima. Se encuentra en el área del Proyecto. Presenta el mismo tipo de clima y piso bioclimático que el Proyecto.
EMC2	Barranco Colorado	683207,67	9850803,21	159	10,77	Cuenta con datos recientes de las variables requeridas para análisis de clima. Se encuentra cerca al área del Proyecto. Presenta el mismo tipo de clima y piso bioclimático que el Proyecto.

Fuente: CURIMINING, enero 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

El procedimiento para la instalación de las estaciones meteorológicas se describe a continuación:

Curimining S. A. adquirió el 27 de agosto de 2019 dos estaciones climatológicas automatizadas para ubicarlas en la zona del Proyecto y recolectar la información en intervalos de tiempos programados en tiempo real.

Cada una de las estaciones meteorológicas cuenta con equipos e instrumentación que permiten captar los distintos cambios del ambiente destinados a medir, registrar y descargar con regularidad los datos medidos a un servidor de base de datos.

Para la instalación de las dos estaciones meteorológicas se consideró las siguientes etapas:

- > Inspección y replanteo de áreas: Como etapa previa en el área del Proyecto mediante inspección y bajo consideraciones técnicas se identificó los sitios idóneos para el reemplazo e instalación de las estaciones meteorológicas automatizadas, las estaciones fueron ubicadas en los sectores Naves Chico y Barranco Colorado.
- > Planificación: Una vez seleccionadas las áreas se procedió a la planificación de actividades para la etapa de construcción, como selección de proveedor y trámite de adquisición de equipos e instrumentos, elaboración y ajuste de presupuesto para adquisición de material de construcción, planificación de actividades de construcción y selección de mano de obra.
- > Construcción: se realizó el replanteo y adecuación de los terrenos y accesos, la colocación de cimentaciones y anclajes de hormigón en cada estación meteorológica, la construcción del cerramiento perimetral de las estaciones meteorológicas, construcción e instalación de estructura metálica de soporte en cada estación meteorológica.
- > Instalación de equipos: Los trabajos de instalación de equipos de medición fueron realizados en tres días efectivos de la estación meteorológica EMC-1 en Naves Chico y en la estación EMC-2 en Barranco Colorado. Posteriormente, se realizó el mantenimiento y reconfiguración del área, se implementó cobertura vegetal para el manejo de material particulado y otras que podrían afectar el correcto funcionamiento del equipo, además de las seguridades necesarias y señalética de información, precaución y obligación. Finalizada la etapa de construcción se procedió a verificar el cumplimiento de especificaciones técnicas para estaciones meteorológicas, tomando como referencia la Guía de instrumentos meteorológicos y métodos de observación de la Organización Meteorológica Mundial (WMO-No. 8. Séptima Edición, 2008).
- > Puesta en marcha: Una vez instalados los equipos se iniciaron las pruebas de funcionamiento en las dos estaciones. A partir del 6 de octubre de 2019 se inició la medición de datos meteorológicos en la estación EMC-1, y en la estación EMC-2 a partir del 15 de octubre de 2019. La descarga y verificación de funcionamiento de las estaciones se propuso con una frecuencia semanal durante los primeros cinco meses, y posteriormente de forma quincenal. Cabe mencionar que los primeros datos registrados por las estaciones son despreciables, ya que corresponden a un periodo de prueba y adaptabilidad del equipo, esto corresponde a las bitácoras en cada uno de los reportes.

Luego de tres meses de funcionamiento de las estaciones se realizó un control de calidad y aseguramiento de la calidad del funcionamiento e instalación de la estación meteorológica Naves Chico y Barranco Colorado del proyecto Curipamba-El Domo por medio de un consultor externo de la Universidad de Cuenca.

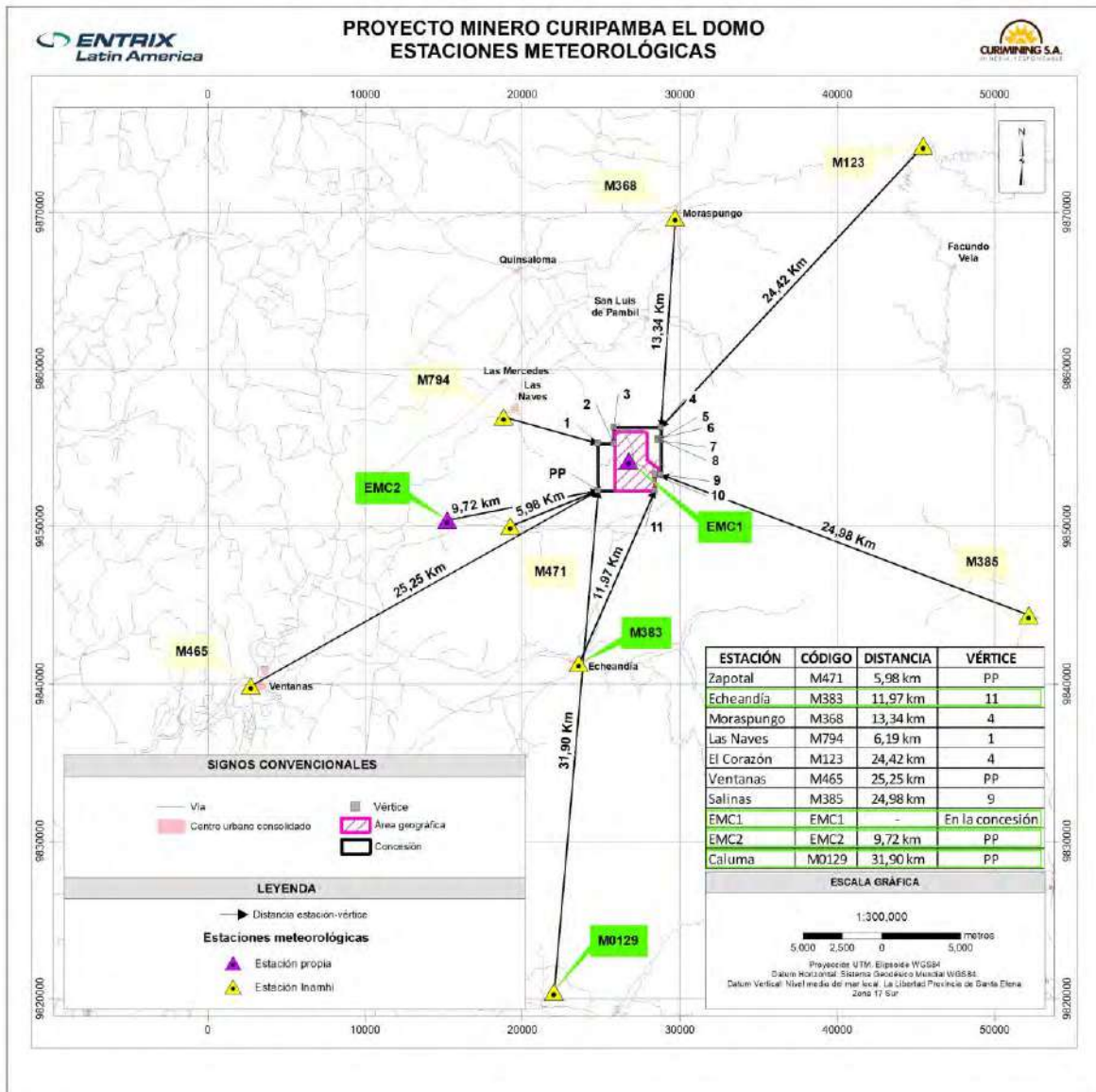


Figura 5-2 Ubicación de las Estaciones más Cercanas al Proyecto

Fuente: INAMHI, 2021
Elaboración: Entrix, abril 2022

5.1.1.3 Análisis

De acuerdo con el análisis de pisos bioclimáticos, como se aprecia en la Figura 5-3, la estación pluviométrica del INAMHI Echeandía (M0383) se encuentra en el mismo piso bioclimático que corresponde a Piemontano, y presenta el mismo tipo de clima húmedo sin déficit de agua, megatérmico o cálido (Figura 5-4). En este sentido y debido a que la estación Echeandía solo reporta datos de precipitación se ha procedido a utilizar los datos reportados por las estaciones propias con las que cuenta el Proyecto (Naves Chico y Barranco Colorado).

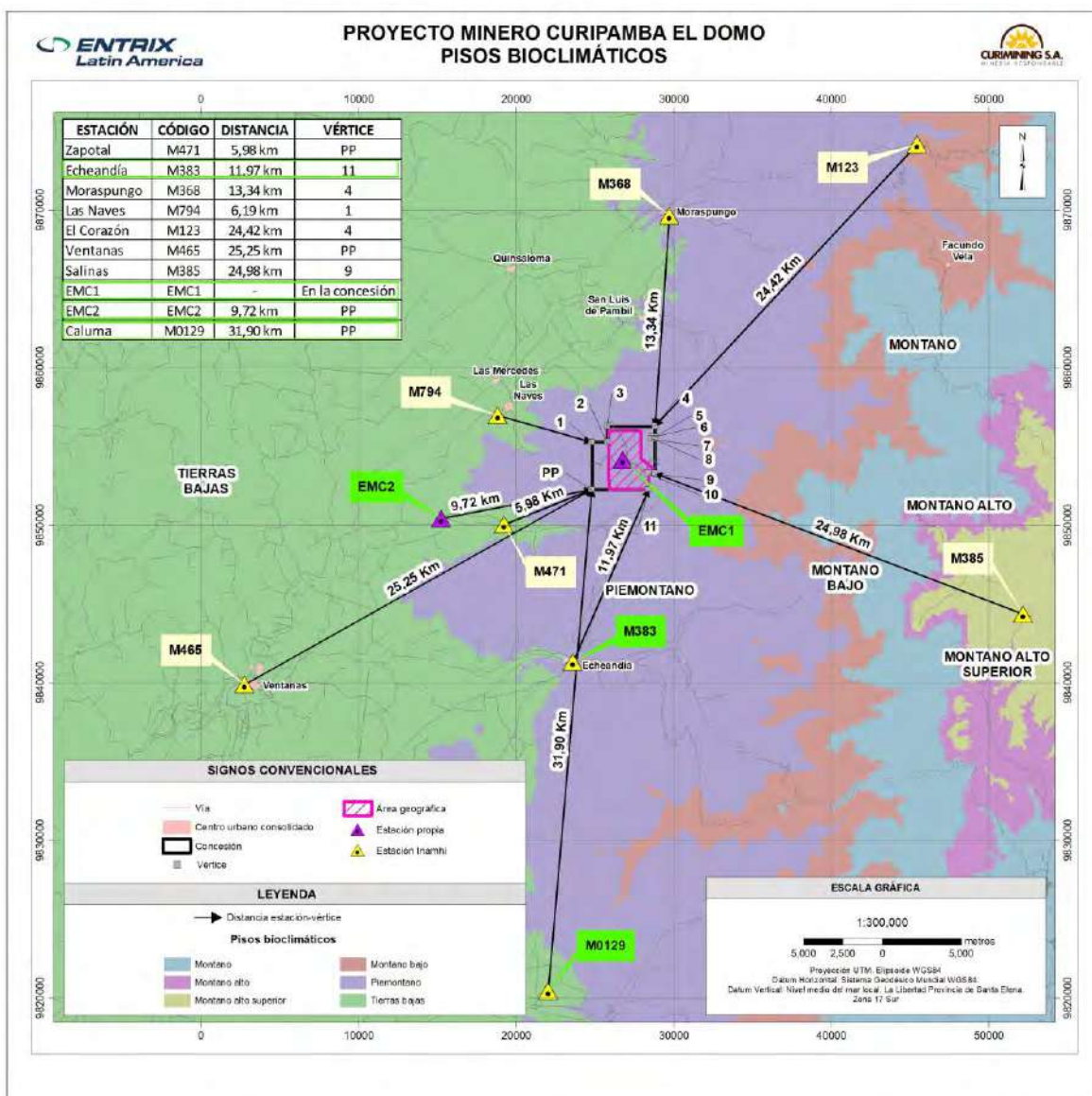


Figura 5-3 Pisos Bioclimáticos

Fuente: INAMHI, Escala 1:100 000, 2017

Elaboración: Entrix, abril 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 5.1-1-E Bioclimas).

A continuación, se presenta el análisis comparativo de la ubicación de las estaciones climáticas respecto de las coberturas de variables climáticas del INAMHI, Escala 1:100 000, 2017 y MAG-IICA-CLIRSE, Escala 1:250 000, 2003, entre la estación seleccionada de la fuente oficial (Echeandía [M0383]), las estaciones propias del Proyecto (Naves Chico y Barranco Colorado) y el área del Proyecto.

De acuerdo con la cobertura de tipos de clima del INAMHI, se determina que el área del Proyecto se encuentra en el clima húmedo sin déficit de agua, megatérmico o cálido, y el clima superhúmedo con pequeño déficit de agua, mesotérmico templado cálido. Mientras tanto, las estaciones Echeandía (M0383) y Caluma (M0129) del INAMHI se encuentran en el clima húmedo sin déficit de agua, megatérmico o cálido.

Respecto a las estaciones propias del Proyecto, tanto Naves Chico como Barranco Colorado se encuentran en un tipo de clima húmedo sin déficit de agua, megatérmico o cálido (Figura 5-4).

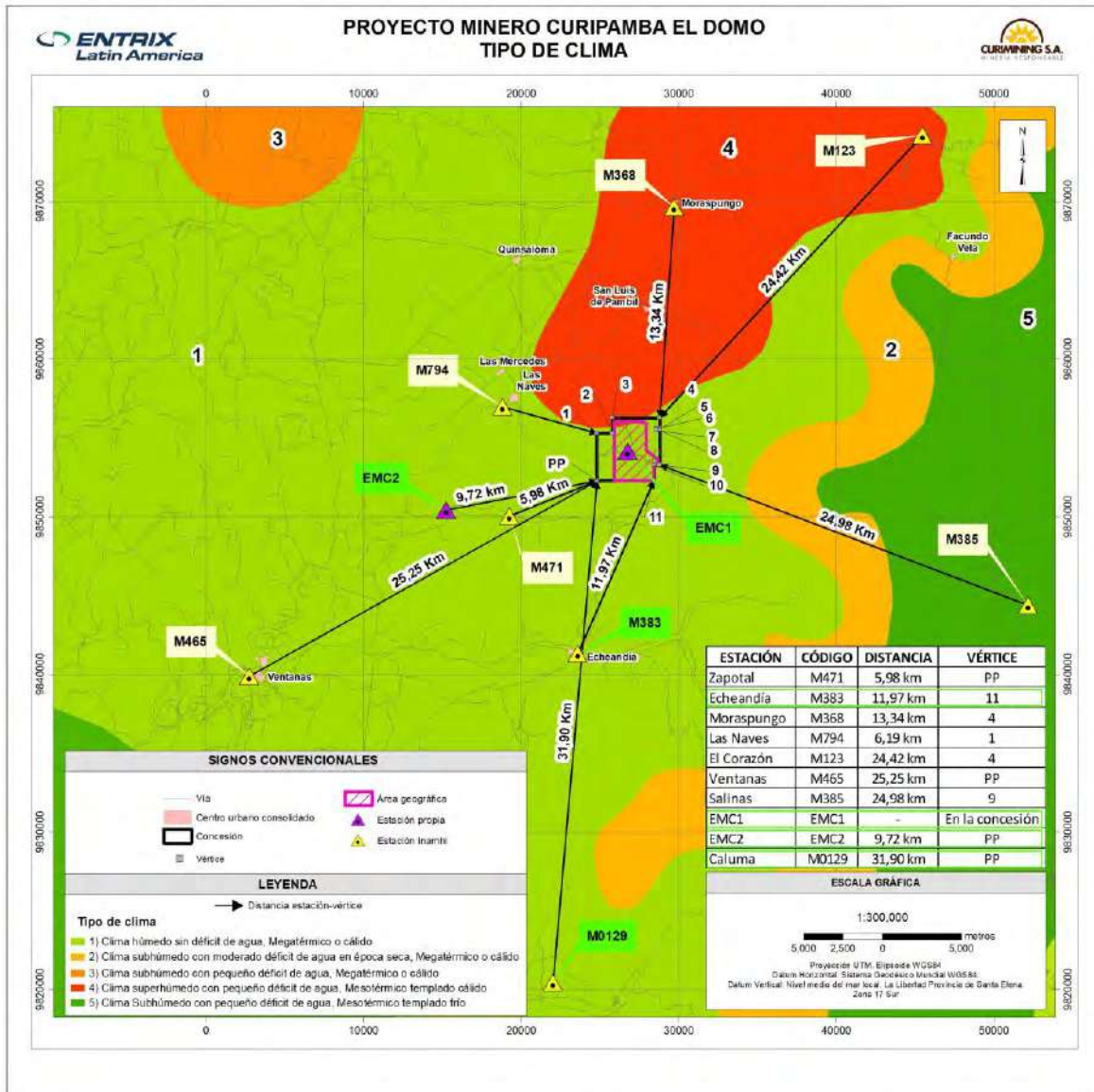


Figura 5-4 Tipos de Clima

Fuente: INAMHI, Escala 1:100 000, 2017

Elaboración: Entrix, abril 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 5.1-1-A Tipos de Clima).

De acuerdo con la cobertura de isotermas (MAG-IICA-CLIRSEN), se determina que el área del Proyecto se ubica dentro de los rangos de temperatura de 22 a 26 °C, y la estación pluviométrica Echeandía (M0383) se ubica en el rango de 22 a 24 °C. Cabe aclarar que la estación no registra datos de temperatura, pero se incluye este análisis conforme la ubicación de la estación respecto de las isotermas.

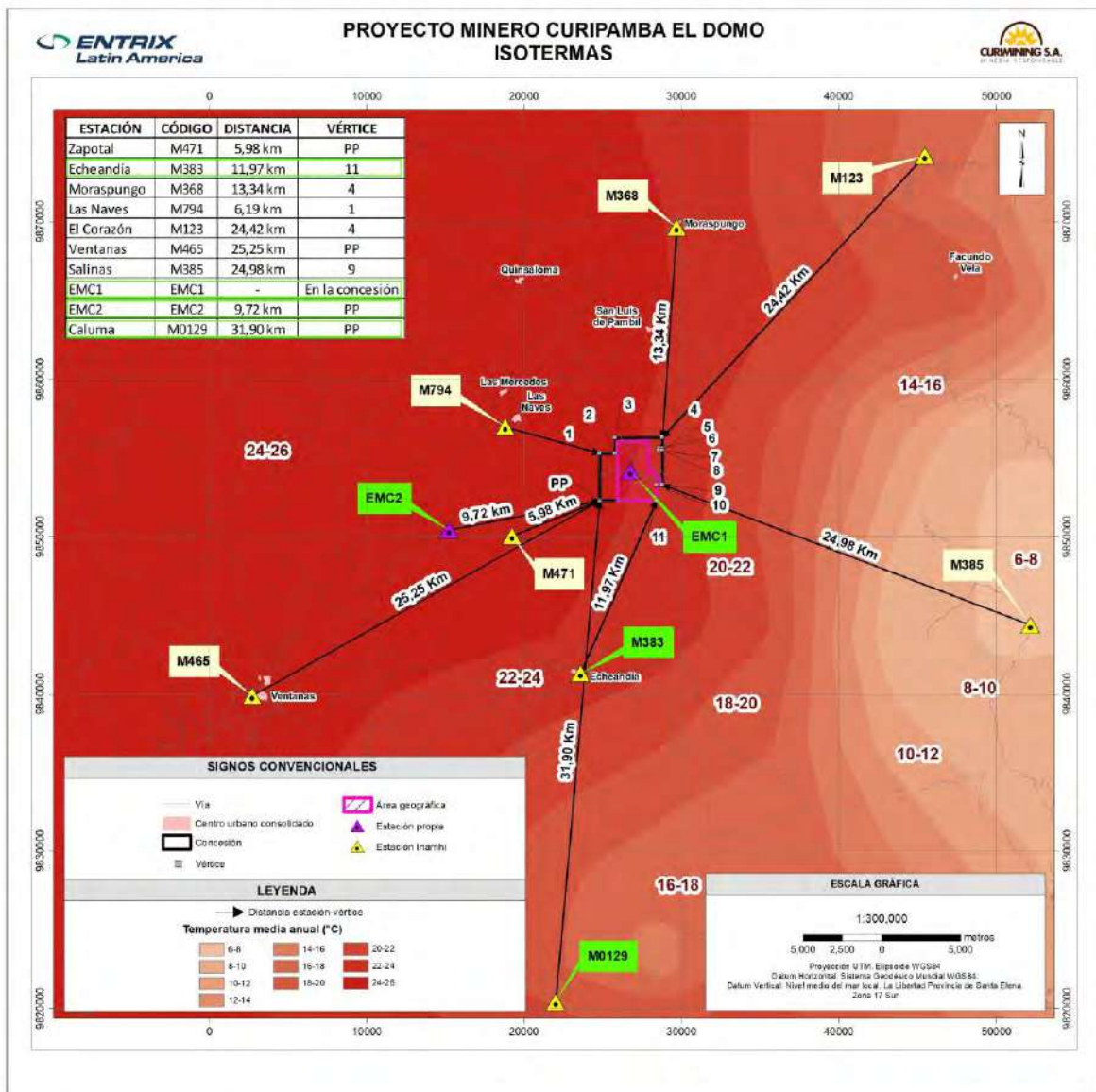


Figura 5-5 Isotermas

Fuente: MAG-IICA-CLIRSEN, Escala 1:250 000, 2003

Elaboración: Entrix, abril 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 5.1-1-C Isotermas).

De acuerdo con la cobertura de isoyetas (MAG-IICA-CLIRSEN), tanto el área del Proyecto como la estación Echeandía (M0383) se encuentran en el rango de precipitación de 2000 a 2500 mm, es decir que la estación Echeandía (M0383) es representativa para caracterizar la pluviosidad del área del Proyecto.

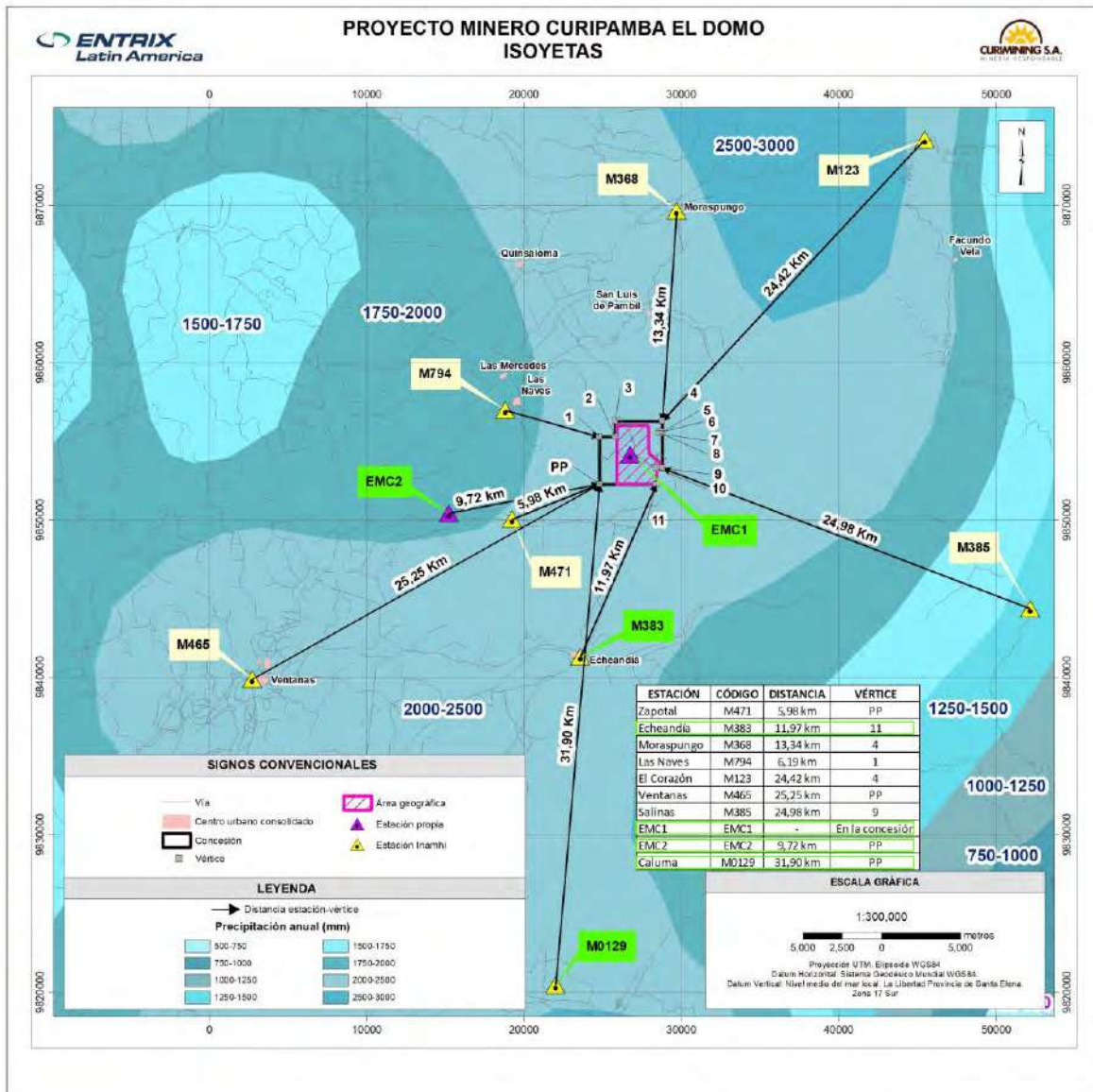


Figura 5-6 Isoyetas

Fuente: MAG-IICA-CLIRSEN, Escala 1:250 000, 2003
Elaboración: Entrix, abril 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 5.1-1-D Isoyetas).

5.1.1.4 Descripción

Conforme a lo indicado previamente, se presenta a continuación la descripción de la información climatológica del área donde se desarrollará el Proyecto que incluye los datos obtenidos tanto de la estación del INAMHI como de las estaciones de propiedad de Curimining S. A.

Tabla 5-3 Resumen de la Información Climática Anual Estación Echeandía (M0383) Período 2005-2018

Precipitación (mm/año)				
Mínimo	Valor anual	Máximo	Periodo de Registro/Año	Fuente
3,7	146,3	415,2	2005	INAMHI
10,3	180,6	672,0	2006	
21,5	211,2	445,0	2007	
31,9	391,4	713,6	2008	
-	-	-	2009	
-	-	-	2010	
2,0	46,5	311,4	2011	
2,1	196,1	783,1	2012	
3,9	127,6	535,9	2013	
2,9	172,3	497,9	2014	
78,6	391,7	743,7	2015	
12,8	324,5	1347,2	2016	
-	-	-	2017	
169,9	358,5	537,8	2018	

Fuente: INAMHI, enero 2021

Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Tabla 5-4 Resumen de la Información Climática Anual Estación Caluma (M0129) Período 2006-2013

Precipitación (mm/año)				
Mínimo	Valor Anual	Máximo	Periodo de Registro/Año	Fuente
3,4	204,1	785,5	2006	INAMHI
4,0	126,1	441,4	2007	
16,3	206,8	586,3	2008	
2,2	156,4	499,7	2009	
7,5	175,7	500,0	2010	
3,7	154,5	342,2	2011	
			2012	
4,0	139,9	543,2	2013	
Temperatura Promedio (°C)				
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Año	Fuente
20,25	23,40	27,49	2006	INAMHI
19,73	22,73	26,63	2007	
20,15	22,88	26,49	2008	
20,23	23,38	27,71	2009	
20,01	23,32	27,23	2010	

17,54	23,23	27,23	2011	
			2012	
15,53	23,29	27,44	2013	
Humedad Relativa (%)				
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Año	Fuente
94,00	95,75	97,00	2006	INAMHI
88,00	91,78	97,00	2007	
87,00	90,18	93,00	2008	
86,00	89,10	91,00	2009	
86,00	91,00	91,00	2010	
86,00	89,78	92,00	2011	
			2012	
86,00	89,08	92,00	2013	
Evapotranspiración Potencial (mm/año)				
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Año	Fuente
94,00		97,00	2006	INAMHI
88,00		97,00	2007	
87,00		93,00	2008	
86,00	80,62	91,00	2009	
50,90	79,83	124,10	2010	
51,00	74,31	100,40	2011	
			2012	
64,70	83,69	100,10	2013	

Fuente: INAMHI, enero 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Tabla 5-5 Resumen de la Información Climática Anual Estación Naves Chico

Precipitación (mm/año)				
Mínimo	Valor anual	Máximo	Periodo de Registro/Año	Fuente
19,8	42,9	87,2	2019	CURIMINING
2,3	73,5	476,0	2020	
306,4	583,0	730,1	2021	
Temperatura Promedio (°C)				
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Año	Fuente
18,72	18,98	19,35	2019	CURIMINING
19,09	19,32	19,66	2020	
19,10	19,46	19,97	2021	

Humedad Relativa (%)					
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Año		Fuente
98,32	98,68	98,94	2019		CURIMINING
96,17	98,58	99,58	2020		
98,82	99,17	99,54	2021		
Velocidad del Viento (km/h) y Dirección del Viento					
Mínimo	Promedio	Máximo	Dirección del Viento	Periodo de Registro/Año	Fuente
2,92	3,84	4,93		2019	CURIMINING
3,60	3,85	4,43		2020	
3,64	7,52	21,85		2021	
Evapotranspiración Potencial (mm/año)					
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Año		Fuente
100,70	103,23	106,30	2019		CURIMINING
64,80	71,93	80,40	2020		
89,50	96,46	100,60	2021		

Fuente: CURIMINING, julio 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Tabla 5-6 Resumen de la Información Climática Anual Estación Barranco Colorado

Precipitación (mm/año)					
Mínimo	Valor Anual	Máximo	Periodo de Registro/Año		Fuente
0,0	31,2	75,5	2019		CURIMINING
0,2	206,1	799,0	2020		
191,4	561,3	744,8	2021		
Temperatura Promedio (°C)					
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Año		Fuente
24,19	24,66	25,24	2019		CURIMINING
22,16	22,69	23,30	2020		
19,57	20,05	20,68	2021		
Humedad Relativa (%)					
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Año		Fuente
82,33	83,02	83,43	2019		CURIMINING
80,39	87,31	91,00	2020		
88,66	89,42	90,11	2021		
Velocidad del Viento (km/h) y Dirección del Viento					
Mínimo	Promedio	Máximo	Dirección del Viento	Periodo de Registro/Año	Fuente
3,64	3,82	3,96	-	2019	CURIMINING

2,84	3,46	4,18	-	2020	
2,23	2,63	3,06	-	2021	
Evapotranspiración Potencial (mm/año)					
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Año		Fuente
125,10	128,23	133,50	2019		CURIMINING
67,70	92,28	122,50	2020		
91,60	98,94	104,90	2021		

Fuente: CURIMINING, julio 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Tabla 5-7 Resumen de la Información Climática Mensual del Período 2005-2018, Estación Echeandía

Precipitación (mm/mes)				
Mínimo	Valor Anual	Máximo	Periodo de Registro/Mes	Fuente
169,9	340,9	682,2	Enero	INAMHI
46,6	407,3	713,6	Febrero	
23,2	532,2	1347,2	Marzo	
33,8	341,3	743,7	Abril	
2,5	154,0	401,6	Mayo	
5,3	35,8	78,6	Junio	
2,1	13,8	31,9	Julio	
2,0	12,3	32,7	Agosto	
2,4	23,1	51,7	Septiembre	
7,1	26,0	52,8	Octubre	
7,1	45,4	143,5	Noviembre	
50,8	101,1	183,5	Diciembre	

Fuente: INAMHI, enero 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Tabla 5-8 Resumen de la Información Climática Mensual del Período 2006-2013, Estación Caluma

Precipitación (mm/mes)				
Mínimo	Valor Anual	Máximo	Periodo de Registro/Mes	Fuente
213,6	350,6	499,7	Enero	CURIMINING
390,7	540,2	785,5	Febrero	
331,9	426,6	673,3	Marzo	
182,4	283,5	429,6	Abril	
18,2	92,1	162,9	Mayo	
15,0	41,0	78,4	Junio	
2,2	21,0	76,9	Julio	
3,7	12,4	42,6	Agosto	

2,5	11,7	24,1	Septiembre	
5,5	17,4	37,4	Octubre	
15,6	21,3	36,8	Noviembre	
79,8	168,4	270,4	Diciembre	
Temperatura Promedio (°C)				
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Mes	Fuente
22,40	23,63	24,30	Enero	CURIMINING
23,50	24,07	24,60	Febrero	
24,10	24,52	24,90	Marzo	
24,40	24,59	24,60	Abril	
23,30	23,80	24,40	Mayo	
22,30	22,65	23,20	Junio	
21,50	22,21	22,70	Julio	
21,40	22,11	22,70	Agosto	
21,90	22,58	23,10	Septiembre	
21,30	22,57	23,20	Octubre	
21,70	22,26	22,60	Noviembre	
22,50	23,14	24,00	Diciembre	
Humedad Relativa (%)				
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Mes	Fuente
89,00	91,57	96,00	Enero	CURIMINING
89,00	91,20	95,00	Febrero	
88,00	88,00	89,00	Marzo	
88,00	91,14	97,00	Abril	
89,00	91,33	96,00	Mayo	
91,00	92,67	97,00	Junio	
90,00	91,86	95,00	Julio	
88,00	90,33	92,00	Agosto	
88,00	89,17	91,00	Septiembre	
86,00	90,00	96,00	Octubre	
88,00	90,60	96,00	Noviembre	
86,00	90,40	96,00	Diciembre	
Evapotranspiración Potencial (mm/mes)				
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Mes	Fuente
65,40	65,95	67,10	Enero	CURIMINING
63,00	86,13	120,10	Febrero	
78,70	86,60	98,80	Marzo	
56,90	77,03	90,10	Abril	

78,90	84,25	97,30	Mayo	
51,00	61,30	69,90	Junio	
55,40	70,03	80,50	Julio	
59,60	787,78	100,40	Agosto	
86,40	91,73	100,10	Septiembre	
93,40	105,77	124,10	Octubre	
86,60	90,65	94,70	Noviembre	
50,90	72,53	109,30	Diciembre	

Fuente: INAMHI, enero 2021

Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Tabla 5-9 Resumen de la Información Climática Mensual del Período 2019-2021, Estación Naves Chico

Precipitación (mm/mes)				
Mínimo	Valor anual	Máximo	Periodo de Registro/ Mes	Fuente
59,3	394,7	730,1	Enero	CURIMINING
70,7	351,4	632,1	Febrero	
44,2	367,2	690,2	Marzo	
476,0	516,2	556,4	Abril	
152,8	229,6	306,4	Mayo	
2,3	2,3	2,3	Junio	
27,4	27,4	27,4	Julio	
4,0	4,0	4,0	Agosto	
18,0	18,0	18,0	Septiembre	
1,6	11,6	21,6	Octubre	
22,2	54,7	87,2	Noviembre	
3,2	11,5	19,8	Diciembre	
Temperatura Promedio (°C)				
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Mes	Fuente
18,94	19,27	19,60	Enero	CURIMINING
19,47	19,72	19,96	Febrero	
19,74	19,89	20,04	Marzo	
19,83	20,13	20,43	Abril	
19,32	19,77	20,22	Mayo	
18,83	18,83	18,83	Junio	
18,83	18,83	18,83	Julio	
18,19	18,19	18,19	Agosto	
18,86	18,86	18,86	Septiembre	
18,63	19,17	19,71	Octubre	

18,52	18,72	18,91	Noviembre		
18,61	19,01	19,40	Diciembre		
Humedad Relativa (%)					
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Mes		Fuente
99,05	99,30	99,54	Enero		CURIMINING
99,06	99,26	99,46	Febrero		
98,62	98,72	98,82	Marzo		
97,59	98,40	99,20	Abril		
98,92	99,08	99,23	Mayo		
99,46	99,46	99,46	Junio		
99,47	99,47	99,47	Julio		
99,58	99,58	99,58	Agosto		
97,99	97,99	97,99	Septiembre		
97,89	98,11	98,32	Octubre		
96,17	97,56	98,94	Noviembre		
98,70	98,75	98,79	Diciembre		
Velocidad del Viento (km/h) y Dirección del Viento					
Mínimo	Promedio	Máximo	Dirección del Viento (grados)	Periodo de Registro/Mes	Fuente
3,64	3,64	3,64	159,69	Enero	CURIMINING
4,03	4,23	4,43	166,48	Febrero	
3,78	4,05	4,32	166,96	Marzo	
3,96	12,91	21,85	169,12	Abril	
3,60	3,69	3,78	159,55	Mayo	
3,60	3,60	3,60	164,25	Junio	
3,60	3,60	3,60	164,32	Julio	
4,00	4,00	4,00	161,77	Agosto	
3,85	3,85	3,85	167,49	Septiembre	
2,92	3,26	3,60	160,67	Octubre	
3,82	4,37	4,93	157,24	Noviembre	
3,67	3,91	4,14	182,31	Diciembre	
Evapotranspiración Potencial (mm/mes)					
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Mes		Fuente
75,40	85,75	96,10	Enero		CURIMINING
70,70	80,10	89,50	Febrero		
78,90	89,75	100,60	Marzo		
79,40	88,65	97,90	Abril		

80,40	89,30	98,20	Mayo	
69,50	69,50	69,50	Junio	
67,30	67,30	67,30	Julio	
64,80	64,80	64,80	Agosto	
67,50	67,50	67,50	Septiembre	
76,30	89,50	102,70	Octubre	
65,00	82,85	100,70	Noviembre	
67,90	87,10	106,30	Diciembre	

Fuente: INAMHI, enero 2021

Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Tabla 5-10 Resumen de la Información Climática Mensual del Período 2019-2021, Estación Barranco Colorado

Precipitación (mm/mes)				
Mínimo	Valor anual	Máximo	Periodo de Registro/Mes	Fuente
582,4	663,6	744,8	Enero	CURIMINING
733,3	766,2	799,0	Febrero	
507,9	611,8	715,7	Marzo	
275,4	348,3	421,2	Abril	
118,6	155,0	191,4	Mayo	
10,2	10,2	10,2	Junio	
5,4	5,4	5,4	Julio	
4,0	4,0	4,0	Agosto	
0,2	0,2	0,2	Septiembre	
0,0	10,9	21,8	Octubre	
1,4	9,7	18,0	Noviembre	
75,5	111,3	147,2	Diciembre	
Temperatura Promedio (°C)				
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Mes	Fuente
20,62	22,91	25,19	Enero	CURIMINING
20,85	22,92	24,99	Febrero	
20,81	22,80	24,79	Marzo	
19,66	22,31	24,96	Abril	
18,31	21,38	24,45	Mayo	
22,37	22,37	22,37	Junio	
21,45	21,45	21,45	Julio	
20,74	20,74	20,74	Agosto	
20,66	20,66	20,66	Septiembre	
21,44	22,73	24,02	Octubre	

20,41	22,51	24,60	Noviembre		
20,78	23,08	25,37	Diciembre		
Humedad Relativa (%)					
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Mes		Fuente
88,14	89,13	90,11	Enero		CURIMINING
88,88	89,34	89,79	Febrero		
88,45	88,69	88,93	Marzo		
87,88	88,27	88,66	Abril		
88,59	89,09	89,59	Mayo		
90,14	90,14	90,14	Junio		
91,00	91,00	91,00	Julio		
87,54	87,54	87,54	Agosto		
85,89	85,89	85,89	Septiembre		
82,73	83,08	83,43	Octubre		
80,39	81,85	83,31	Noviembre		
82,33	85,23	88,12	Diciembre		
Velocidad del Viento (km/h) y Dirección del Viento					
Mínimo	Promedio	Máximo	Dirección del Viento	Periodo de Registro/Mes	Fuente
2,84	3,20	3,56	169,41	Enero	CURIMINING
2,23	3,10	3,96	175,16	Febrero	
2,59	3,08	3,56	166,38	Marzo	
2,41	3,04	3,67	170,00	Abril	
2,92	2,99	3,06	190,37	Mayo	
2,99	2,99	2,99	198,73	Junio	
2,84	2,84	2,84	202,60	Julio	
3,31	3,31	3,31	217,07	Agosto	
3,64	3,64	3,64	213,48	Septiembre	
3,96	4,07	4,18	208,82	Octubre	
3,85	3,94	4,03	202,77	Noviembre	
2,84	3,24	3,64	181,98	Diciembre	
Evapotranspiración Potencial (mm/mes)					
Mínimo	Promedio	Máximo	Periodo de Registro/Mes		Fuente
104,90	113,70	122,50	Enero		CURIMINING
96,00	102,15	108,30	Febrero		
106,00	111,70	117,40	Marzo		
96,20	105,95	115,70	Abril		
91,60	102,40	113,20	Mayo		

89,30	89,30	89,30	Junio
77,30	77,30	77,30	Julio
73,00	73,00	73,00	Agosto
69,90	69,90	69,90	Septiembre
79,70	102,90	126,10	Octubre
67,70	96,40	125,10	Noviembre
73,40	103,45	133,50	Diciembre

Fuente: INAMHI, enero 2021

Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

5.1.1.5 Análisis de Datos de las Estaciones Seleccionadas

5.1.1.5.1 Precipitación

La precipitación se considera un hidrometeoro¹ que consiste en la caída de lluvia, llovizna, nieve, granizo o hielo granulado desde las nubes a la superficie de la Tierra. Se mide en alturas de precipitación en milímetros. Un milímetro de precipitación equivale a la altura obtenida por la caída de un litro de agua sobre la superficie de un metro cuadrado (INAMHI, 2017).

Se incluye información de la estación Caluma (M0129) para el periodo 2006-2013, con la finalidad de realizar el análisis climático con las estaciones registradas en la fuente oficial. Actualmente, la estación no se encuentra operativa, aunque este análisis permitirá confirmar la tendencia climática de la zona.

A continuación, se muestran las gráficas de los datos de precipitación que registran las estaciones Echeandía (INAMHI), Caluma (INAMHI), Naves Chico y Barranco Colorado (propias del Proyecto).

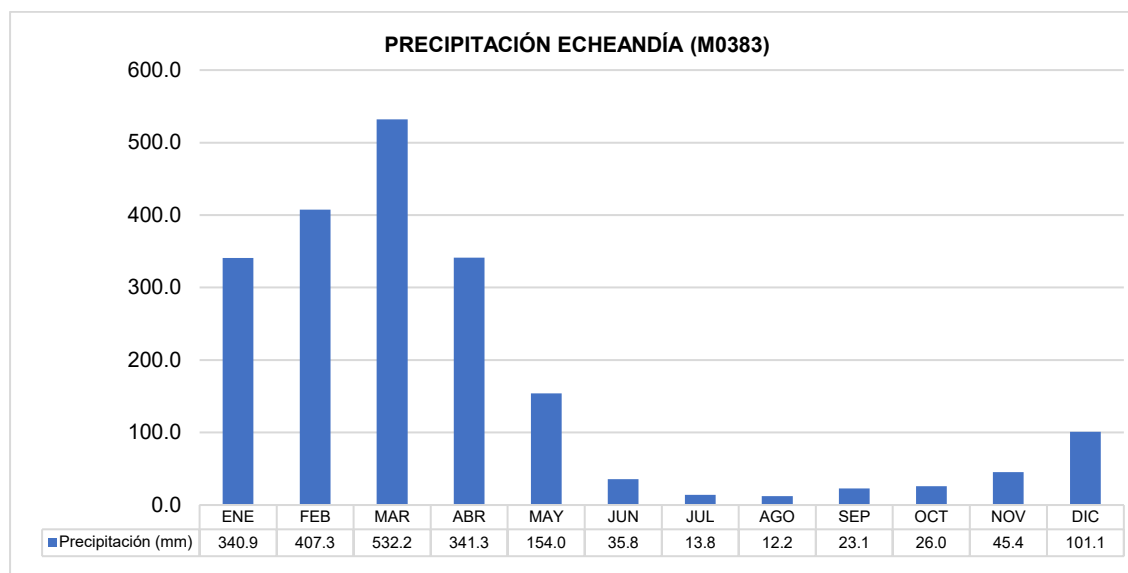


Figura 5-7 Datos de Precipitación Estación Echeandía

Fuente: INAMHI, 2021

Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

¹ Hidrometeoro: Fenómeno meteorológico formado por un conjunto de partículas acuosas, líquidas o sólidas que caen a través de la atmósfera.

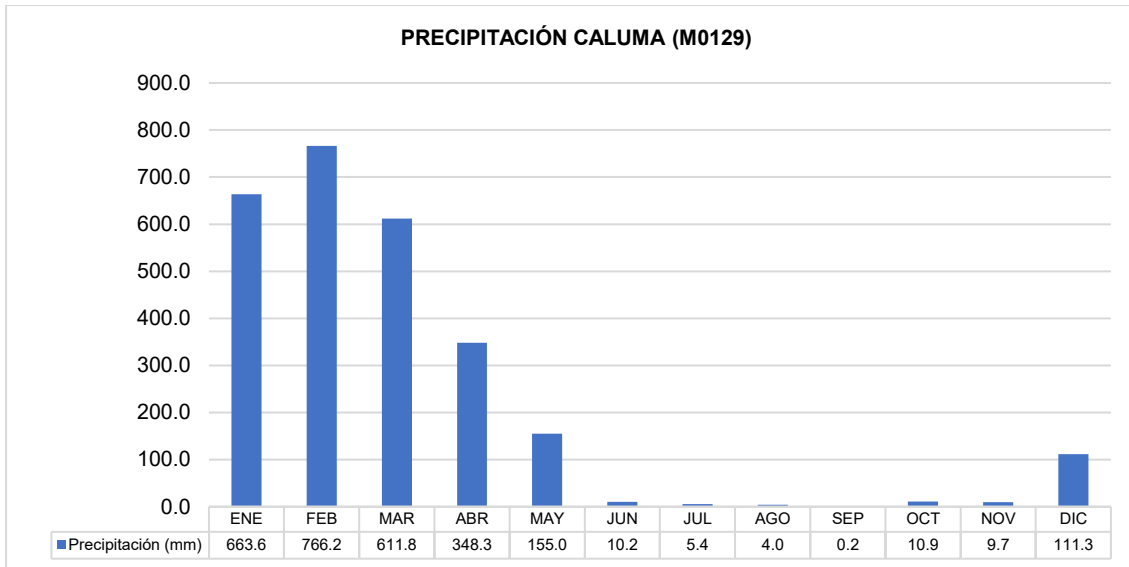
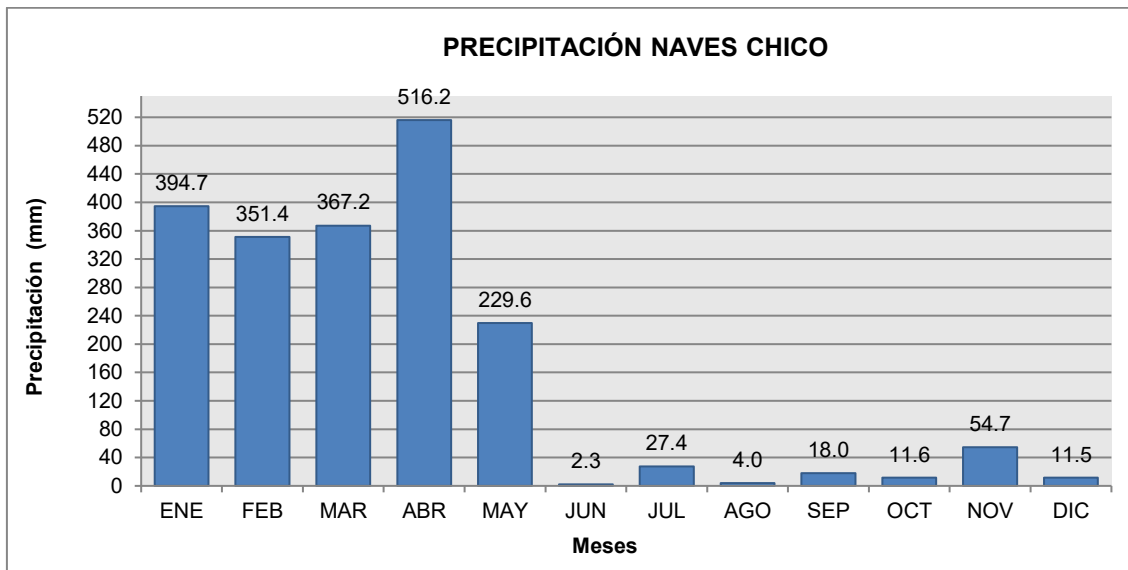


Figura 5-8 Datos de Precipitación Estación Caluma

Fuente: INAMHI, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021



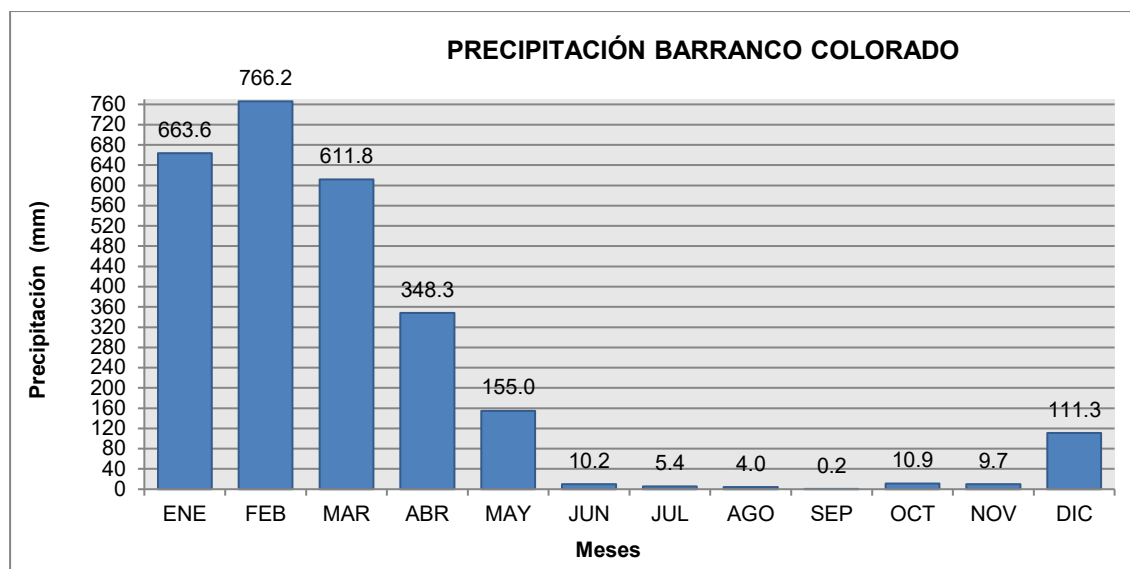


Figura 5-9 Datos de Precipitación, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado

Fuente: CURIMINING, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Los resultados reflejan que la zona presenta un alto índice de pluviosidad en los primeros meses del año (enero a mayo). Realizando una comparación de las cuatro estaciones se verifica dicha tendencia.

Con respecto a la estación Echeandía (M0383), el mes más lluvioso es abril, con una precipitación media mensual de 532,2 mm. En la estación Caluma (M0129) el mes más lluvioso es febrero con una precipitación media mensual de 540,2 mm. En las estaciones del Proyecto los meses más lluviosos son febrero y abril con 766,2 y 516,2 mm respectivamente.

Con base en los datos presentados se evidencia una buena correlación para del análisis de precipitación de las estaciones seleccionadas, es importante mencionar que guarda relación con lo señalado en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Las Naves 2020-2030 “La precipitación media multianual para Las Naves es de 2481,5 mm y la precipitación pluvial es de tipo ecuatorial, existiendo una buena correlación con el desplazamiento anual de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) sobre el continente entre los cinco grados de latitud norte y los cinco grados de latitud sur, provocando una temperatura que oscila entre los 23 y los 25°C y recibe una precipitación promedio anual de 2000 a 3000 mm” (CONSULCAP, 2020).

5.1.1.5.2 Humedad Relativa

La humedad relativa es un parámetro que determina el grado de saturación de la atmósfera. La humedad relativa del aire húmedo con respecto al agua es la relación entre la fracción molar del vapor de agua en el aire y la fracción molar correspondiente si el aire estuviese saturado con respecto al agua, a una presión y una temperatura dadas. Su unidad de medida es el porcentaje, mientras más alto sea el porcentaje, mayor es el grado de saturación de vapor de agua en la atmósfera (INAMHI, 2017).

La humedad es un parámetro importante en la información de los fenómenos meteorológicos, ya que, junto con la temperatura, caracteriza la intensidad de la evapotranspiración, que, a su vez, tiene directa relación con la disponibilidad de agua aprovechable, circulación atmosférica y cobertura vegetal.

Se incluye información de la estación Caluma (M0129), para el periodo 2006-2013 con la finalidad de realizar el análisis climático con las estaciones registradas en la fuente oficial. Actualmente la estación no se encuentra operativa; sin embargo, este análisis nos permitirá confirmar la tendencia climática de la

zona. Cabe mencionar que no se incluyó a la estación Echandía en este análisis de humedad ya que esta estación es pluviométrica, es decir, solo recopila datos de precipitación.

A continuación, se muestran los datos promedio mensuales de cada año de las estaciones Naves Chico y Barranco Colorado.

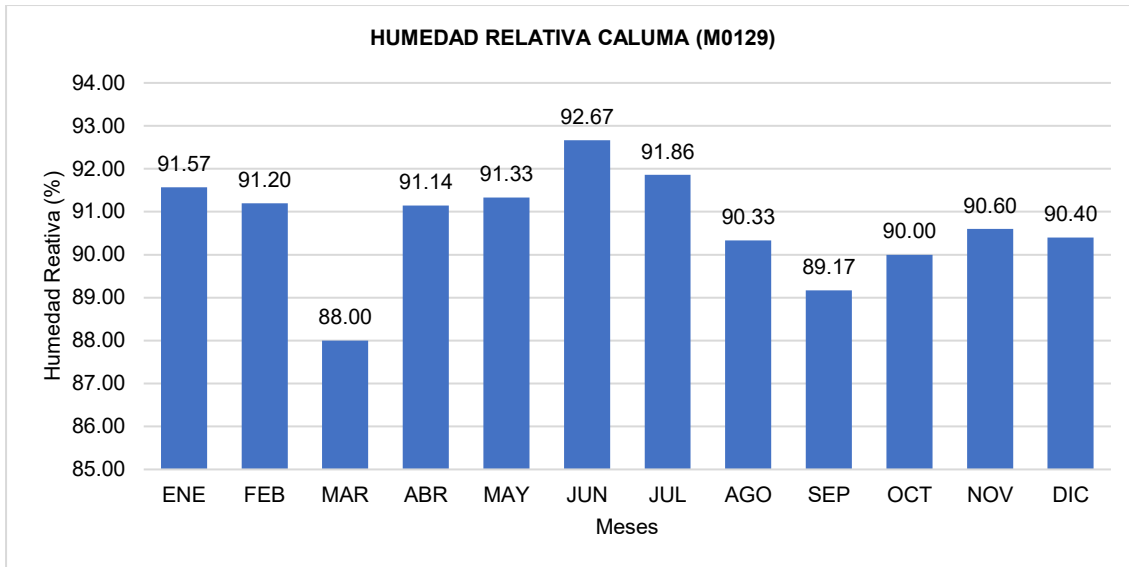
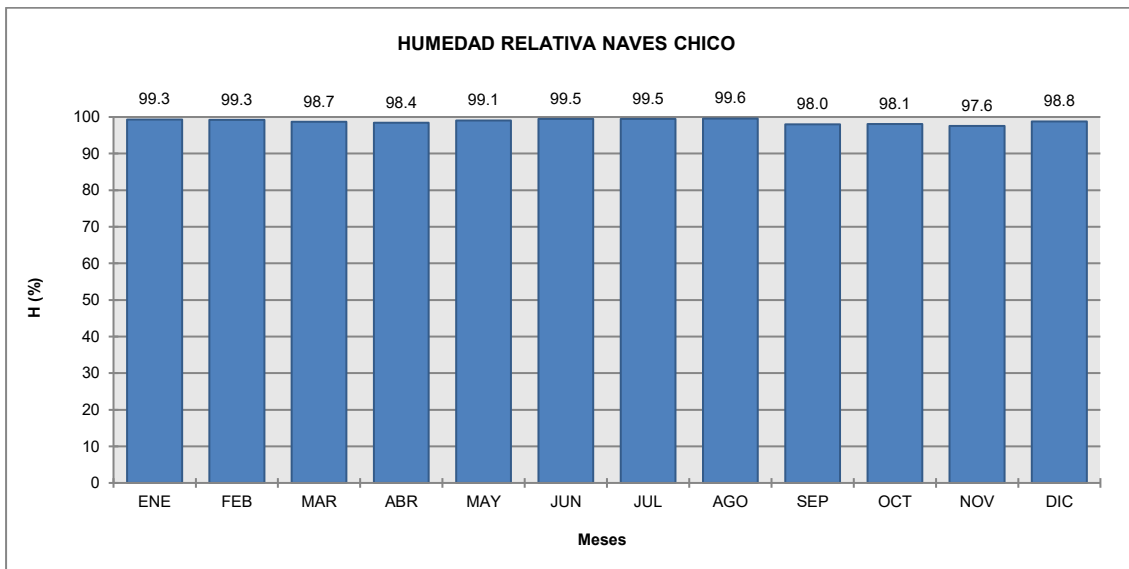


Figura 5-10 Datos de Humedad Relativa, Estación Caluma

Fuente: INAMHI, 2021

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021



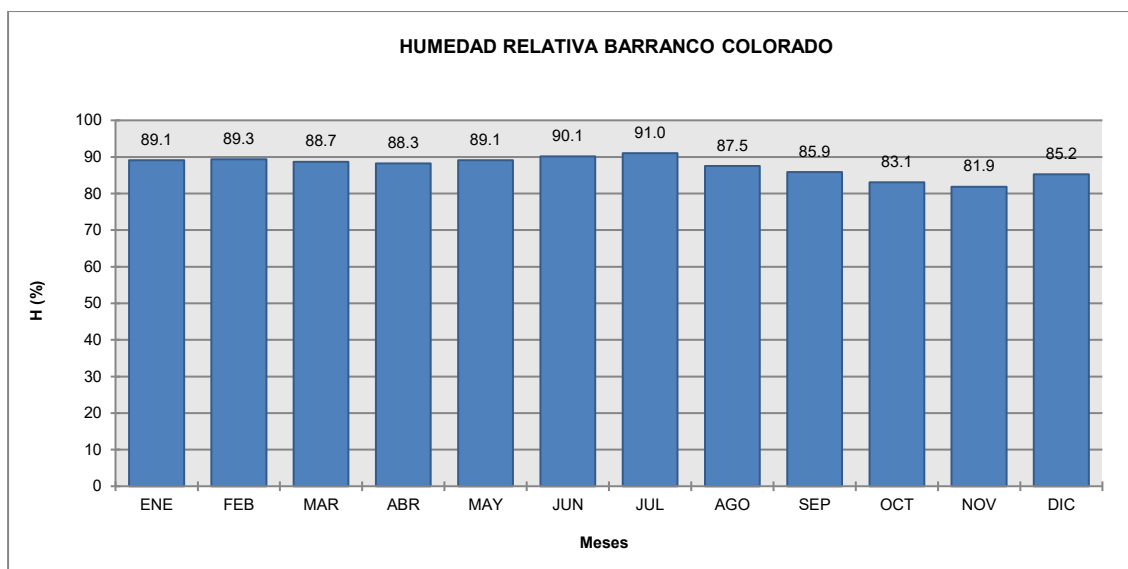


Figura 5-11 Datos de Humedad Relativa, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado

Fuente: CURIMINING, 2021

Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Conforme los resultados, se evidencia que la estación Caluma presenta su mes más húmedo en junio con 92,67% y su mes menos húmedo en marzo con 88%. La estación Naves Chico presenta su mes más húmedo en agosto con 99,6 % y el mes menos húmedo en noviembre con 97,6 %; mientras que, la estación Barranco Colorado registra su mes más húmedo en julio con 91,0 % y el menos húmedo en noviembre con 81,9 %. Esto guarda relación con el tipo de clima en el que se encuentra la zona, se evidencia que la zona presenta elevada humedad en todas las estaciones se mantiene en porcentajes altos y muy uniformes durante todo el año.

5.1.1.5.3 Temperatura

La temperatura es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia; cuanto mayor agitación presente esta, mayor será la temperatura (Rodríguez et al., 2004).

La temperatura forma parte de las características climáticas, las cuales se señalan en un termómetro expuesto al aire y protegido de la radiación solar directa. Se mide en grados Celsius y décimas de grado (INAMHI, 2017).

Se incluye información de la estación Caluma (M0129), para el periodo 2006-2013 con la finalidad de realizar el análisis climático con las estaciones registradas en la fuente oficial. Actualmente la estación no se encuentra operativa; sin embargo, este análisis nos permitirá confirmar la tendencia climática de la zona. A continuación, se muestran los datos (promedio, mínimo y máximo) mensuales de cada año de las estaciones Caluma, Naves Chico y Barranco Colorado. (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.1 Climatología, C.1.1.2 Datos Meteorológicos).

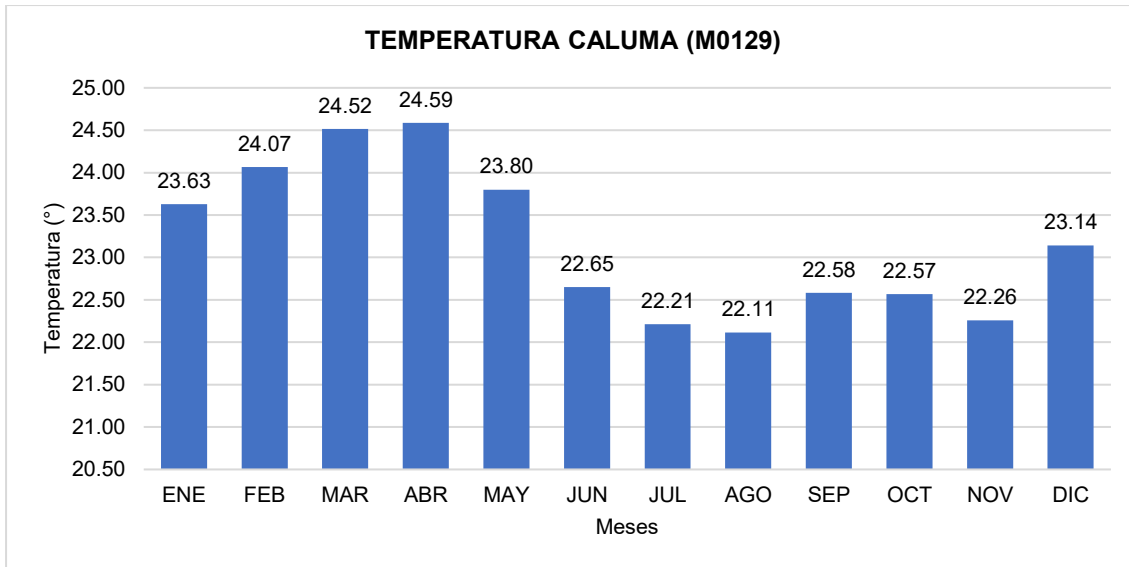
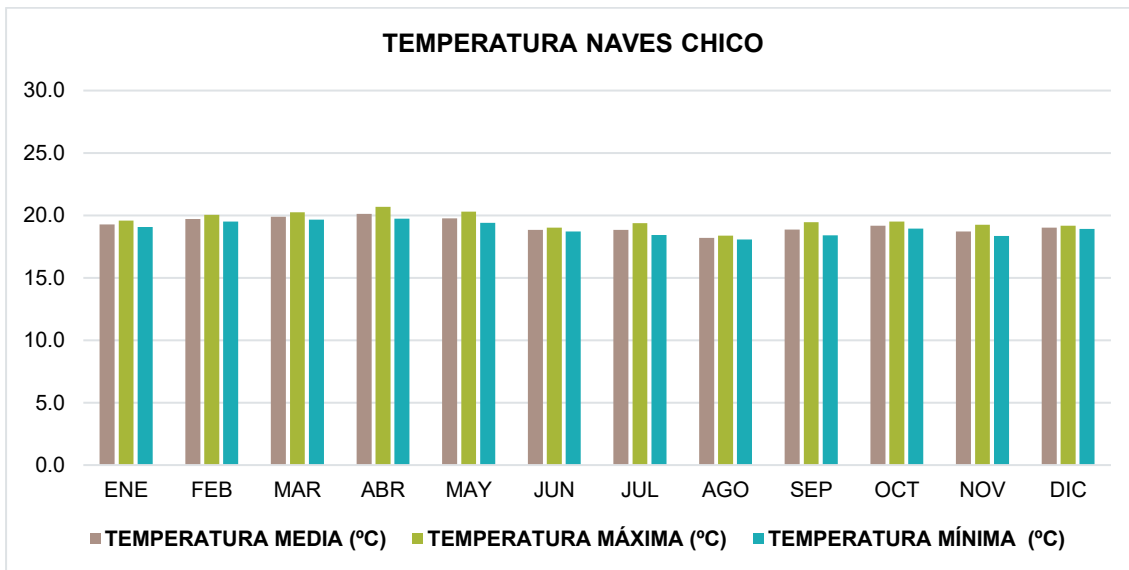


Figura 5-12 Datos de Temperatura, Estación Caluma

Fuente: INAMHI, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021



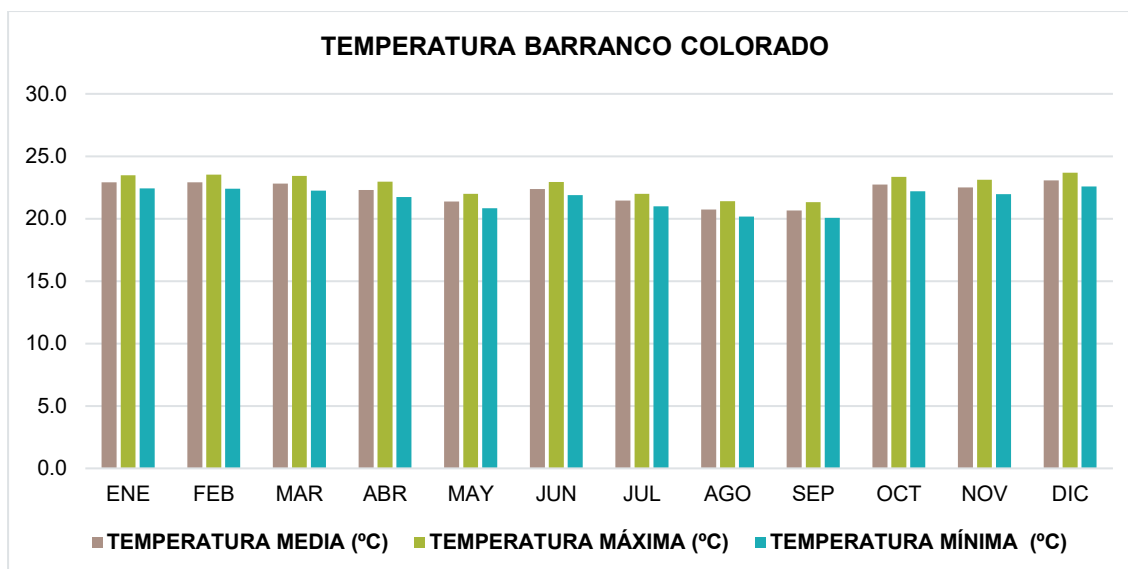


Figura 5-13 Datos de Temperatura, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado

Fuente: CURIMINING, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Las estaciones de análisis muestran que la temperatura promedio se encuentra en el rango de 18 a 25 °C, siendo abril el mes con mayor temperatura para la estación Caluma, con 24,59 °C; para la estación Naves Chico, también abril, con 20,13 °C; y para la estación Barranco Colorado, diciembre, con 23,08 °C, dato que guarda relación con las isotermas sobre las que se encuentra el Proyecto y lo señalado en el PDOT del cantón Las Naves “La temperatura promedio mensual es de 25 °C, sin que se presenten variaciones extremas. Oscila entre los 24 a 26 °C desde la parte baja de los flancos occidentales de la cordillera de los Andes hasta las partes bajas de las llanuras costeras, y de 18 a 24 °C en las partes medias de los flancos de la cordillera” (CONSULCAP, 2020).

5.1.1.5.4 Evapotranspiración Potencial (ETP)

Los valores de ETP son requeridos para el cálculo del balance hídrico y para la clasificación climática. Para la obtención de este parámetro se utilizó la fórmula de J. García Benavides y J. López Díaz (1970), que es una ecuación utilizada para las condiciones geográficas de este país (para los trópicos entre 15° N y 15° S).

$$ETP = \left[1,21 \times 10^{\frac{7,45t}{234,7+t}} (1 - 0,01HR) + 0,21T - 2,30 \right] \times D$$

Donde:

t = temperatura media mensual, en °C

HR = humedad relativa media mensual, en %

D = número de días del mes

Mediante el cálculo de interrelación de las variables de temperatura y humedad relativa para cada mes, se obtuvo la variación de la ETP en mm. Aquí un ejemplo:

$$ETP = [1,21 * 10^{\frac{7,45 * 18,8}{234,7 + 18,8}} (1 - 0,01 * 99,5) + 0,21 * 18,8 - 2,30] * 31$$

$$ETP = 67,7$$

Se incluye información de la estación Caluma (M0129), para el periodo 2006-2013 con la finalidad de realizar el análisis climático con las estaciones registradas en la fuente oficial. Actualmente la estación no se encuentra operativa; sin embargo, este análisis nos permitirá confirmar la tendencia climática de la zona.

A continuación, se muestran los datos obtenidos de las estaciones Naves Chico y Barranco Colorado (Anexo C. Respaldo LB, C.1 Físico, C.1.1 Climatología, C.1.1.2 Datos Meteorológicos).

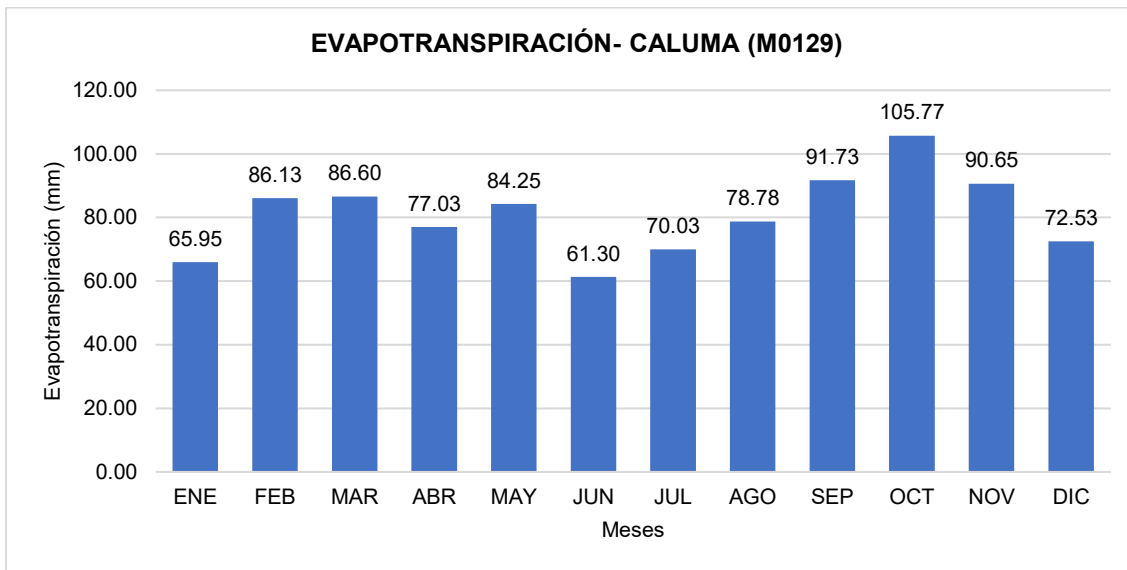
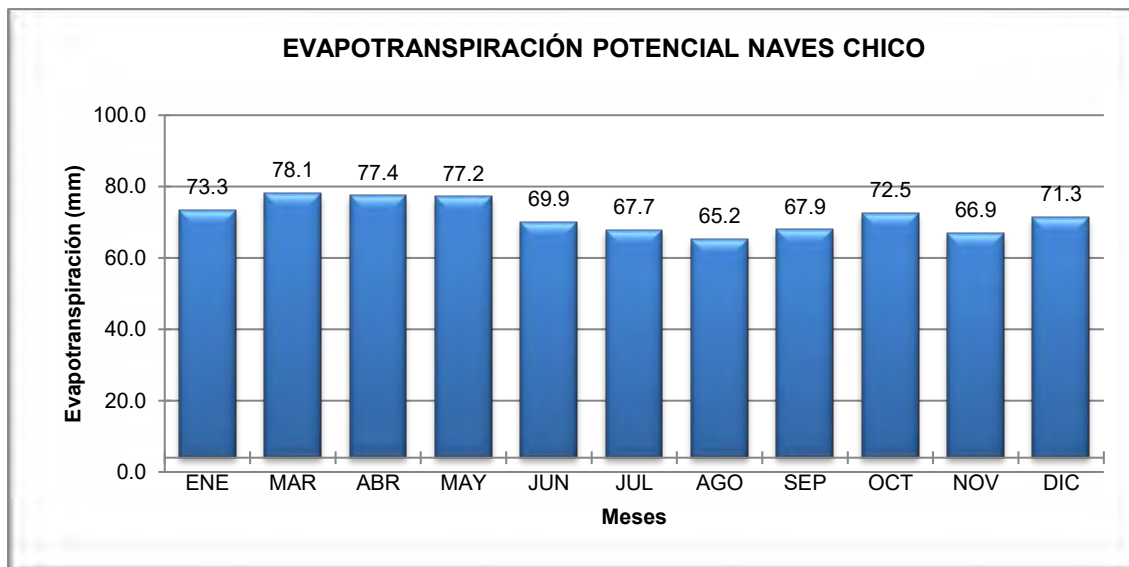


Figura 5-14 Datos de ETP, Estación Caluma

Fuente: INAMHI, 2021

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021



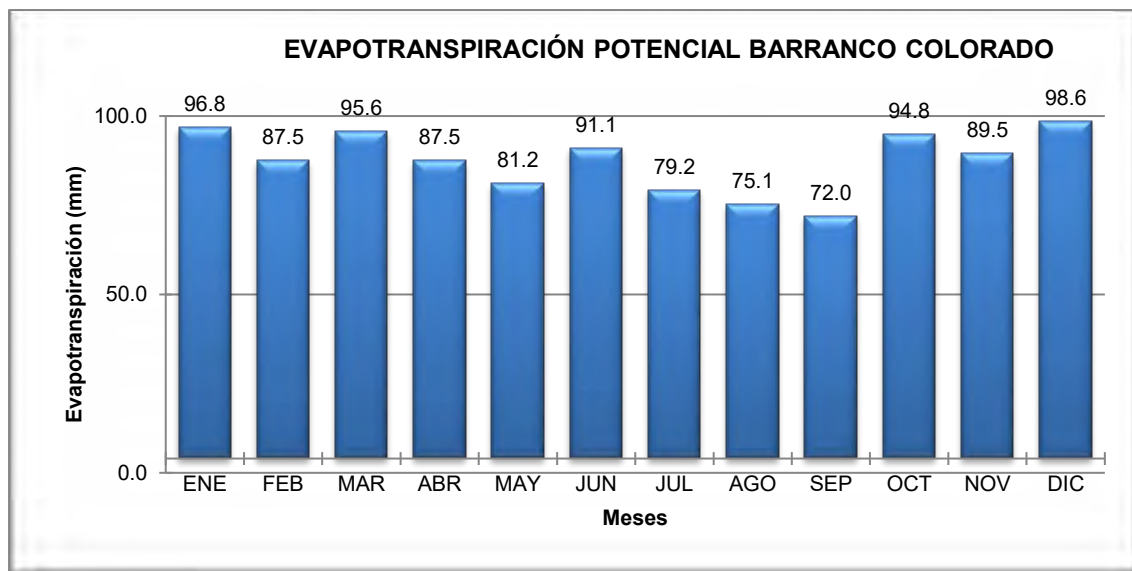


Figura 5-15 Datos de ETP, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado

Fuente: CURIMINING, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

En la estación Caluma, el valor más alto se registra en octubre con 105,7 mm, mientras que el valor más bajo se presenta en junio con 61,30 mm.

Durante el período de 2019 a 2021, en la estación Naves Chico, el valor más alto se registra en abril, mientras que el valor más bajo se presenta en agosto. La media mensual de evapotranspiración en la zona, con la valoración de los datos de la estación, es de 71,4 mm. Respecto de la estación Barranco Colorado, el valor más alto se presenta en diciembre y el más bajo en septiembre. La media mensual es de 87,4 mm.

A partir de la comparación entre la precipitación media y la ETP, se obtiene que en la zona existe un marcado superávit hídrico durante todo el año; los valores totales anuales son de 856,8 mm para la estación Naves Chico y de 1048,9 mm para la estación Barranco Colorado. Estas condiciones implican que no existe un reposo del ciclo vegetal y a pesar de ser un área intervenida, la característica de vegetación es siempre verde.

5.1.1.5.5 Balance Hídrico

A partir de la comparación entre la precipitación media y la ETP, se obtiene que en la zona existe un marcado superávit hídrico durante la mayor parte del año; los valores totales anuales son de 856,8 mm para la estación Naves Chico y de 1048,9 mm para la estación Barranco Colorado. De acuerdo con los resultados obtenidos, los valores de evapotranspiración para las estaciones Naves Chico y Barranco Colorado superan a los de precipitación de junio a noviembre. (Anexo C. Respaldo LB, C.1 Físico, C.1.1 Climatología, C.1.1.2. Datos Meteorológicos).

Se incluye información de la estación Caluma (M0129), para el periodo 2006-2013 con la finalidad de realizar el análisis climático con las estaciones registradas en la fuente oficial. Actualmente la estación no se encuentra operativa; sin embargo, este análisis nos permitirá confirmar la tendencia climática de la zona.

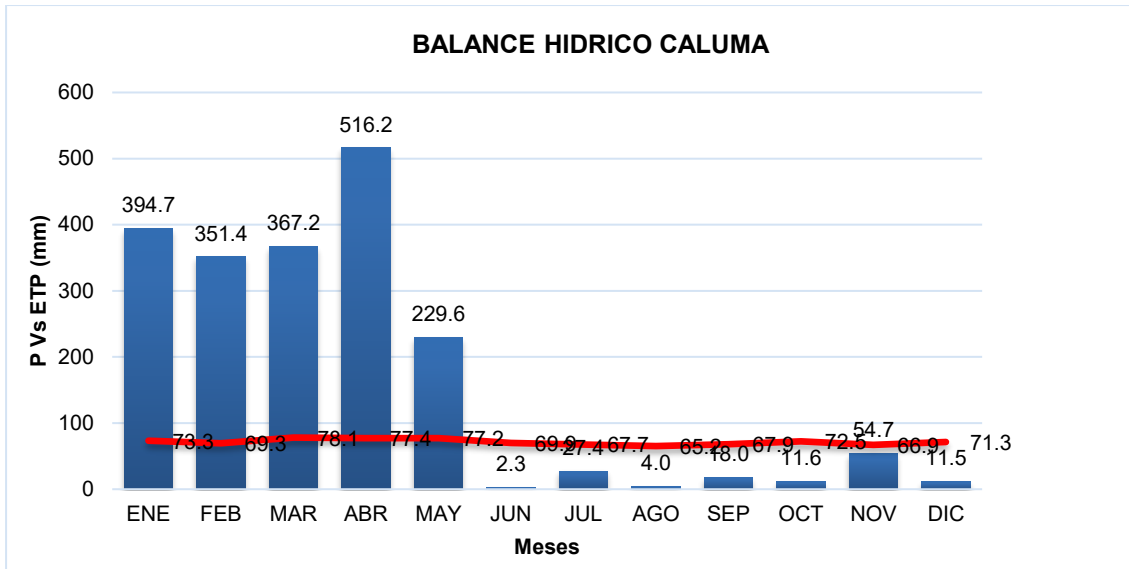
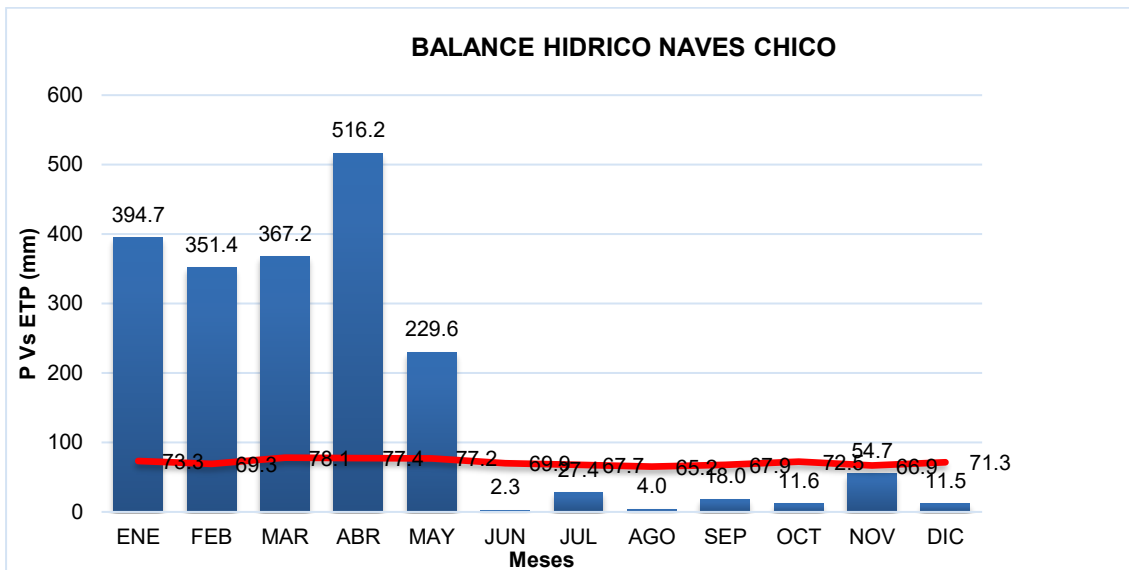


Figura 5-16 Datos de Balance Hídrico, Estación Caluma

Fuente: INAMHI, 2021

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021



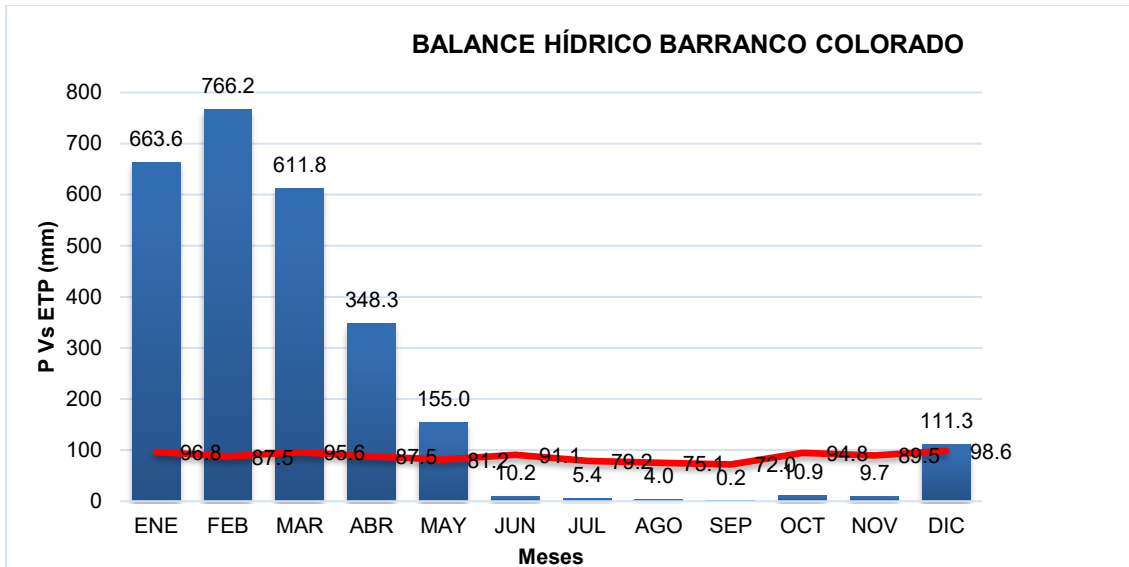


Figura 5-17 Datos de Balance Hídrico, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado

Fuente: CURIMINING, 2021

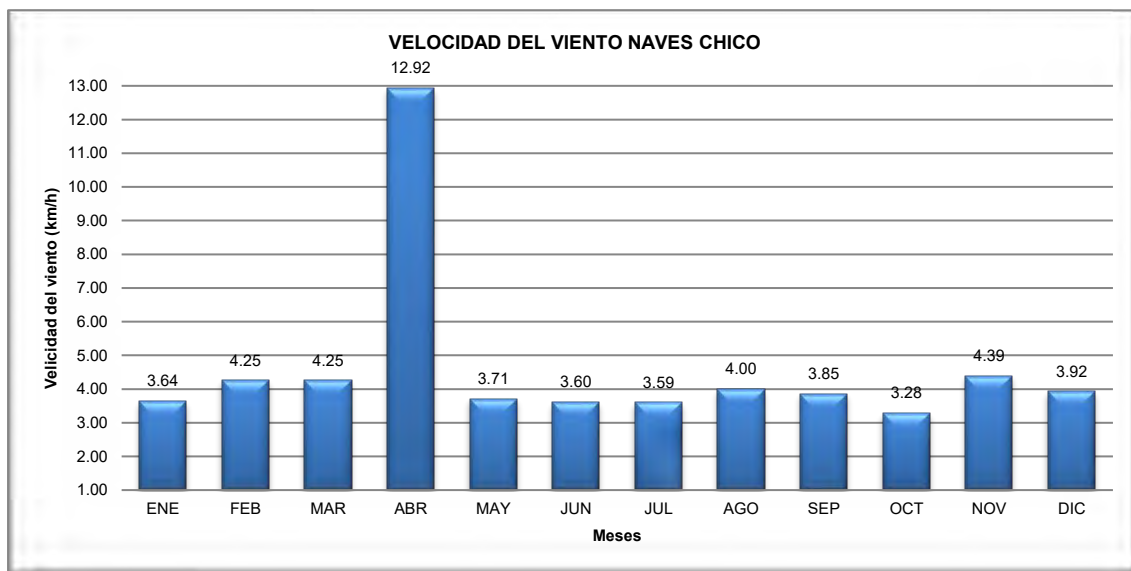
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

5.1.1.5.6 Velocidad del Viento

El viento consiste en el movimiento de aire desde una zona hasta otra. Existen diversas causas que pueden provocar la existencia del viento; sin embargo, normalmente se origina cuando entre dos puntos se establece una cierta diferencia de presión o de temperatura (Jiménez et al., 2004).

El viento al considerarse como el movimiento del aire a la superficie de la Tierra contempla la velocidad y dirección del viento. Las direcciones se toman de donde viene o procede el viento y las velocidades en kilómetros por hora (INAMHI, 2017).

A continuación, se representan gráficamente los datos promedio mensuales de cada año, considerados para el presente análisis:



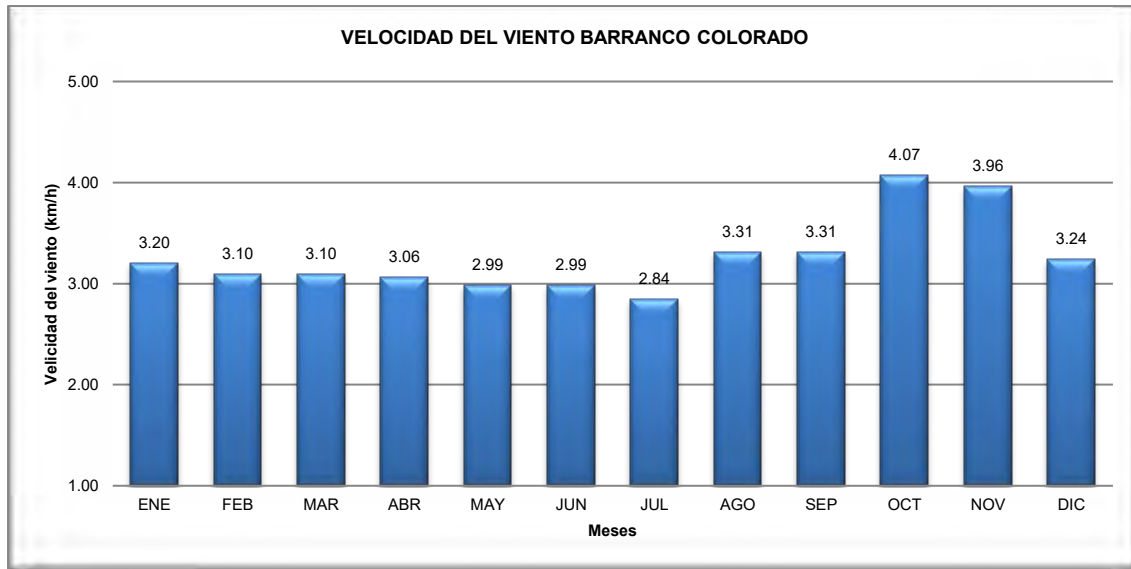


Figura 5-18 Datos de Velocidad del Viento, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado

Fuente: CURIMINING, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Respecto a la velocidad del viento, la estaciones Naves Chico y Barranco Colorado presentaron valores promedio de 4,59 km/h y 3,29 km/h, respectivamente.

Para la estación Naves Chico, las direcciones predominantes son al Oeste, como se aprecia en el gráfico a continuación:

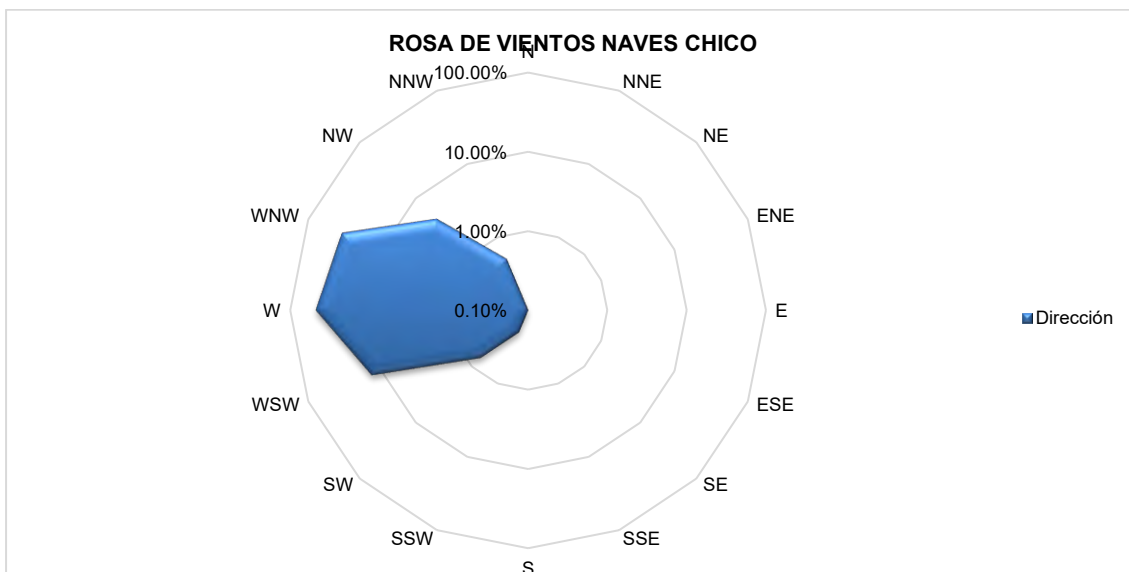


Figura 5-19 Representación de la Dirección del Viento, Estación Naves Chico

Fuente: CURIMINING, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Similar situación presenta la estación Barranco Colorado, cuyas direcciones predominantes son hacia el Oeste y Sur-Oeste. A continuación, la gráfica que lo representa.

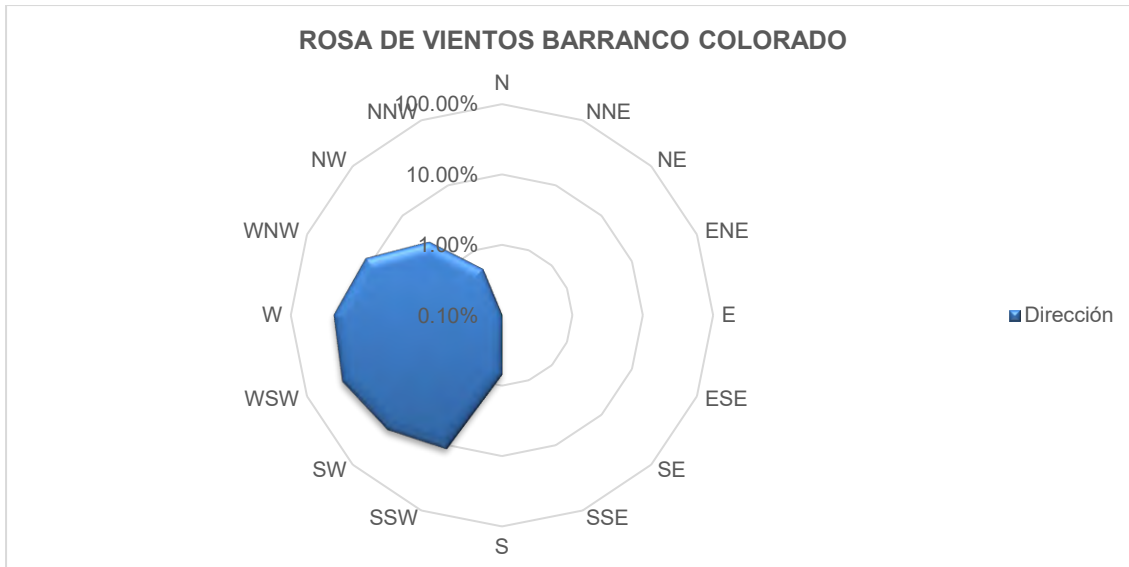


Figura 5-20 Representación de la Dirección del Viento, Estación Barranco Colorado

Fuente: CURIMINING, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

5.1.1.5.7 Nubosidad

La nubosidad (expresada en octas) varía en relación directa con la precipitación, humedad relativa y temperatura. El valor medio generado en la estación es de 5 octas. Se tiene datos para la estación Caluma, pero no hay datos registrados de las estaciones Las Naves y Barranco Colorado.

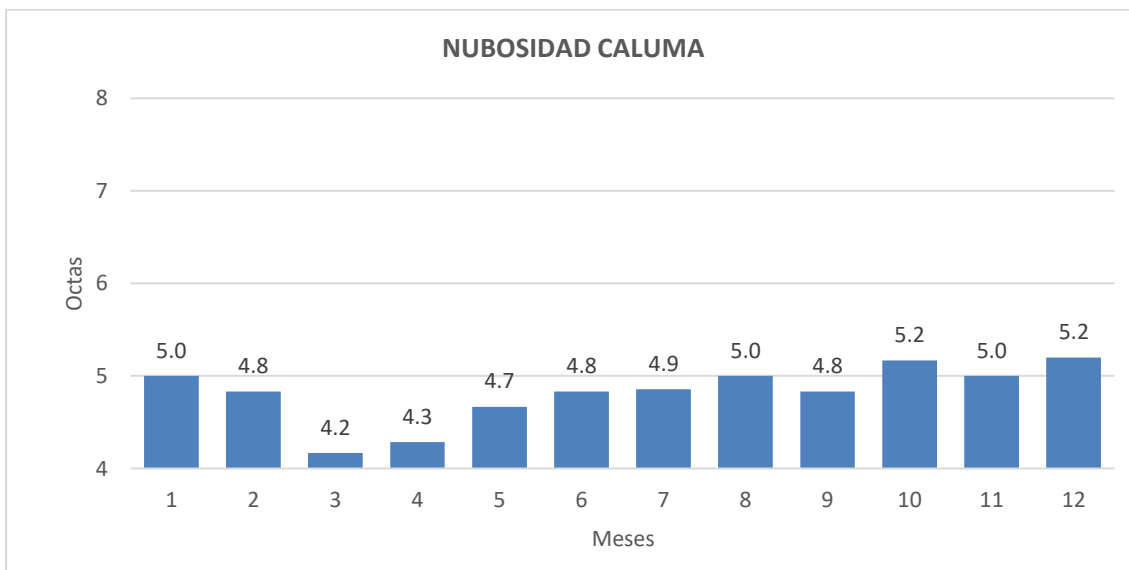


Figura 5-21 Datos de Nubosidad, Estación Caluma

Fuente: INAMHI, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.1.1.5.8 Radiación Solar

La estación del INAMHI de la zona correspondiente al proyecto no cuenta con caracterización de la heliofanía. Dentro de las estaciones que se encuentran en el área de estudio del Proyecto se realiza la

medición de la radiación solar, que es una variable que mide directamente la energía solar que ingresa al ecosistema. La radiación solar, nubosidad (fracción de la bóveda celeste que se ve cubierta de nubes) y heliofanía (representa la duración del brillo solar u horas de sol) están directamente relacionada entre sí. Cabe mencionar que la radiación solar es una variable cuantitativa que describe de mejor manera y de forma directa la energía que ingresa al ecosistema. Así, en este informe al existir mediciones directas y cuantitativas de radiación solar se usó esta variable para caracterizar la energía solar que ingresa al ecosistema para las estaciones Naves Chico y Barranco Colorado.

La radiación solar es la energía radiante emitida en el espacio interplanetario del sol. Esta radiación se genera a partir de las reacciones termonucleares de fusión que se producen en el núcleo solar y que producen la radiación electromagnética en varias frecuencias o longitudes de onda, que se propaga entonces en el espacio a las velocidades típicas de estas olas. Esta propagación permite llevar energía solar con ellas. Los datos de radiación solar correspondientes a las estaciones Naves Chico y Barranco Colorado se presentan a continuación:

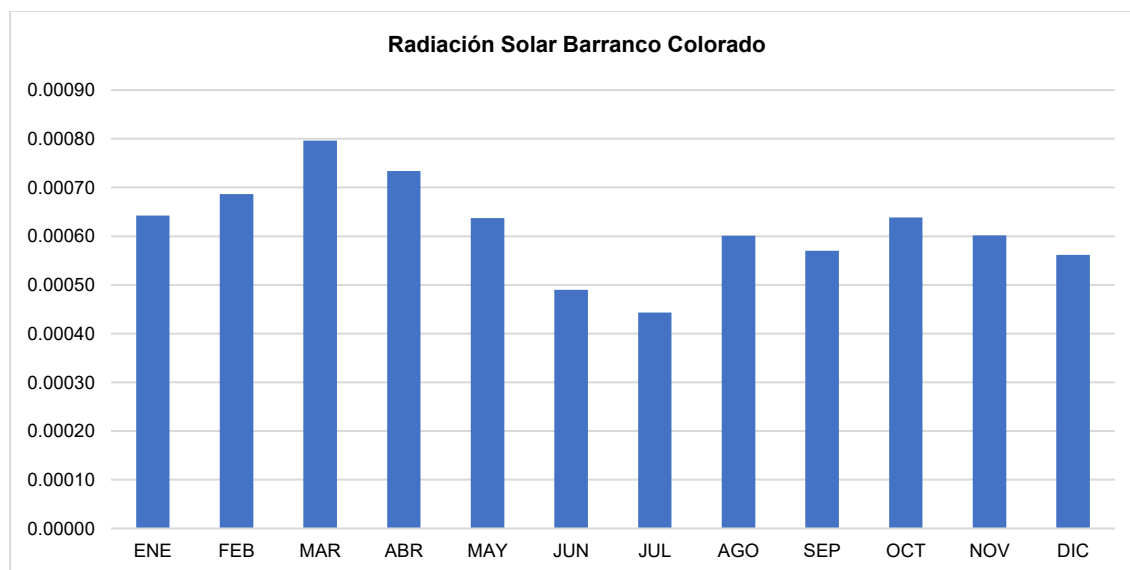
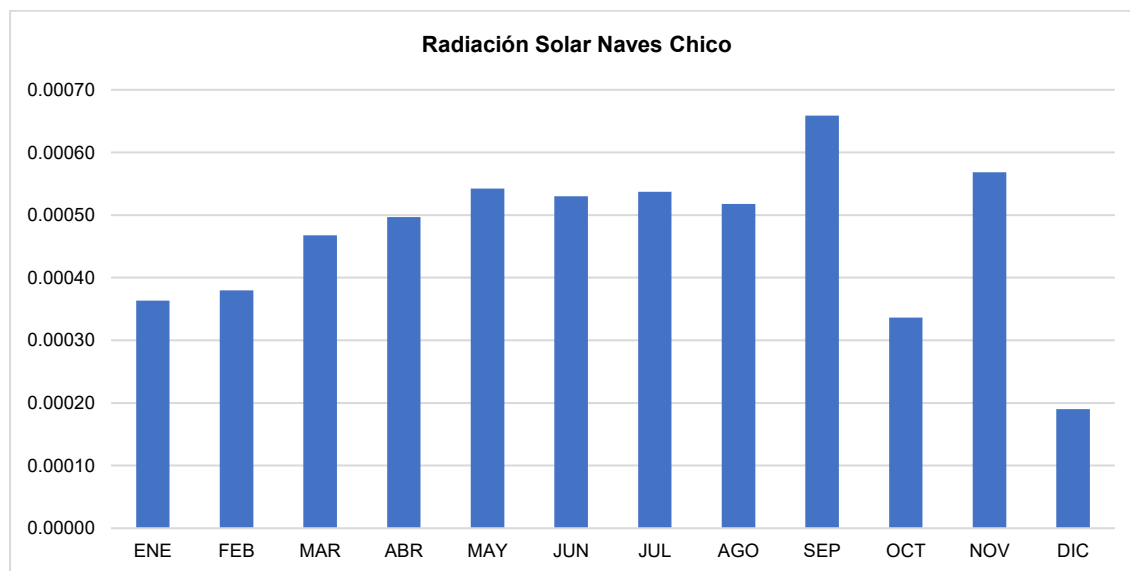


Figura 5-22 Radiación solar, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado

Fuente: CURIMINING, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Los datos obtenidos para radiación solar en la estación Naves Chico presenta un valor promedio de 0,00047 MJ/m², y para la estación Barranco Colorado se registra un valor promedio de 0,00062 MJ/m².

5.1.1.5.9 Clasificación Climática

En función de los parámetros antes indicados, el clima de la zona de referencia de acuerdo con la estación Naves Chico corresponde a un clima mesotérmico II (B'2) perhúmedo (A) , el cual se caracteriza por tener un alto índice de humedad, en este caso correspondiente al 132,1 %, y con una evapotranspiración potencial media mensual multianual de 71,4 mm, menor que el promedio de precipitación de 165,7 mm. Mientras que la estación Barranco Colorado corresponde a un clima mesotérmico III (B'3) perhúmedo (A) , el cual se caracteriza por tener un alto índice de humedad, en este caso correspondiente al 157,1 %, y con una evapotranspiración potencial media mensual multianual de 87,4 mm, menor que el promedio de precipitación de 224,7 mm.

Por lo tanto, se permite concluir que con base en el análisis de las estaciones Naves Chico y Barranco Colorado el proyecto minero se encuentra en un clima perhúmedo mesotérmico, es decir que es tierra templada, con temperaturas promedio entre 18 a 20 °C, aproximadamente.

Los diagramas ombrotérmico de Gausson para las estaciones Naves Chico y Barranco Colorado se detalla a continuación:

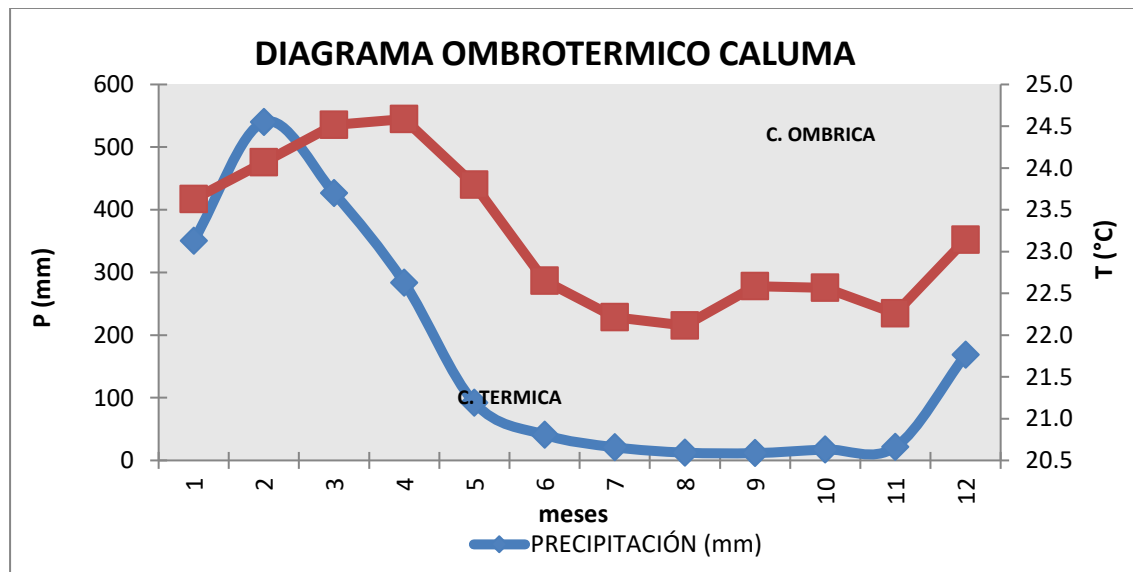


Figura 5-23 Diagrama Ombrotérmico Estación Caluma

Fuente: INAMHI, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

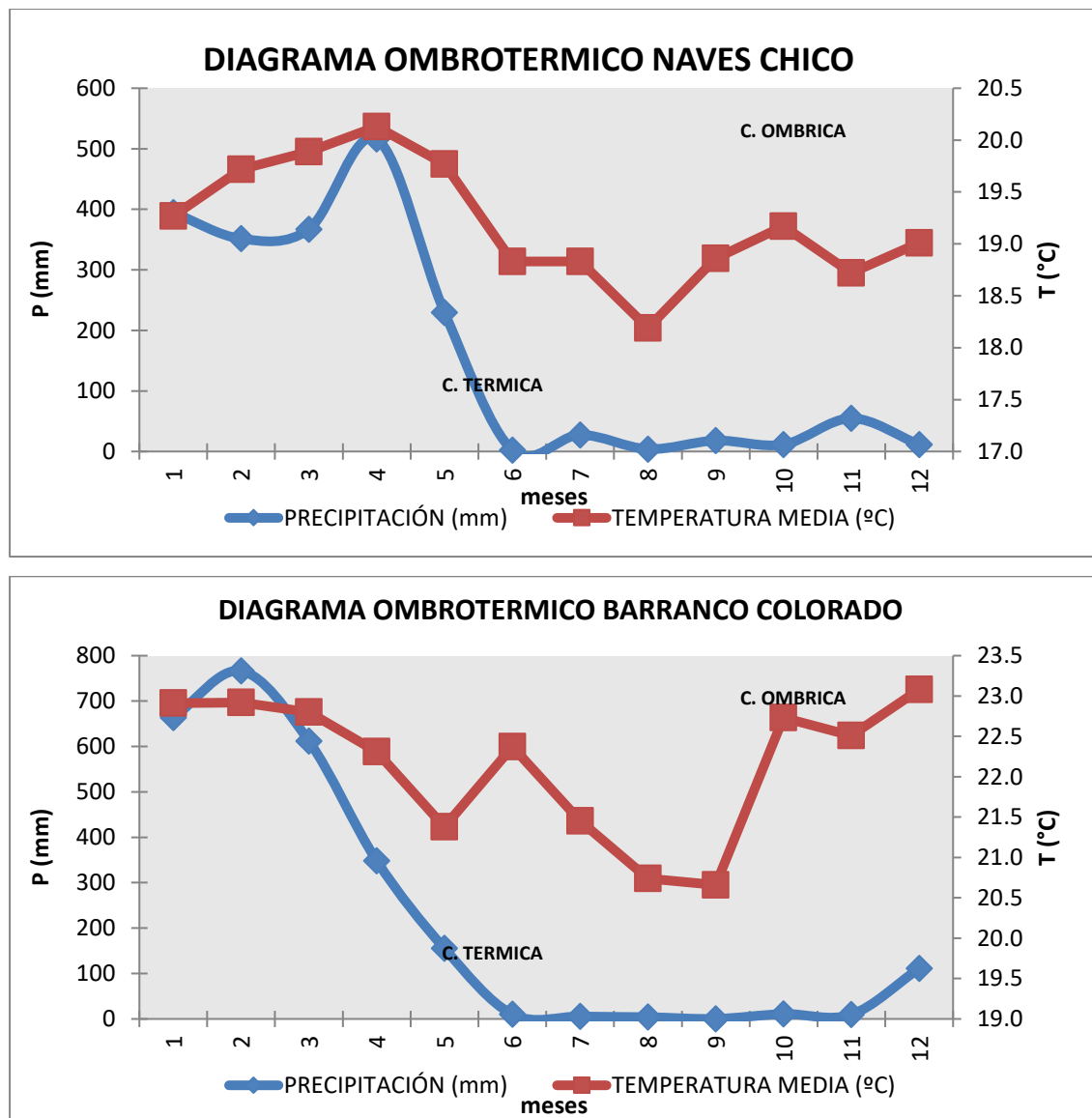


Figura 5-24 Diagrama Ombrotérmico, Estaciones Naves Chico y Barranco Colorado

Fuente: CURIMINING, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

A partir de la comparación entre la precipitación media y la ETP, se obtiene que en la zona existe un marcado superávit hídrico durante la mayor parte del año; los valores totales anuales para las estaciones Naves Chico y Barranco Colorado son de 1988,6 y 2696,6 mm, respectivamente (las medias corresponden a 165,7 y 224,7 mm). De acuerdo con los resultados obtenidos, los valores de evapotranspiración superan a los de precipitación de junio a noviembre.

5.1.1.6 Conclusiones

Las estaciones oficiales del INAMHI, Echeandía (M0383) y Caluma (M0129) coinciden con el tipo de clima del área del Proyecto. De estas, la estación Echeandía únicamente cuenta con datos de precipitación, mientras que la estación Caluma reporta todas las variables para el período 2006-2013, aunque actualmente no se encuentra operativa. Se ha decidido presentarla en el estudio con la finalidad de confirmar la tendencia climática de la zona. Adicionalmente, el proyecto minero Curipamba-El Domo cuenta

con dos estaciones climatológicas propias que registran datos de las variables requeridas para el análisis. Por tal motivo, para el presente estudio se realizó la correlación con los datos de precipitación reportados por la fuente oficial y los datos de las estaciones propias.

La pluviosidad media anual en la zona de implantación del proyecto según las estaciones Echeandía, Caluma, Naves Chico y Barranco Colorado es de 186,8 mm, 165,5 mm, 165,7 mm y 224,7 mm, respectivamente. Se puede afirmar que la tendencia es alta y relacionada según las cuatro estaciones. Además, todas las estaciones indican que llueve con mayor frecuencia de enero a mayo.

La temperatura media anual de cada estación es de 23,18 °C (Caluma) 19,20 °C (Naves Chico) y 22,15 °C (Barranco Colorado), con humedades relativas de 98,80 % y 87,44 %, respectivamente, es decir que registran alto índice de humedad. Nuevamente, se puede evidenciar que se mantiene la tendencia y relación entre la zona y las estaciones.

Conforme los resultados, se calculó la evapotranspiración para las estaciones Naves Chico y Barranco Colorado con valores de 71,4 mm y 87,4 mm, respectivamente. Ambos resultados indican que corresponde a una clasificación climática mesotérmico perhúmedo (A), la cual se caracteriza por tener un alto índice de humedad.

5.1.2 Ruido Ambiental

De acuerdo con lo establecido en el A.M 097-A, se define al ruido específico como “Ruido generado y emitido por una fuente fija de ruido (FFR) o una fuente móvil de ruido (FMR). Es el que se cuantifica y evalúa para efectos del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido establecidos a través del LK_{eq} (Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente Corregido).

5.1.2.1 Metodología

La medición de los niveles de ruido ambiente fue realizada por el laboratorio ALS Ecuador, acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), con Acreditación No. SAE LEN 05-005. (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.2 Ruido Ambiental, C.1.2.1. Acreditación ALS). La metodología utilizada por el laboratorio es mediante el método basado en el Anexo 5 Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles y Niveles de Vibración y Metodología de Medición, del A.M. 097-A.

La medición de la presión sonora en ambiente exterior se efectúa mediante un decibelímetro (sonómetro) normalizado, previamente calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow). Los sonómetros a utilizarse cumplen con los requerimientos señalados por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) 61672-1: 2002, 61260:1995 y 60942:2003; para los sonómetros tipo 0, 1 o 2. (ALS ECUADOR, 2021).

Para la medición de ruido total y residual esta norma contempla el uso de dos métodos que pueden ser usados según el caso lo requiera:

- > Método de quince segundos (Leq 15s): en este método se tomarán y reportarán un mínimo de cinco muestras de quince segundos cada una.
- > Método de cinco segundos (Leq 5s): en este método se tomarán y reportarán un mínimo de diez muestras de cinco segundos cada una.

El alcance del muestreo de los niveles de ruido ambiente fue realizado por el laboratorio Gruentec, acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), con Acreditación No. SAE LEN 05-008. (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.2 Ruido Ambiental, C.1.2.2. Acreditación Gruentec). La metodología utilizada por el laboratorio es mediante el método interno MM-RU-01, basado en la ISO 1996-2 y el Anexo 5 Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y

Fuentes Móviles y Niveles de Vibración y Metodología de Medición, del A.M. 097-A. Este indica que el sonómetro deberá estar colocado sobre un trípode a una altura igual o superior a 1,5 m desde el suelo, y el micrófono deberá estar direccionado hacia la fuente, con una inclinación de 45 a 90° sobre su plano horizontal. Se realizaron mediciones para ruido total con ponderación (A) y respuesta *Slow* (S) e *Impulsive* (I), y ponderación C con respuesta *Slow* (S).

La medición de los niveles de ruido se efectuó con el sonómetro previamente calibrado; aquí, se llevó a cabo la medición de los Niveles de Presión Sonora (NPS) del calibrador con el sonómetro antes y después de la medición, cuyos valores fueron colocados en el informe de mediciones.

La metodología utilizada para la toma de muestras de ruido fue el Método de quince segundos (Leq 15s), el cual indica que se debe tomar y reportar un mínimo de cinco muestras, de quince segundos cada una.

5.1.2.1.1 Equipos de Medición

Los equipos que el laboratorio ALS Ecuador utilizó para la medición del ruido residual y los certificados de calibración (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.2 Ruido Ambiental, C.1.2.3. Certificados Calibración ALS) son los que se describen a continuación:

Tabla 5-11 Equipos Utilizados ALS Ecuador

Instrumento	Especificaciones
Sonómetro integrador Marca: 3M/Quest Technologies Modelo: SoundPRO SE	Instrumento Tipo Clase II
	Certificado de Calibración No: SIMH-ACUSTICA/ 0686-2021
	Nº de Serie: BII110018
	Identificación ALS Ecuador: N/E
Calibrador Acústico	Nº de Serie: QIJ090079
	Certificado de Calibración No: CC-2952-001-20
	Modelo: QC-10
	Identificación ALS Ecuador: ECO-045
Sonómetro integrador Marca: 3M/Quest Technologies Modelo: SoundPRO SE	Marca: Quest
	Modelo: SoundPro DL
	Serie: BHM120002

Fuente: ALS Ecuador, reportes laboratorio 2021
Elaborado por: Cardno Entrix, julio 2021

Laboratorios Gruentec utilizó para la medición del ruido residual los equipos que se describen en la siguiente tabla, mismos que tienen los respectivos certificados de calibración (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.2 Ruido Ambiental, C.1.2.4. Certificados Calibración Gruentec)

Tabla 5-12 Equipos Utilizados Gruentec

Instrumento	Especificaciones
Sonómetro integrador Clase II Marca: 3M/Quest Pro Modelo: SoundPRO SE/DL	Instrumento tipo Clase II
	Certificado de Calibración No: M95146
	Nº de Serie: BIR060001
	Identificación Gruentec: SONO-06
	Salida: 114 dB Frecuencia: 1 kHz; 20 dB a 140 dB
Quest, Typ 7052	Ruido - Nivel de Presión sonora equivalente

Instrumento	Especificaciones
N/S 49445	LEQ (dBA) Sensor Eléctrico IEC 61672-1 (2003) IEC 61672-2 (2003-04) IEC 61260 (1995-08) ANSI S1.11-2004 ANSI S1.4-1983(R2001) ANSI S1.43-1997(R2002)
Calibrador Acústico QUEST	Nº de Serie: QIL100045.
	Certificado de Calibración No: 3035-01 Validez: septiembre 19, 2018
	Modelo: QC-10
	Estándares: ANSI S1.4-2006, Tipo 2; IEC 60942 (2003-01);
	Identificación Gruentec: SOCAL-09
Anemómetro KESTREL	Modelo 3500
	Serie A205
	Identificación Gruentec: ANE-11
Rangos de operación	Wind Speed: 0.6 to 40 m/s Ambient Temperature:-29.0 to 70.0 °C Relative Humidity: 10 to 90 % Pressure: 700 to 1100 hPa/mbar Compass: 0 to 360°

Fuente: Gruentec, reportes laboratorio 2021
Elaborado por: Cardno Entrix, julio 2021

5.1.2.1.2 Descripción del Procedimiento de Campo

Se registraron las coordenadas de los puntos de muestreo utilizando un equipo GPS, se tomaron datos de condiciones ambientales, distancias de: altura de micrófono, altura de la fuente, distancia entre fuente y micrófono, tipo de suelo, pantallas, velocidad del viento, etc.

5.1.2.1.3 Ubicación del Sonómetro

El micrófono del instrumento se lo ubicó a una altura igual o superior a 1,5 m de altura desde el suelo, direccionando el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45 a 90 grados, sobre su plano horizontal.

Durante la medición el operador debe estar alejado del equipo, al menos 1 m y a una distancia de por lo menos 3 m de las paredes de edificios o estructuras que puedan reflejar el sonido. El equipo sonómetro no debe estar expuesto a vibraciones mecánicas y en caso de existir viento, se deberá utilizar una pantalla protectora en el micrófono del instrumento. (ALS ECUADOR, 2021).

5.1.2.2 Puntos de Muestreo

Los criterios de selección de los puntos de muestreo de ruido ambiente, consideran los receptores sensibles tales como los asentamientos humanos: la población de Naves Chico, El Panecillo, Jerusalén, Selva Alegre, Esperanza Alta, Esperanza Baja, Unión del Congreso, El Congreso, El Paraíso; los diferentes tipos de bosque que se encuentran en el área del proyecto; uso de suelo identificado y el área en donde se va a implementar la infraestructura, además, de lo establecido en el numeral 5.2 del Anexo 5 del Acuerdo




Ministerial 097-A: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles. (Anexo B. Cartografía, 5.1-2 Mapa de Ubicación de Puntos de Medición de Ruido Ambiente).

Bajo los criterios antes mencionados se tienen 13 puntos de muestreo de ruido ambiental. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo ejecutados y la ubicación de los puntos realizados en el alcance del muestreo.



5.1.2.2.1 Datos Primarios



Como datos primarios se han considerado los muestreos de ruido ambiente realizados en el 2021, conforme lo establecidos en las guías el levantamiento no debe exceder el año de anterioridad.

Tabla 5-13 Ubicación de los Puntos de Muestreo de Ruido 2021

Ubicación	Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fotografía
		Este (m)	Norte (m)	
Naves Chico	CURI-NCH-RAI-06	693291	9854329	
El Panecillo	CURI-PAN-RAI-01	696604	9855757	
Jerusalén	CURI-JER-RAI-07	692914	9857148	

Ubicación	Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fotografía
		Este (m)	Norte (m)	
Selva Alegre	CURI-SAL-RAI-02	697636	9853788	
Esperanza Alta	CURI-EAL-RAI-08	695275	9852652	
Unión del Congreso	CURI-UDC-RAI-03	696337	9851755	

Ubicación	Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fotografía
		Este (m)	Norte (m)	
Esperanza Baja	CURI-EBA-RAI-09	694586	9851067	
El Congreso	CURI-ECO-RAI-04	693510	9850693	
El Paraíso	CURI-EPA-RAI-05	692587	9851440	

Ubicación	Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fotografía
		Este (m)	Norte (m)	
Parte Noroeste de la vía a Selva Alegre	DOMO-RD-01	696300	9853962	
El Domo-Naves Chico, en la vía a Selva Alegre	DOMO-RD-02	695715	9854063	
El Domo-Naves Chico	DOMO-RD-03	695177	9854858	
El Domo-Naves Chico	DOMO-RD-04	694726	9853912	




Fuente: ALS Ecuador y Gruentec, reportes laboratorio 2021
Elaborado por: Cardno Entrix, julio 2021

5.1.2.2.2 Datos Históricos



Curimining S.A., como parte de los estudios de factibilidad ha levantado información desde el 2019. Es importante considerar esta información (2019 y 2020) como datos históricos para obtener un análisis multitemporal. En la Tabla 5-14 se observa que las coordenadas de todos los muestreos realizados en el 2020 son diferentes al 2019, esto se debe a que los puntos fueron movidos a causa del temporal, el cual

no permitió el acceso por el estado de las vías, como fue el caso del punto ubicado en la comunidad Esperanza Alta, otra de las causas fue por la seguridad de los equipos y algunos casos por el permiso de los propietarios, es decir no dieron la autorización para acceso al punto.

Tabla 5-14 Ubicación de los Puntos de Muestreo de Ruido Durante el Período 2019- 2020

Ubicación	Código de la Muestra	Coordenadas de Ubicación de Puntos de Muestreo UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha de Muestreo	Fotografía
		Este (m)	Norte (m)		
Naves Chico	CURI-NCH-RAI-06	693324	9854312	26/11/2019	
		693291	9854329	26/10/2020	
Panecillo	CURI-PAN-RAI-01	696605	9855758	26/11/2019	
		696604	9855757	26/10/2020	
Jerusalén	CURI-JER-RAI-07	692946	9857104	27/11/2019	
		692914	9857148	29/10/2020	
Selva Alegre	CURI-SAL-RAI-02	697393	9853771	27/11/2019	

Ubicación	Código de la Muestra	Coordenadas de Ubicación de Puntos de Muestreo UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha de Muestreo	Fotografía
		Este (m)	Norte (m)		
		697636	9853788	26/10/2020	
Esperanza Alta	CURI-EAL-RAI-08	695276	9852717	27/11/2019	
		695275	9852652	26/10/2020	
Unión del Congreso	CURI-UDC-RAI-03	696154	9852849	27/11/2019	
		696337	9851755	27/10/2020	
Esperanza Baja	CURI-EBA-RAI-09	694612	9850971	27/11/2019	
		694586	9851067	27/10/2020	

Ubicación	Código de la Muestra	Coordenadas de Ubicación de Puntos de Muestreo UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha de Muestreo	Fotografía
		Este (m)	Norte (m)		
El Congreso	CURI-ECO-RAI-04	693240	9850318	27/11/2019	
		693510	9850693	27/10/2020	
El Paraíso	CURI-EPA-RAI-05	692738	9851190	27/11/2019	
		692350	9851011	12/11/2020	

Fuente: ALS Ecuador, reportes laboratorio 2021
Elaborado por: Cardno Entrix, julio 2021

5.1.2.3 Descripción

5.1.2.3.1 Datos Actuales de Puntos de Muestreo

En la Tabla 5-15 se detallan los resultados del muestreo de ruido en los puntos de muestreo los cuales fueron comparados con los niveles máximos permisibles establecidos en la Tabla 1: Niveles Máximos de Emisión de ruido (L_{Keq}) para fuentes fijas de ruido, del Acuerdo Ministerial 097-A, esto de acuerdo con el uso de suelo del proyecto como Agrícola Residencial AR. (Anexo C. Respaldos Línea Base, C.1 Físico, C.1.2 Ruido Ambiental, C.1.2.5. Resultados laboratorio).

Para la definición de uso de suelo en el área del Proyecto es importante considerar lo siguiente:

Con fecha 20 de julio de 2021 Curimining S.A. solicita al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Las Naves, certifique cual es el régimen de uso de suelo sobre el área del proyecto Curipamba – El Domo, a la presente fecha (noviembre 2021) no se cuenta con el pronunciamiento oficial por parte del GADM.

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Las Naves indica que los suelos del área son ricos en nutrientes propicios para la agricultura y en función de la zonificación y descripción de suelos, el área del Proyecto se ubica dentro de la zona 3 “Zona Alta”, donde el 80% del área es cultivada con pastizales para la ganadería.

La caracterización de línea base y cobertura vegetal indican que el 51,41% del área geográfica corresponde a pastizales.

Por lo antes mencionado se evidencia y concluye que el uso de suelo actual del proyecto corresponde a Suelo Agrícola Residencial AR. (Ver Anexo A. Documentos Oficiales, A.11 Oficio Uso de Suelo y Anexo C. Respaldo de Línea Base, C.3 LB Social, C.3.3 Documentos de Respaldo, PDOT Las Naves).

Página en blanco

Tabla 5-15 Descripción del Muestreo 2021

Código de la Muestra	Coordenadas de Ubicación UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha	Diurno	Nocturno	Descripción del Sitio de Muestreo	Uso de Suelo	Ruido de Fondo Db	Resultado Promedio (dB)	Límite Permisible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)									
CURI-NCH-RAI-06	693291	9854329	16/03/2021 17/03/2021	Inicio: 11:50 Final: 12:00		Área con presencia de vegetación de la zona y casa Sitio accesible	Agrícola Residencial (AR)	45,1	45,1	65	Cumple
CURI-PAN-RAI-01	696604	9855757	16/03/2021 18/03/2021	Inicio: 15:10 Final: 15:20		Área con presencia de platanales y casas Sitio accesible		40,9	40,9		Cumple
CURI-JER-RAI-07	692914	9857148	16/03/2021 17/03/2021	Inicio: 13:20 Final: 13:30		Área con presencia de platanales, árboles y una casa Sitio accesible		39,1	39,1		Cumple
CURI-SAL-RAI-02	697636	9853788	16/03/2021 18/03/2021	Inicio: 16:00 Final: 16:10		Área con presencia de árboles y pastizales Sitio accesible		41,5	41,5		Cumple
CURI-EAL-RAI-08	695275	9852652	16/03/2021 19/03/2021	Inicio: 9:00 Final: 9:20		Área con presencia de árboles y vegetación de la zona Sitio accesible		40,8	40,8		Cumple
CURI-UDC-RAI-03	696337	9851755	16/03/2021 18/03/2021	Inicio: 16:40 Final: 16:50		Área con presencia de pastizales, árboles y casas Sitio accesible		48,4	48,4		Cumple
CURI-EBA-RAI-09	694586	9851067	16/03/2021 18/03/2021	Inicio: 17:12 Final: 17:22		Área con presencia de platanales Sitio accesible		55,7	55,7		Cumple

Código de la Muestra	Coordenadas de Ubicación UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha	Diurno	Nocturno	Descripción del Sitio de Muestreo	Uso de Suelo	Ruido de Fondo Db	Resultado Promedio (dB)	Límite Permissible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)									
CURI-ECO-RAI-04	693510	9850693	16/03/2021 18/03/2021	Inicio: 17:44 Final: 17:55		Área con presencia de platanales Sitio accesible		51,6	51,6		Cumple
CURI-EPA-RAI-05	692587	9851440	16/03/2021 18/03/2021	Inicio: 18:20 Final: 18:30		Área con presencia de platanales y pastizales Sitio accesible		48,8	48,8		Cumple
DOMO-RD-01	696300	9853962	29/07/2021	17:00		Ubicado en el predio de la señora Raquel Macías. Se observa circulación eventual de vehículos livianos y pesados por la vía.		46	46		Cumple
DOMO-RD-02	695715	9854063	30/07/2021	10:40		Ubicado en el sector el Domo-Naves Chico, en la vía a Selva alegre, aproximadamente a 200 m del campamento N° 1.		38	38		Cumple
DOMO-RD-03	695177	9854858	29/07/2021	18:30		Ubicado en el predio de la empresa Curimining, el relieve del territorio es irregular, área rodeada de vegetación.		38	28		Cumple
DOMO-RD-04	694726	9853912	30/07/2021	10:00		Ubicado en el predio de la empresa Curimining, el relieve del territorio es irregular, área		41	41		Cumple

Código de la Muestra	Coordenadas de Ubicación UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha	Diurno	Nocturno	Descripción del Sitio de Muestreo	Uso de Suelo	Ruido de Fondo Db	Resultado Promedio (dB)	Límite Permissible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)									
						rodeada de abundante vegetación.					
CURI-NCH-RAI-06	693291	9854329	16/03/2021 17/03/2021			Inicio: 22:35 Final: 22:45 Área con presencia de vegetación de la zona y casa Sitio accesible		45,5	45,5	45	No cumple
CURI-PAN-RAI-01	696604	9855757	16/03/2021 18/03/2021			Inicio: 21:20 Final: 21:30 Área con presencia de platanales y casas Sitio accesible		44,0	44,0		Cumple
CURI-JER-RAI-07	692914	9857148	16/03/2021 17/03/2021			Inicio: 23:26 Final: 23:36 Área con presencia de platanales, árboles y una casa Sitio accesible		48,6	48,6		No cumple
CURI-SAL-RAI-02	697636	9853788	16/03/2021 18/03/2021			Inicio: 21:55 Final: 22:05 Área con presencia de árboles y pastizales Sitio accesible		46,4	46,4		No cumple
CURI-EAL-RAI-08	695275	9852652	16/03/2021 19/03/2021			Inicio: 1:00 Final: 1:20 Área con presencia de árboles y vegetación de la zona Sitio accesible		39,7	39,7		Cumple
CURI-UDC-RAI-03	696337	9851755	16/03/2021 18/03/2021			Inicio: 22:20 Final: 22:30 Área con presencia de pastizales, árboles y casas Sitio accesible		51,0	51,0		No cumple
CURI-EBA-RAI-09	694586	9851067	16/03/2021 18/03/2021			Inicio: 22:45 Final: 22:55 Área con presencia de platanales Sitio accesible		56,4	56,4		No cumple

Código de la Muestra	Coordenadas de Ubicación UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha	Diurno	Nocturno	Descripción del Sitio de Muestreo	Uso de Suelo	Ruido de Fondo Db	Resultado Promedio (dB)	Límite Permissible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)									
CURI-ECO-RAI-04	693510	9850693	16/03/2021 18/03/2021		Inicio: 23:00 Final: 23:10	Área con presencia de platanales Sitio accesible		48,9	48,9		No cumple
CURI-EPA-RAI-05	692587	9851440	16/03/2021 18/03/2021		Inicio: 23:40 Final: 23:50	Área con presencia de platanales y pastizales Sitio accesible		46,3	46,3		No cumple
DOMO-RN-01	696300	9853962	29/07/2021		21:15	Ubicado en el predio de la señora Raquel Macías. Se observa circulación eventual de vehículos livianos y pesados por la vía.		44	44		Cumple
DOMO-RN-02	695715	9854063	30/07/2021		22:00	Ubicado en el sector el Domo-Naves Chico, en la vía a Selva alegre, aproximadamente a 200 m del campamento N° 1.		52	52		Cumple
DOMO-RN-03	695177	9854858	29/07/2021		22:00	Ubicado en el predio de la empresa Curimining, el relieve del territorio es irregular, área rodeada de vegetación.		45	45		Cumple
DOMO-RN-04	694726	9853912	30/07/2021		21:05	Ubicado en el predio de la empresa Curimining, el relieve del territorio es irregular, área		45	45		Cumple

Código de la Muestra	Coordenadas de Ubicación UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha	Diurno	Nocturno	Descripción del Sitio de Muestreo	Uso de Suelo	Ruido de Fondo Db	Resultado Promedio (dB)	Límite Permisible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)									
						rodeada de abundante vegetación.					
	Valores que sobrepasan los límites máximos de ruido AM097-A										

Fuente: ALS Ecuador, marzo 2021 y Gruentec, julio 2021

Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

5.1.2.3.2 Datos Históricos de Puntos de Muestreo

Tabla 5-16 Descripción del Muestreo 2019-2020

Código de la muestra	Coordenadas de Ubicación de Puntos de Muestreo UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha	Diurno	Nocturno	Descripción del Sitio de Muestreo	Uso de Suelo	Ruido de Fondo Db	Resultado Promedio (dB)	Limite Permissible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)									
CURI-NCH-RAI-06	693324	9854312	26/11/2019	Inicio: 10:50 Final: 11:15		Área con presencia de palmeras, pastizales y potreros Sitio accesible	Agrícola Residencial (AR)	35,2	35,05	65	Cumple
	693291	9854329	26/10/2020	Inicio: 10:30 Final: 10:40				34,9			
CURI-PAN-RAI-01	696605	9855758	26/11/2019	Inicio: 13:00 Final: 13:20		Área con presencia de árboles, pastizales y casas Sitio accesible	Agrícola Residencial (AR)	32,1	34,45	65	Cumple
	696604	9855757	26/10/2020	Inicio: 14:05 Final: 14:15				36,8			
CURI-JER-RAI-07	692946	9857104	27/11/2019	Inicio: 9:28 Final: 9:48		Área con presencia de platanales Sitio accesible	Agrícola Residencial (AR)	32,0	35,0	65	Cumple
	692914	9857148	29/10/2020	Inicio: 12:15 Final: 12:27				38,0			
CURI-SAL-RAI-02	697393	9853771	27/11/2019	Inicio: 10:35 Final: 10:55		Área con presencia de árboles, casas	Agrícola Residencial (AR)	40,9	38,3	65	Cumple

Código de la muestra	Coordenadas de Ubicación de Puntos de Muestreo UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha	Diurno	Nocturno	Descripción del Sitio de Muestreo	Uso de Suelo	Ruido de Fondo Db	Resultado Promedio (dB)	Límite Permisible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)									
	697636	9853788	26/10/2020	Inicio: 15:15 Final: 15:25		Sitio accesible		35,7			
CURI-EAL-RAI-08	695276	9852717	27/11/2019	Inicio: 12:35 Final: 12:55		Área con presencia de pastizales, árboles y casas		41,6	37,85		Cumple
	695275	9852652	26/10/2020	Inicio: 16:20 Final: 16:30		Sitio accesible		34,1			
CURI-UDC-RAI-03	696154	9852849	27/11/2019	Inicio: 14:15 Final: 14:35		Área con presencia de pastizales, árboles y casas		36,5	39,45		Cumple
	696337	9851755	27/10/2020	Inicio: 17:20 Final: 17:30		Sitio accesible		42,4			
CURI-EBA-RAI-09	694612	9850971	27/11/2019	Inicio: 15:05 Final: 15:25		Área con presencia de platanales y casas		51,2	49,75		Cumple
	694586	9851067	27/10/2020	Inicio: 17:50 Final: 18:00		Sitio accesible		48,3			
	693240	9850318	27/11/2019	Inicio: 16:50		Área con presencia de		39,8	40,1		Cumple

Código de la muestra	Coordenadas de Ubicación de Puntos de Muestreo UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha	Diurno	Nocturno	Descripción del Sitio de Muestreo	Uso de Suelo	Ruido de Fondo Db	Resultado Promedio (dB)	Límite Permisible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)									
CURI-ECO-RAI-04				Final: 17:10		platanales y casas Sitio accesible		40,4			
	693510	9850693	27/10/2020	Inicio: 18:20 Final: 18:30							
CURI-EPA-RAI-05	692738	9851190	27/11/2019	Inicio: 18:38 Final: 18:58		Área con presencia de platanales Sitio accesible		46,0	40,4		Cumple
	692350	9851011	12/11/2020	Inicio: 15:00 Final: 15:15							
CURI-NCH-RAI-06	693324	9854312	26/11/2019		Inicio: 21:27 Final: 21:47	Área con presencia de palmeras, pastizales y potreros Sitio accesible		44,4	44,65		Cumple
	693291	9854329	26/10/2020		Inicio: 21:30 Final: 21:42						
CURI-PAN-RAI-01	696605	9855758	26/11/2019		Inicio: 22:50 Final: 23:15	Área con presencia de árboles, pastizales y casas Sitio accesible		49,6	45,05	45	No cumple
	696604	9855757	26/10/2020		Inicio: 22:20 Final: 22:30						
CURI-JER-RAI-07	692946	9857104	27/11/2019		Inicio: 00:40 Final: 1:00	Área con presencia de platanales		44,8	45,85		No cumple
	692914	9857148	29/10/2020		Inicio: 21:45						

Código de la muestra	Coordenadas de Ubicación de Puntos de Muestreo UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha	Diurno	Nocturno	Descripción del Sitio de Muestreo	Uso de Suelo	Ruido de Fondo Db	Resultado Promedio (dB)	Límite Permissible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)									
					Final: 21:55	Sitio accesible					
CURI-SAL-RAI-02	697393	9853771	27/11/2019		Inicio: 1:35 Final: 1:55	Área con presencia de árboles, casas Sitio accesible		47,9	44,45		Cumple
	697636	9853788	26/10/2020		Inicio: 23:00 Final: 23:10		41,0				
CURI-EAL-RAI-08	695276	9852717	27/11/2019		Inicio: 21:36 Final: 21:46	Área con presencia de pastizales, árboles y casas Sitio accesible		50,3	45,95		No cumple
	695275	9852652	26/10/2020		Inicio: 23:40 Final: 23:50		41,6				
CURI-UDC-RAI-03	696154	9852849	27/11/2019		Inicio: 22:11 Final: 22:31	Área con presencia de pastizales, árboles y casas Sitio accesible		52,6	50,45		No cumple
	696337	9851755	27/10/2020		Inicio: 0:00 Final: 0:10		42,7				
CURI-EBA-RAI-09	694612	9850971	27/11/2019		Inicio: 23:00 Final: 23:26	Área con presencia de platanales y casas Sitio accesible		56,8	52,55		No cumple
	694586	9851067	27/10/2020		Inicio: 0:30 Final: 0:40		48,3				
CURI-ECO-RAI-04	693240	9850318	27/11/2019		Inicio: 23:28 Final: 23:45	Área con presencia de platanales y casas		42,2	40,55		Cumple
	693510	9850693	27/10/2020		Inicio: 1:10 Final: 1:20		38,9				

Código de la muestra	Coordenadas de Ubicación de Puntos de Muestreo UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha	Diurno	Nocturno	Descripción del Sitio de Muestreo	Uso de Suelo	Ruido de Fondo Db	Resultado Promedio (dB)	Límite Permisible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)									
						Sitio accesible					
CURI-EPA-RAI-05	692738	9851190	27/11/2019		Inicio: 23:59 Final: 00:10	Área con presencia de platanales		40,1	37,55		Cumple
	692350	9851011	12/11/2020		Inicio: 21:20 Final: 21:35	Sitio accesible		35,0			
Valores que sobrepasan los límites máximos de ruido AM097-A											

Fuente: ALS Ecuador, reportes de laboratorio 2019-2020
 Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

5.1.2.4 Conclusiones

Los resultados obtenidos de los muestreos diurnos realizados en 2019, 2020 y 2021 se observa que los valores de todos los puntos se encuentran por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial No. 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 5, a pesar de haber presentado fuentes de ruido como sonido de insectos (grillos), animales de granja (vacas, pollos), ruido por caudal de agua en quebrada cercana.

De los resultados obtenidos del muestreo 2021 se puede observar que en los puntos nocturnos CURI-NCH-RAI-06, CURI-JER-RAI-07, CURI-SAL-RAI-02, CURI-UDC-RAI-03, CURI-EBA-RAI-09, CURI-ECO-RAI-04 y CURI-EPA-RAI-05 las mediciones sobrepasan los niveles máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial No. 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 5, mientras que en el muestreo 2020 los puntos nocturnos CURI-JER-RAI-07 y CURI-EBA-RAI-09 las mediciones sobrepasan los niveles máximos y en el muestreo realizado en el 2019 los puntos nocturnos CURI-SAL-RAI-02, CURI-UDC-RAI-03, CURI-EBA-RAI-09, CURI-PAN-RAI-01 y CURI-EAL-RAI-08 sobrepasan los niveles máximos permisibles. Los valores que se encuentran por encima de los niveles máximos de la norma de ruido nocturno (45dB) pueden atribuirse al aporte de sonidos de animales, que de acuerdo con lo reportado en campo en todos los puntos monitoreados existió influencia de ruido de aves de corral (gallos, gallinas), insectos de la zona (grillos) y anfibios (sapos, ranas), así como ladrido de perros y ruido por caudal de río. Otro factor que influye es la temperatura, ya que al ser más baja en este horario las ondas de ruido tienden a disiparse con mayor facilidad a nivel del suelo.

Existe una tendencia de los resultados obtenidos en los tres años solo en el punto CURI-EBA-RAI-09, es decir que durante los tres muestreos realizados en este punto el valor sobrepaso el nivel máximo permisible esto pudo darse por el ruido generado por caudal de río Runayacu.

De los puntos de muestreo realizados en el alcance del muestreo se observa que el punto nocturno DOMO-RN-02 sobrepasa el nivel máximo permisible establecido en el Acuerdo Ministerial No. 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 5, pudo darse por la influencia de la temperatura, ya que al ser más baja en este horario las ondas de ruido tienden a disiparse con mayor facilidad a nivel del suelo.

Con base en los resultados obtenidos se evidencia que ciertos puntos de muestreo no cumplen con los niveles máximos permisibles establecidos para el uso de suelo agrícola residencial especialmente en el horario nocturno, estos valores de línea base indican excedencias sin la presencia del Proyecto.

5.1.3 Vibraciones

El A.M. 097-A, en su Anexo 5 establece que la vibración es aquella perturbación producida por un emisor acústico que provoca la oscilación periódica de los cuerpos sobre su posición de equilibrio.

5.1.3.1 Metodología

La medición de los niveles de vibraciones fue realizada por el laboratorio LAMBDAACOUSTIC LABORATORIES S.A, acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) con Acreditación No. SAE-LEN 19-002 (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.3 Vibraciones, C.1.3.1. Acreditación).

Para los muestreos realizados desde el 2019 al 2021 se utilizó como referencia los siguientes métodos:

- > Anexo 5 Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, Niveles de Emisión de Vibraciones y Metodología de Medición, del A.M. 097-A
- > Norma Técnica INEN ISO 2631-2:2014
- > UNE-ISO 2631-1: 2008, Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 1: Requisitos generales.

- > UNE-ISO 2631-2: 2011, Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 2: Vibración en edificios (1 Hz a 80 Hz).

5.1.3.1.1 Equipos Utilizados

La descripción de los equipos utilizados, se detallan en la Tabla 5-17.

Tabla 5-17 Descripción de Equipos utilizados

Equipo	Metodología de Referencia	Método Interno LAMBDA	Rango Acreditado
Vibrómetro Marca: Svantek Modelo: SV 106A Serie: E5585 - 59280	NTE INEN ISO 2631-2:2014 ACUERDO MINISTERIAL No. 097-A, TULSMA, LIBRO VI, ANEXO 5	LMB-PT-VE-3	65 - 105 dB
Acelerómetro Triaxial Marca: Svantek Modelo: SV 84 Serie: E5585 - 59280			
Calibrador Marca: Svantek Modelo: SV 111 Serie: 64406			

Fuente: ALS Ecuador, marzo 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.1.3.1.2 Descripción del Procedimiento de Campo

Cabe señalar que en cada punto de medición se desmontó un área reducida del piso para poder fijar los sensores con pernos, debido a la importancia de evaluar inicialmente todas las fuentes de vibración a las cuales es perceptible el suelo y la estructura en general, ya que las vibraciones se propagan bajo el pavimento hacia las losas y a los elementos estructurales en las edificaciones.

El procedimiento de medición in situ utilizado para la evaluación del índice de vibración Law fue el siguiente:

- > Se identificó los posibles focos de vibración y se estableció los límites del predio a ser analizado.
- > Se determinó los puntos de medición de acuerdo a las características de cada predio (grado de molestia, ocupación prevista y actividades realizadas por el usuario) y/o mediante la verificación del punto con mayor magnitud de vibración (barrido de posiciones).
- > Se determinó los factores relacionados a la fuente vibratoria y estructura.
- > Determinación de condiciones ambientales.
- > Se registraron los datos de las coordenadas UTM.
- > La verificación de calibración se realizó antes y después de cada medición con el fin de asegurar que el equipo se ajuste a los patrones de referencia establecidos por los laboratorios de calibración para el aseguramiento de la calidad (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.3 Vibraciones, C.1.3.2. Calibración).
- > Toma de muestras: se verificó que la fuente este encendida o apagada según sea el caso y se registraron de tres a cinco muestras, siendo cinco muestras el número de mediciones óptimo requerido, hasta obtener tres valores consecutivos que no difieran entre sí, respectivamente, en más

de 2dB. Cada muestra tendrá una duración mínima de 1 minuto. Finalmente, se registra la información obtenida en los tres ejes de estudio X, Y, Z.



5.1.3.2 Puntos de Muestreo

Los criterios de selección de los puntos de muestreo de vibración consideran los receptores sensibles tales como los asentamientos humanos: la población de Naves Chico, El Panecillo, Jerusalén, Selva Alegre, Esperanza Alta, Esperanza Baja, Unión del Congreso, El Congreso, El Paraíso; los diferentes tipos de bosque que se encuentran en el área del proyecto; uso de suelo identificado y el área en donde se va a implementar la infraestructura.




En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo. (Anexo B.- Cartografía, 5.1-9 Mapa de Puntos de Muestreo de Vibraciones).


5.1.3.2.1 Datos Actuales

Tabla 5-18 Ubicación de los Puntos de Muestreo de Vibraciones 2021

Ubicación	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fotografía
		Este (m)	Norte (m)	
Naves Chico	CURI-NCH-VB-06	693291	9854329	
Jerusalén	CURI-JER-VB-07	692914	9857148	

Ubicación	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fotografía
		Este (m)	Norte (m)	
El Panecillo	CURI-PAN-VB-01	696604	9855757	
Selva Alegre	CURI-SAL-VB-02	697636	9853788	
Esperanza Alta	CURI-EAL-VB-08	695275	9852652	



Ubicación	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fotografía
		Este (m)	Norte (m)	
Unión del Congreso	CURI-UDC-VB-03	696337	9851755	
Esperanza Baja	CURI-EBA-VB-09	694586	9851067	
El Congreso	CURI-ECO-VB-04	693510	9850693	

Ubicación	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fotografía
		Este (m)	Norte (m)	
El Paraíso	CURI-EPA-VB-05	692587	9851440	




Fuente: ALS Ecuador, marzo 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.1.3.2.2 Datos Históricos

Tabla 5-19 Ubicación de los Puntos de Muestreo 2019-2020

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fotografía
		Este (m)	Norte (m)	
Naves Chico	CURI-NCH-VB-06	693291	9854329	
		693266	9854333	
Jerusalén	CURI-JER-VB-07	692909	9857168	
		692917	9857161	

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fotografía
		Este (m)	Norte (m)	
El Panecillo	CURI-PAN-VB-01	696595	9855763	
		696602	9855762	
Selva Alegre	CURI-SAL-VB-02	697629	9853779	
		697402	9853778	
Esperanza Alta	CURI-EAL-VB-08	695274	9852654	
		696089	9851899	
Unión del Congreso	CURI-UDC-VB-03	696248	9851764	
		695535	9853101	
Esperanza Baja	CURI-EBA-VB-09	694668	9851046	

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fotografía
		Este (m)	Norte (m)	
		694613	9851035	
El Congreso	CURI-ECO-VB-04	693244	9850302	
		693244	9850302	
El Paraíso	CURI-EPA-VB-05	692357	9851019	
		692765	9851208	

Fuente: ALS Ecuador, reportes de laboratorio 2019-2020
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.1.3.3 Resultados de Muestras

Para la evaluación de los reportes de los muestreos efectuados, se realizó una comparación de los valores obtenidos con los límites máximos permisibles, reglamentados por el Acuerdo Ministerial No. 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 5, Niveles máximos de emisión de vibraciones y metodología de medición. Tabla 3: Límite de vibraciones transmitidas al espacio interior habitable de edificaciones. Uso de la Edificación Receptora: Residencial, Hospedaje. Diurno. (Anexo C. Respaldos Línea Base, C.1 Físico, C.1.3 Vibraciones, C.1.3.3. Resultados de Laboratorio)

5.1.3.3.1 Datos Actuales

Tabla 5-20 Resultados de Muestreo de Vibraciones 2021

Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fecha de Muestreo	Diurno	Descripción del Sitio de Muestreo	Índice de Vibración (L _{Aw} , dB)	Nivel Permissible (dB)	Cumple o No con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)						
CURI-NCH-VB-06	693291	9854329	16/03/2021	Inicio: 11:58 Final: 12:13	Área con presencia de vegetación, y viviendas Sitio accesible	54,71	89 Residencial, Hospedaje	Si cumple
CURI-JER-VB-07	692914	9857148	16/03/2021	Inicio: 13:34 Final: 13:44	Área con presencia de árboles, platanales, y viviendas Sitio accesible	56,77		Si cumple
CURI-PAN-VB-01	696604	9855757	16/03/2021	Inicio: 15:33 Final: 15:45	Área con presencia de árboles, platanales y viviendas Sitio accesible	59,41		Si cumple
CURI-SAL-VB-02	697636	9853788	16/03/2021	Inicio: 16:28 Final: 16:45	Área con presencia de árboles. Sitio accesible	62,44		Si cumple
CURI-EAL-VB-08	695275	9852652	16/03/2021	Inicio: 17:23 Final: 17:50	Área con presencia de vegetación de la zona. Sitio accesible	57,65		Si cumple
CURI-UDC-VB-03	696337	9851755	16/03/2021	Inicio: 18:12 Final: 18:20	Área con presencia de árboles y viviendas. Sitio accesible	56,18		Si cumple

Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fecha de Muestreo	Diurno	Descripción del Sitio de Muestreo	Índice de Vibración (L _{Aw} , dB)	Nivel Permissible (dB)	Cumple o No con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)						
CURI-EBA-VB-09	694586	9851067	16/03/2021	Inicio: 18:20 Final: 18:50	Área con presencia de árboles y viviendas. Sitio accesible	64,10		Si cumple
CURI-ECO-VB-04	693510	9850693	16/03/2021	Inicio: 19:08 Final: 19:30	Área con presencia de árboles y viviendas. Sitio accesible	60,85		Si cumple
CURI-EPA-VB-05	692587	9851440	16/03/2021	Inicio: 19:55 Final: 20:05	Área con presencia de vegetación de la zona. Sitio accesible	61,11		Si cumple

Fuente: ALS Ecuador, marzo 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.1.3.3.2 Datos Históricos de Puntos de Muestreo

Tabla 5-21 Descripción del Muestreo 2019-2020

Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fecha de Muestreo	Diurno	Descripción del Sitio de Muestreo	Índice de Vibración (LAW, dB)	Nivel Permissible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)						
CURI-NCH-VB-06	693291	9854329	26/10/2020	Inicio: 10:31 Final: 10:32	Área con presencia de vegetación, y viviendas Sitio accesible	44,7	89 Residencia, Hospedaje	Si cumple
	693266	9854333	03/01/2020	Inicio: 11:16 Final: 11:17		50,6		Si cumple
CURI-JER-VB-07	692909	9857168	26/10/2020	Inicio: 12:21 Final: 12:22	Área con presencia de árboles, platanales, y viviendas Sitio accesible	54,4		Si cumple
	692917	9857161	03/01/2020	Inicio: 12:23 Final: 12:24		62,8		Si cumple
CURI-PAN-VB-01	696595	9855763	26/10/2020	Inicio: 14:03 Final: 14:05	Área con presencia de árboles, platanales y viviendas Sitio accesible	44,4		Si cumple
	696602	9855762	03/01/2020	Inicio: 13:37 Final: 13:39		49,2		Si cumple
CURI-SAL-VB-02	697629	9853779	26/10/2020	Inicio: 15:38 Final: 15:39	Área con presencia de árboles. Sitio accesible	47,5		Si cumple
	697402	9853778	03/01/2020	Inicio: 14:08 Final: 14:09		47,9		Si cumple
CURI-EAL-VB-08	695274	9852654	26/10/2020	Inicio: 16:25 Final: 16:26	Área con presencia de vegetación de la zona. Sitio accesible	45,9	Si cumple	
	696089	9851899	03/01/2020	Inicio: 16:03 Final: 16:05		44,1	Si cumple	
CURI-UDC-VB-03	696248	9851764	26/10/2020	Inicio: 17:23 Final: 17:24	Área con presencia de árboles y viviendas.	48,0	Si cumple	
	695535	9853101	03/01/2020	Inicio: 14:37		43,5	Si cumple	

Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fecha de Muestreo	Diurno	Descripción del Sitio de Muestreo	Índice de Vibración (LAW, dB)	Nivel Permissible (dB)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
	Este (m)	Norte (m)						
				Final: 14:39	Sitio accesible			
CURI-EBA-VB-09	694668	9851046	26/10/2020	Inicio: 18:16 Final: 18:17	Área con presencia de árboles y viviendas. Sitio accesible	48,9		Si cumple
	694613	9851035	03/01/2020	Inicio: 16:47 Final: 16:49	Sitio accesible	48,5		Si cumple
CURI-ECO-VB-04	693244	9850302	26/10/2020	Inicio: 19:01 Final: 19:02	Área con presencia de árboles y viviendas. Sitio accesible	46,3		Si cumple
	693244	9850302	03/01/2020	Inicio: 17:05 Final: 17:06	Sitio accesible	51,5		Si cumple
CURI-EPA-VB-05	692357	9851019	18/11/2020	Inicio: 8:43 Final: 8:44	Área con presencia de vegetación de la zona. Sitio accesible	45,2		Si cumple
	692765	9851208	03/01/2020	Inicio: 17:49 Final: 17:50	Sitio accesible	54,6		Si cumple

Fuente: Fuente: ALS Ecuador, reportes de laboratorio 2019-2020
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.1.3.4 Conclusiones

De los resultados obtenidos de los muestreos ejecutados en el 2019, 2020 y 2021, se puede observar que todos los puntos de muestreo se encuentran bajo el límite permisible establecido en el Acuerdo Ministerial No. 097-A, Anexo 5, Niveles máximos de emisión de vibraciones y metodología de medición. Tabla 3, Uso de la Edificación Receptora: Residencial, Hospedaje. Horario: Diurno., lo que es un indicativo de que en el área de estudio no existen perturbaciones significativas generadas por vibraciones que intervengan en el bienestar humano, así como en la protección ambiental.

5.1.4 Geología

5.1.4.1 Metodología

Comprender las características geológicas superficiales y subsuperficiales del Proyecto es fundamental en su planificación, diseño, construcción y operación contribuyendo en muchos aspectos del EsIA. La elaboración de esta sección se ha realizado sobre la base de la información geológica de los trabajos realizado por Curimining S. A. a lo largo de las diferentes etapas de exploración sobre la geología tanto de superficie como subterránea de la concesión minera Las Naves. Como referencias generales tenemos el Mapa Geológico del Ecuador publicado en año 2017 por el Instituto de Investigaciones Geológico, Minero y Metalúrgico.

5.1.4.2 Geología Regional

El depósito El Domo se localiza en las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes, cerca del límite con la llanura costera. Geológicamente, el área del Proyecto está dentro de la secuencia volcánica y volcanogénica de la formación oceánica Macuchi, principalmente de origen vulcano-sedimentario, compuesta por tobas finas de composición andesítica, brechas volcánicas polimícticas e intruida por diques y domos de composición andesítica a riolítica.

Los Andes del Ecuador comprenden dos cadenas montañosas, la cordillera occidental y la cordillera oriental separadas por una cuenca central interandina. Al oeste, la cordillera occidental consiste predominantemente en terrenos de arco oceánico y de islas volcánicas del Cretácico al Terciario (Aspden, 1992; Richard, 2006). Allí, el desplazamiento de fallas de deslizamiento con tendencia norte-sur ha dado lugar a un complicado ensamblaje de unidades tectono-estratigráficas que yuxtaponen sucesiones volcanosedimentarias de litologías similares, pero difieren en edades. Estos terrenos de afinidad oceánica dominante se han interpretado tradicionalmente como acreciones sucesivas en el borde occidental del cratón amazónico a lo largo de un margen continental de larga vida. La acreción se produjo desde el Jurásico Superior hasta el Eoceno. Superpuestos al conjunto acrecional hay cuatro arcos magmáticos que están relacionados con la subducción de la placa de Farallón/Nazca debajo del continente.

Las unidades acrecionarias más grandes y también las más jóvenes son Pallatanga y el terrano Macuchi (Figura 5-25), que se ha interpretado que se acrecionaron durante el Eoceno. El terrano Macuchi que alberga el proyecto Curipamba-El Domo tiene varios cientos de kilómetros de largo y decenas de kilómetros de ancho. En el pasado, se ha interpretado como un terreno alóctono acrecionado al margen continental de Pallatanga durante el Eoceno Tardío en respuesta al cierre de una cuenca de arco posterior (Spikings et al., 2006; Hughes R., 2002). Trabajos recientes sugieren que el terrano Pallatanga representa el zócalo oceánico de la cordillera occidental y un terreno desmembrado de la meseta del Caribe (ca. 88 Ma; Spikings et al., 2006; Vallejo C. W., 2009). La naturaleza exacta del terrano Macuchi aún no se ha confirmado. La presencia de zircón detrítica de edad cámbrica heredada del zócalo cercano sugiere que el terrano Macuchi puede representar una cuenca del antearco que se formó cerca de su posición actual y cerca de un zócalo erosionado como el de la cordillera oriental.

El terrano Macuchi se extiende a lo largo del flanco occidental de la cordillera occidental (entre 0 y 2° 30' S) y contiene una secuencia volcánica de arco de isla intraoceánica representada por el homónimo grupo

Macuchi, que se interpreta como una secuencia de meseta oceánica. Las edades radiométricas y bioestratigráficas sugieren que la formación Macuchi fue depositada durante el Paleoceno hasta finales del Eoceno (Egüez 1986; Spikings et al., 2005; Vallejo 2007). El grupo Macuchi comprende predominantemente rocas volcánicas y con rocas sedimentarias subordinadas (BGS-CODIGEM, 1993; McCourt et al., 1997). Más del 80 % de la secuencia está dominada por rocas volcánicas y epiclásticas, incluyendo arenisca rica en lítico y brechas con limoaccesorio y sedimentos químicos. Estos últimos son en su mayoría sedimentos de cherty agrupados en una secuencia similar a la turbidita. La secuencia también incluye domos y flujos de basalto a andesita basáltica, con abundantes lavas/brechas de almohada y texturas haloclásticas, así como sus equivalentes subvolcánicos (diques) de basalto microporfirítico y diabase. La mayoría de estas rocas muestran una alteración hidrotermal-submarina generalizada con clorito-epidota (Aguirre & Atherton, 1987). La fracción sedimentaria no volcánica está dominada por la escasa calcarenita y la roca caliza recristalizada que se asocian con lo que se ha interpretado como un sistema de arrecifes (Richard A. Hughes, 2002). E. El grupo Macuchi tiene un espesor mínimo estimado de 2,0 a 2,5 km (Aguirre & Atherton, 1987).

El grupo Macuchi se puede dividir en dos subunidades primarias (Chiaradía & Fontboté, 2021): La unidad Macuchi basal incluye basalto primitivo principalmente, como flujos de lava submarinos intercalados con roca de barro. La unidad principal o superior de contiene predominante roca meta volcánica, menos primitiva, andesita basáltica a andesita. Aunque la mayoría de las investigaciones enfatizan el predominio de las rocas máficas, el grupo Macuchi también incluye varias cúpulas dacíticas a riolíticas que parecen estar directamente relacionadas con la mineralización masiva de sulfuros como las encontradas en El Domo sugiriendo que el magmatismo era bimodal.

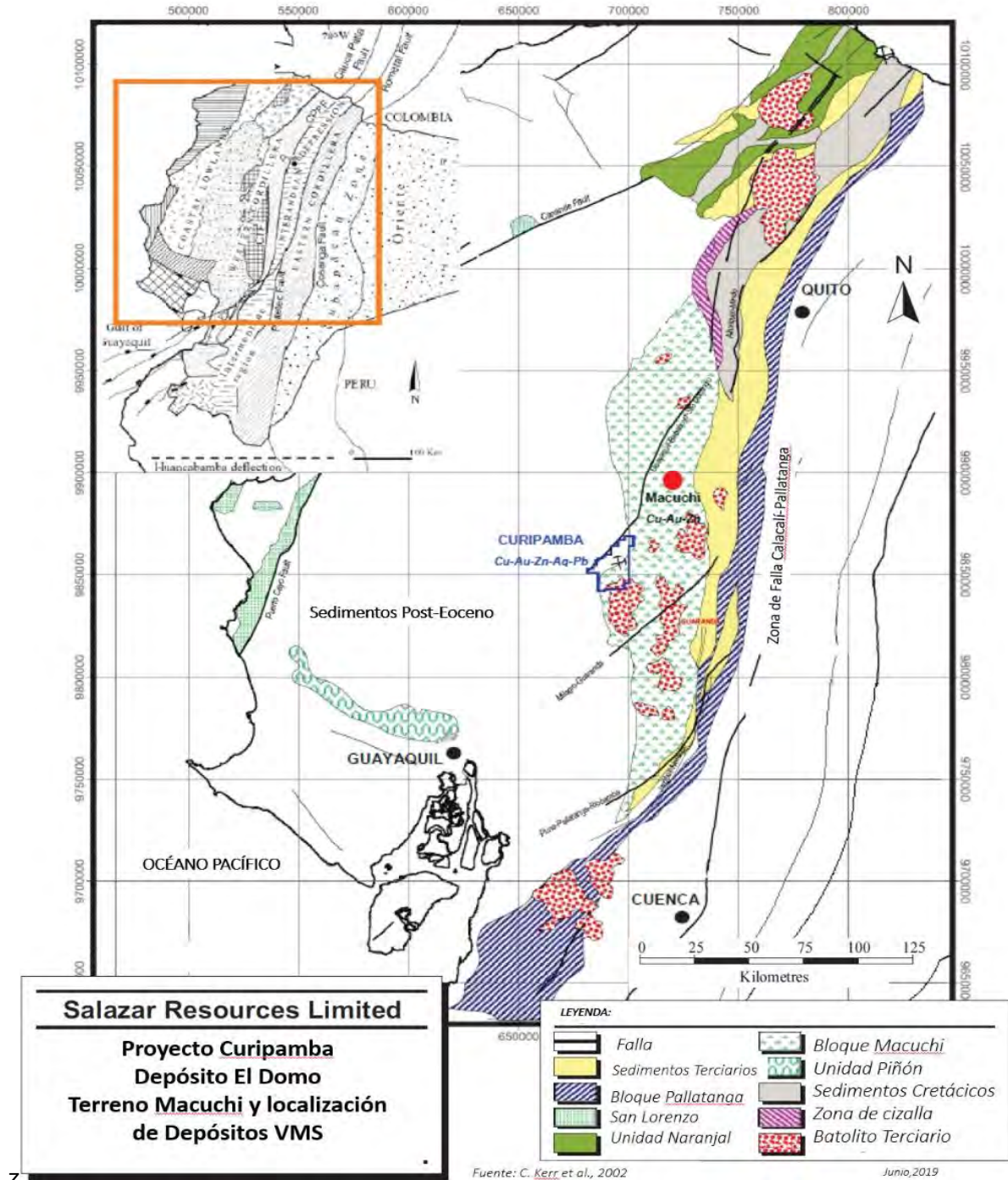


Figura 5-25 Geología Regional del Proyecto Curipamba-Ubicación del Terrano Macuchi y Otros Depósitos Sulfuros Masivos Volcanogénicos

Fuente: Curimining S.A., 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

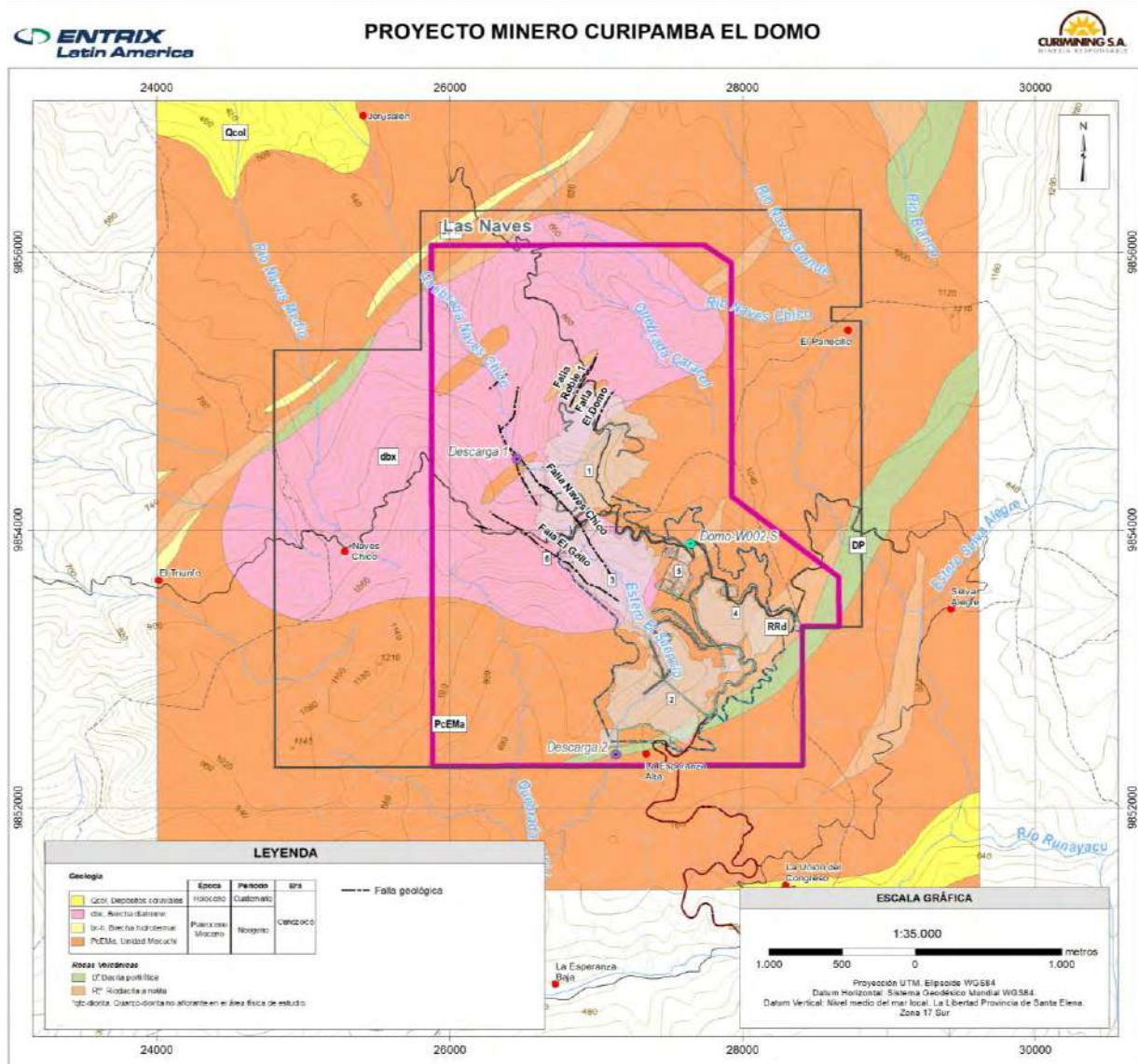


Figura 5-26 Geología Regional del Proyecto Curipamba, Área de Las Naves/El Domo (Beate, 2007), Modificado de RPA 43-101, 2019

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

5.1.4.2.1 Litoestratigrafía Regional

Regionalmente, las rocas del grupo Macuchi están constituidas principalmente de basalto, andesita y riodacita. Las rocas volcánicas incluyen una amplia variedad de litofacies bien conservadas; estas litofacies han sido interpretadas de formas muy diferentes por los geólogos que las han investigado.

Tabla 5-22 Correlación de las Unidades Litoestratigráficas y Litofacies del Proyecto Curipamba

Litología Proyecto	Pratt (2008)	Franklin (2009)	Vallejo (2013)
Suelo			Depósitos cuaternarios
Riolita Domo II	----- Sin descripción -----		
Andesita Domo	Andesita	Andesita	Andesita porfírica
Basalto		Basalto	Unidad máfica
Brecha volcanoclástica rica en cristales	Unidad tobácea superior (UTU)	Unidad epiclástica	Unidad volcanoclástica
Brecha volcanoclástica polimíctica	Unidad de sulfuros masivos (MSU), incluye <i>grainstone</i>	<i>Debris flow or Breccia Unit including grainstone</i>	Brecha polimíctica
Sulfuros semimasivos			
Sulfuros masivos		Sulfuros masivos	Sulfuros masivos
Riodacita	Unidad ácida inferior (LAU)	Unidad Brecha hidroclástica y flujos masivos o flujos del complejo de El Domo	Unidad félsica
Stockwork Qz-py		Stockwork	Stockwork
Stockwork anhidrita/yeso		Anhidrita	

Fuente: Curimining S.A., 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Las rocas pertenecientes al grupo Macuchi muestran solo una diagénesis sutil, sin metamorfismo y están prácticamente intactas sin mucha evidencia tectónica. La mayoría de las características principales tanto de las rocas volcánicas como de los sulfuros masivos están bien conservadas.

La secuencia más joven en el área estudiada incluye flujos volcánicos indiferenciados de andesita y dacita del Plio-Pleistoceno, incluidos en los Volcanes de Lourdes, Sagoatoa, Puñalica y Quilotoa.

El primer grupo incluye rocas volcánicas de cuarzo félsico y feldespato fírico que muestran una alteración hidrotermal generalizada y una erosión importante. El segundo y tercer grupo de rocas volcánicas incluyen andesita clásica y coherente portadora de piroxeno que se considera remanente de volcánicas precuaternarias parcialmente erosionadas (BISA NI 43-101, Report, 2014).

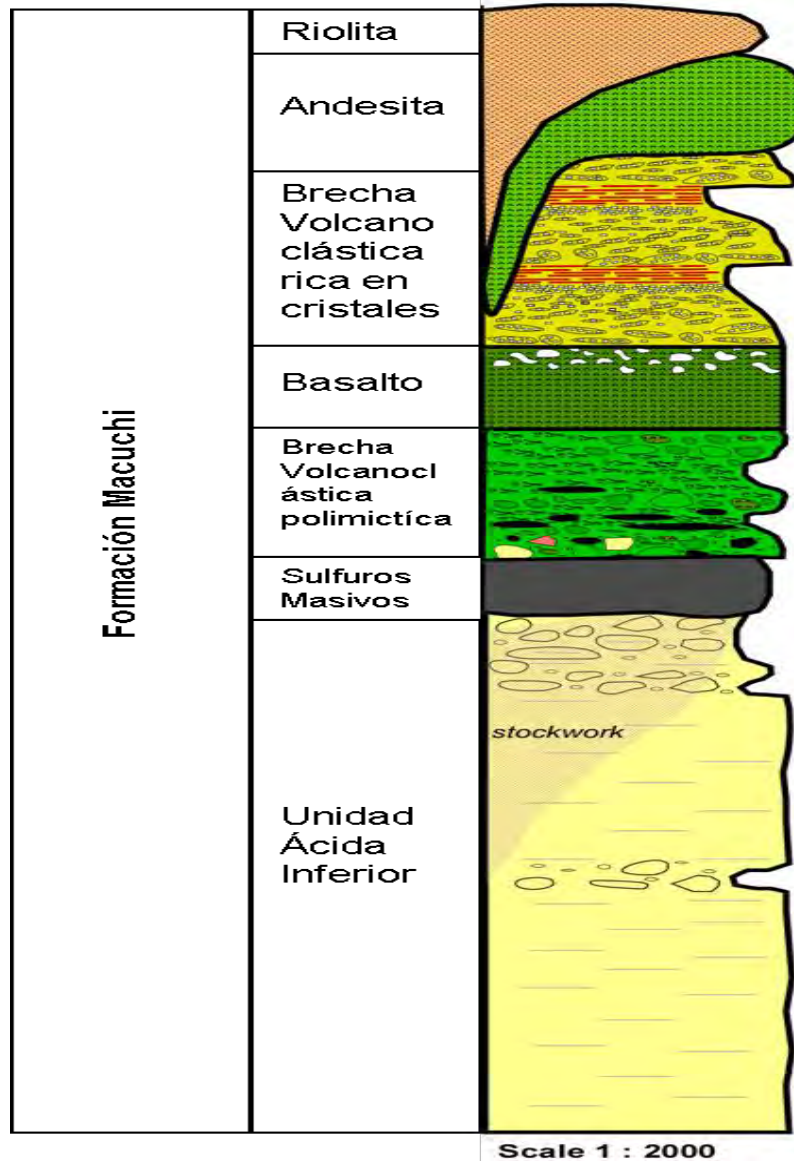


Figura 5-27 Columna que Muestra las Principales Litofacies del Depósito El Domo

Fuente y elaboración: Curimining S.A., 2021

5.1.4.3 Geología a Detalle

La geología de la concesión minera Las Naves es bastante simple, ya que existe una estratigrafía uniforme y bien definida. En resumen, incluye una unidad de riolacita basal superpuesta por dos secuencias volcánicas interdigitadas, una máfica y otra félsica, y dos litofacies más jóvenes, una andesítica y otra riolítica, que han invadido la secuencia tanto en el norte como en el sur del área.

Los sulfuros masivos se encuentran entre la riolacita y las rocas volcánicas, pero también dentro de las rocas volcánicas máficas. Estas últimas rocas denominadas *grainstone* o *grainstone Brecha* se interpretan como una unidad marcadora en la pared colgante inmediata de los sulfuros masivos (Franklin, 2009) que pueden usarse para guiar la exploración de recursos adicionales en todo el Proyecto. Los estratos son generalmente subhorizontales con una forma sinclinal. Numerosas fallas subverticales que golpean al norte y al este-noreste complican la geología general con desplazamientos verticales de hasta aproximadamente 50 m.

Los sulfuros masivos están relacionados con una zona de abundante alteración hidrotermal, que incluye una extensa sericización-silicificación en la pared del pie riódacítica y generalizada silicificación-cloritización-argilitización en las rocas volcánicas máficas suprayacentes. La riódacita alberga una zona de trabajo rica en sulfuros y abundante yeso que reemplaza a la anhidrita. La extensión lateral conocida de la mineralización masiva de sulfuros es de 1000 m por 800 m aproximadamente. La mineralización adicional aumenta la huella de la mineralización conocida hasta 1300 m por 1100 m aproximadamente.

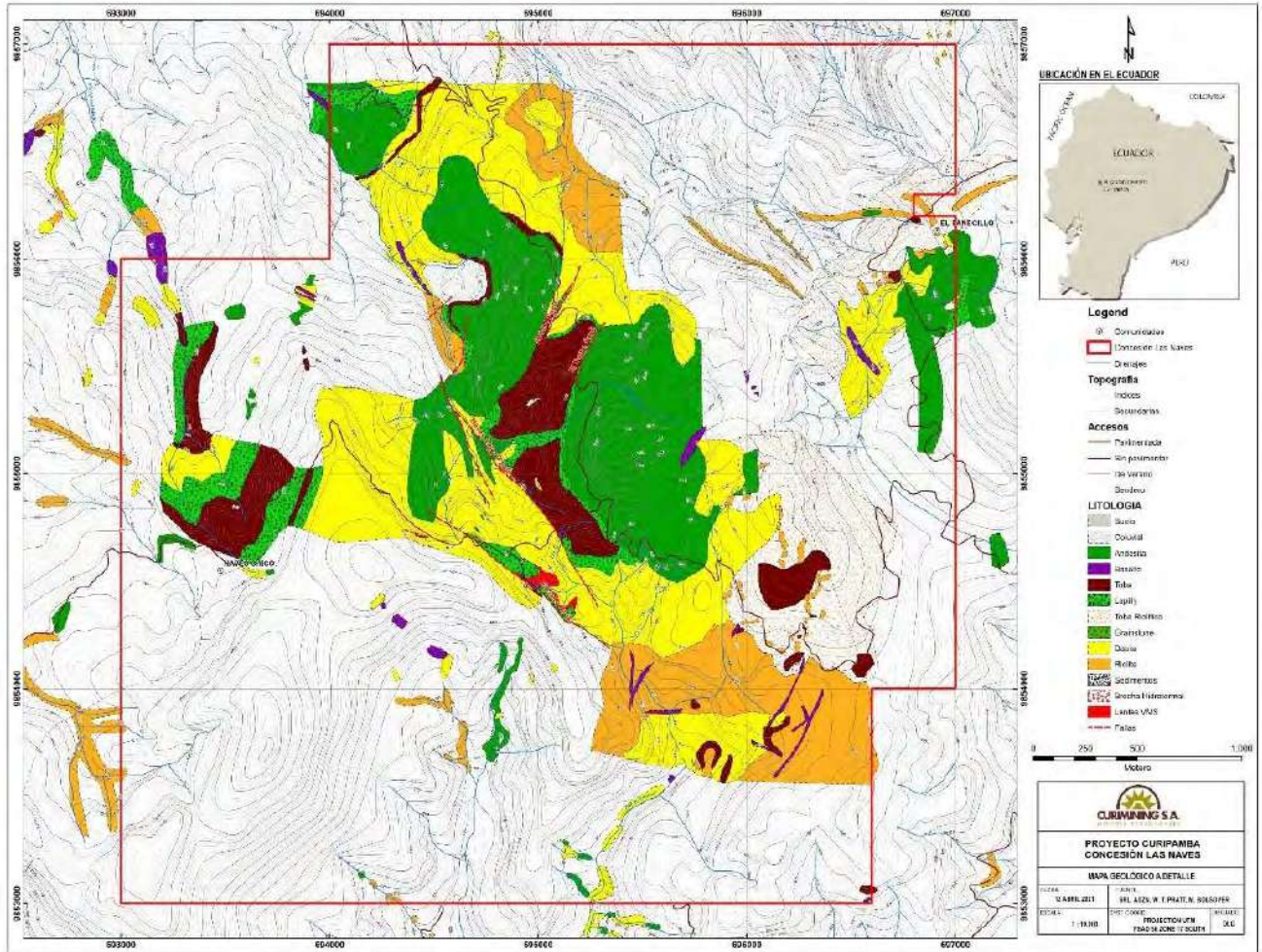


Figura 5-28 Geología Local del Depósito El Domo

Fuente y elaboración: Curimining S.A., 2021

La geología a detalle se ha separado en tres secuencias volcánicas bien definidas dentro de esta concesión, las que estratigráficamente están dispuestas subhorizontalmente: Unidad Superior, Unidad del Sulfuro Masivo y Unidad Inferior.

5.1.4.3.1 Litoestratigrafía

Unidad de Ácido Inferior

Este grupo de lavas ácidas forma la pared del pie a los sulfuros masivos e incluye lo siguiente:

Riolita

Las rocas más antiguas vistas en Las Naves comprenden un flujo verde claro a crema foliado a riolita con bandas de flujo. La roca tiene feldespatos euhédricos aislados (1-4 mm), cuarzo (1-5 mm) y fenocristales. La roca era originalmente vítreo de grano muy fino, y localmente muestra fracturas perlíticas, fracturas que sobrepresionan la foliación del flujo. También muestra una brecha generalizada, que en su mayoría se pueden interpretar como autobrecha.

Autobrecha Dacítica

La riolita está cubierta por una roca dacítica de color verde claro con una textura fragmentaria. Esto se caracteriza por bloques subangulares de dacita plagioclasa porfídica de grano fino, foliada por flujo dentro de un verde más oscuro, matriz originalmente vítrea. Donde esté más fresco y menos afectado por la alteración hidrotermal, la roca es vítrea, con fracturación perlítica y hialoclastita. La roca es esencialmente monomictica. Los clastos varían en tamaño desde unos pocos centímetros hasta al menos varios metros de diámetro. Se interpretó la textura de la brecha principalmente como autobrecha.

La brecha tiene una geometría concordante, por lo que es probablemente un flujo de lava. Al igual que con la riolita subyacente, se ha interpretado como un flujo de lava que emanó del colapso y del flujo lateral de una cúpula submarina cercana. Marca el final de la fase principal del vulcanismo ácido/félsico submarino, aunque algunas dacitas menores lo hacen ocurrir por encima del horizonte de sulfuros masivo. Las porciones más polimicticas de la brecha dacítica se interpretan como material ligeramente transportado, acumulándose en depresiones o por delante del frente de flujo.

5.1.4.3.2 Unidad de Sulfuros Masivos ("MSU")

Se utiliza este término para las camas entre la parte superior de la unidad de ácido inferior y la base de la unidad superior Unidad Tufácea ("UTU" en el mapa). La MSU alberga sulfuro masivo y está piritizado localmente. Por lo tanto, la MSU abarca la masiva del evento de formación de sulfuros; incluye tanto la pared del pie como la pared colgante para la mineralización. El espesor total mide unos 50 m.

La MSU parece estar completamente ausente en algunos lugares; por ejemplo, alrededor de 150 m al sur de esa zona las tobos de capa fina de la UTU parecen superponerse directamente a las autobrechas dacíticas (unidad de ácido inferior).

Grainstone

Este es el componente principal del MSU. En comparación con las tobos superpuestas, que tienden a ser dominadas por andesita o vidrio (*hialotuffs*), estas distintivas *grainstone* son muy polimicticas e incluyen un conjunto diverso de clastos. Estas incluyen:

1. Abundante lava de andesita porfirítica de grano muy fino de color verde a púrpura
2. Basalto negro magnético amigdaloidal vesicular
3. Vidrio desvitrificado de andesita-basalto, verde
4. Jaspe
5. Diorita menos común
6. Riolita porfirítica de cuarzo y feldespatos.

Existe un pequeño, pero importante, conjunto de clastos mineralizados e hidrotermalmente alterados en el *grainstone*. Estos ocurren generalmente de 1 a 5 m por encima del horizonte de sulfuro masivo más alto. Estos son clastos claramente alterados hidrotermalmente que fueron llevados al fondo marino y transportados; no fueron alterados *in situ*. Esto se demuestra por la mezcla de clastos vítreos relativamente frescos y clastos alterados. Los clastos incluyen:

1. Clastos con epidota + pirita
2. Clastos silicificados
3. Clastos de sulfuro masivos
4. Clastos de amatista muy raros

El *grainstone* que alberga los sulfuros masivos tiende a ser de color gris claro debido a la debilidad de la illita + alteración de pirita.

Por encima del horizonte de sulfuro masivo más alto, las tobas de lapilli se vuelven verdes y ricas en magnetita y clorita. El *grainstone* contiene clastos de sulfuro masivo (pirita + calcopirita + esfalerita), así como probables parches de sulfuro que crecieron *in situ* dentro de la toba. Esto es sugerido por la forma irregular y framboidal de algunos de los sulfuros.

Sulfuros Masivos

Los sulfuros, el yeso y la barita se encuentran en varias lentes inmediatamente por encima de la autobrecha dacítica y en su mayoría están alojados en *grainstone* de la MSU. Ellos comprenden cuerpos concordantes, de hasta unos metros de espesor que se pueden dividir en al menos tres tipos:

1. Sulfuro masivo con textura indistinta. En algunos lugares, una textura fragmentaria puede ser vista dentro de los sulfuros, lo que sugiere que pueden estar formados por la sustitución del *grainstone*.
2. Tobas y peperitas lapilli alteradas con sulfuros
3. Fragmentos de sulfuro transportados dentro de tobas de lapilli polimicticas

Yeso

Está muy extendido, sobre todo debajo y raramente entre los sulfuros masivos. Eso ocurre como venas masivas paralelas al lecho o reemplaza a los tobas lapilli, de modo que > 90 % del material comprende yeso de grano fino. El resto es generalmente una arcilla verde claro (illita) y pirita menor. El yeso también se encuentra en trabajos de almacenamiento debajo de algunos de los sulfuros masivos, dentro de la autobrecha dacítica. Debido a que es tan dúctil, el yeso ha sido removilizado por la actividad tectónica en algunos lugares.

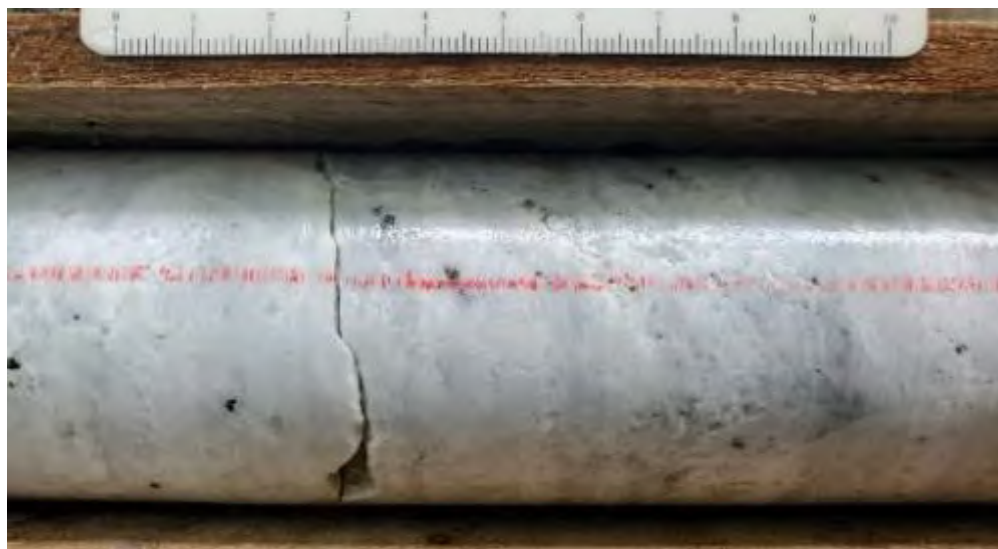


Figura 5-29 Zona de Masivo de Yeso

Fuente y elaboración: Curimining S. A., 2021

5.1.4.3.3 Unidad Tobácea Superior (UTU)

La unidad consta de tobas verdes de capa fina a media, tobas cristalinas y raras y delgados lechos de toba lapilli de grano fino. Algunas de las estratigrafías se asemejan a turbiditas con gradación. Las rocas comúnmente muestran hundimientos y fallas sedimentarias sintéticas. Las rocas sin meteorización son duras y verdes; sin embargo, por lo general son de color marrón pálido y están profundamente desgastados en la superficie.

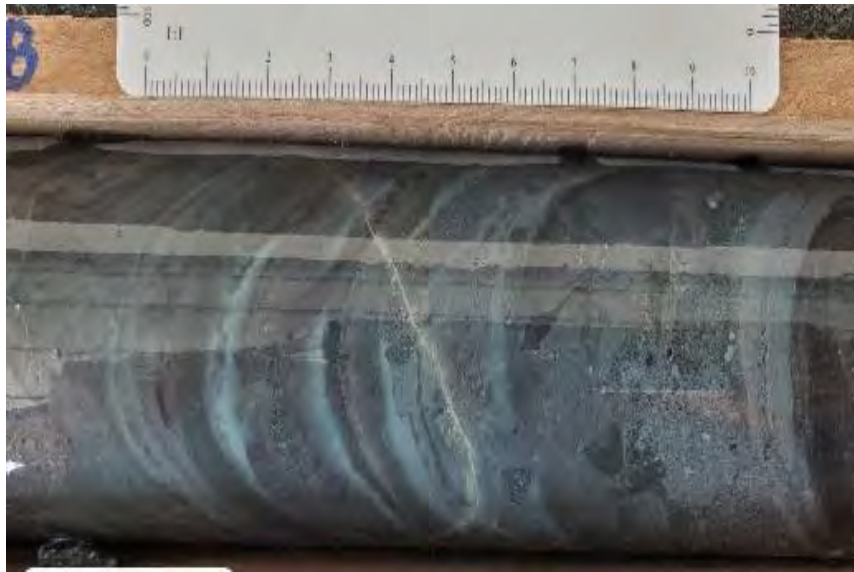


Figura 5-30 Color Verde Oscuro, Grano Fino por Tramos, Apariencia de Lodos Finos Bandeados

Fuente y elaboración: Curimining S.A., 2021

Estos estratos representan un período de relativa paz y acumulación distal de sedimento tobáceo después de la fuerte actividad tectónica durante el desarrollo de los sulfuros masivos. Los sedimentos de grano fino y tobas rellenaban la topografía del graben. La deformación sinsedimentaria es consistente con su ocurrencia dentro de un graben. La bioturbación indica condiciones oxidantes.

Andesitas Porfíricas

Estos están muy extendidos en la concesión de Las Naves. Forman la intrusión de El Domo e importantes diques que chocan con el NNW dentro de la Unidad de Ácido Inferior. La intrusión de El Domo tiene contactos abruptos. La andesita comprende una luz de grano muy fino, masa de tierra verde, localmente de vidrio desvitrificado, con fenocristales de plagioclasa aislados dispersos (1-3 mm). La intrusión se caracteriza por amígdalas, localmente estriadas en un flujo de débil foliación. Las amígdalas comprenden un mineral laminado de color rosa pálido con una dureza de alrededor de 4; este mineral no reacciona con ácido clorhídrico al 10 %. Las venas de estilbita también están muy extendidas dentro de la intrusión.



Figura 5-31 Andesita

Fuente y elaboración: Curimining S.A., 2021

En conclusión, la litoestratigrafía de El Domo es la siguiente:

1. Unidad ácida inferior-LAU
 - a. Dacita y riolita autobrechada (sistema de domos)
 - b. En la raíz del sistema se tiene un *stockwork* de pirita/calcopirita/esfalerita (*stringer*).
2. Unidad del sulfuro masivo-MSU
 - a. Lapilli Tuff polimíctica con clastos de sulfuros (*grainstone*)
 - b. Sulfuros masivos y semimasivos ricos en calcopirita, esfalerita, galena, pirita y baritina
 - c. Niveles masivos y *stockwork* de yeso
 - d. Brechas hidrotermales con matriz de pirita y en menor cantidad esfalerita y calcopirita
3. Unidad tobácea superior-UTU
 - a. Intrusión andesítica (*stock* El Domo) postmineral
 - b. Tobas finas y tobas líticas (lapilli tuff) de composición andesítica

El cuerpo mineral ha marcado una zonificación lateral y vertical con una zona más rica en Cu y una zona externa de Zn-Pb-barita.

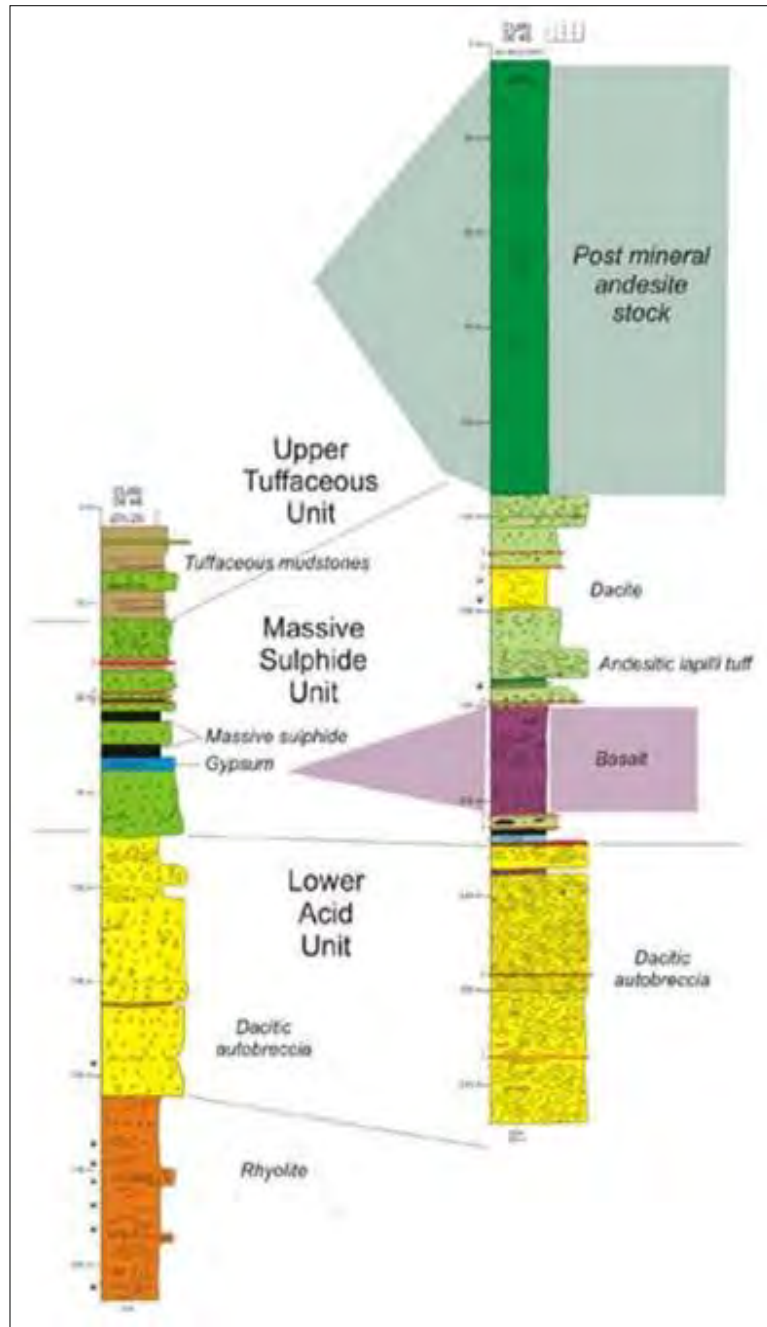


Figura 5-32 Correlación de Unidades Litológicas del El Domo, W. Pratt, 2009

Fuente: Curimining S.A., 2021

Brecha Hidrotermal

También aparece con frecuencia en las perforaciones exploratorias. Son brechas hidrotermales y diques de guijarros de hasta varios metros de ancho; la brecha no está muy extendida. Las autobrechas en la unidad de ácido inferior son monómicas, estratiformes y concordantes con la litoestratigrafía; además, no muestran el típico molido matriz de una diatrema. Los fragmentos descritos como "fragmentos juveniles" probablemente sean simplemente restos de material vítreo original en la masa base de las autobrechas de riolita y dacita.

A continuación, se presenta la documentación fotográfica de los afloramientos litológico más representativos:

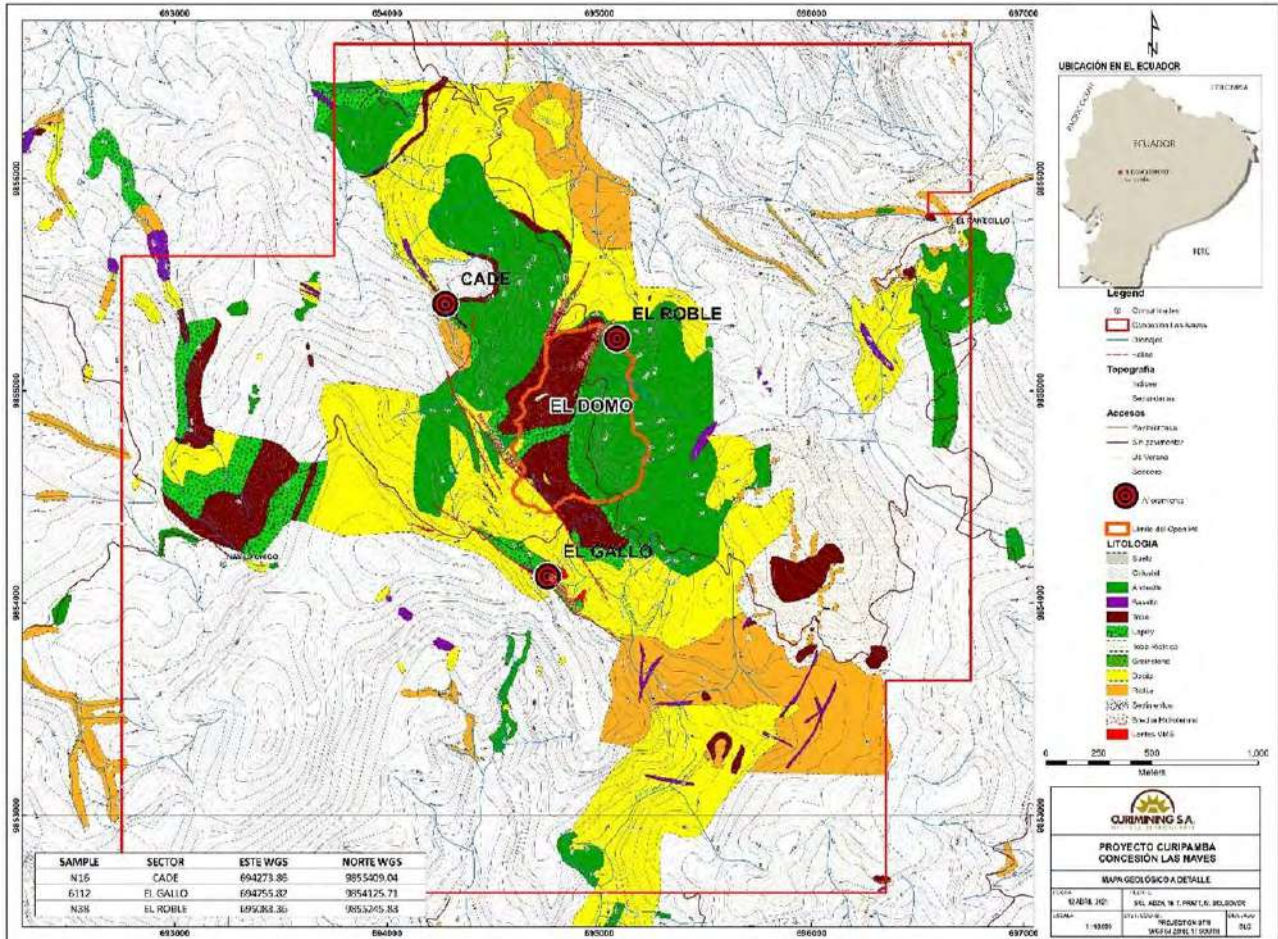


Figura 5-33 Ubicación de los Afloramientos Documentados

Fuente: Curimining S.A., 2021

El Gallo



Figura 5-34 Afloramiento saprolitizado de brechas hidrotermales con clastos de sulfuros masivos en matriz de tobas finas.

Fuente: Curimining S.A., 2022

El Roble



Figura 5-35 Afloramiento de sulfuros masivos

Fuente: Curimining S.A., 2022

Cade



Figura 5-36 Afloramiento de Riolita con intensa alteración argílica.

Fuente: Curimining S.A., 2022

Andesita



Figura 5-37 Testigos de Perforación de Andesita, Sondeo CURI: 142, caja 9 – 10 .

Fuente: Curimining S.A., 2022

Toba



Figura 5-38 Testigos de Perforación de Toba. Sondeo CURI: 129, caja 9 – 10 .

Fuente: Curimining S.A., 2022

Lapilli

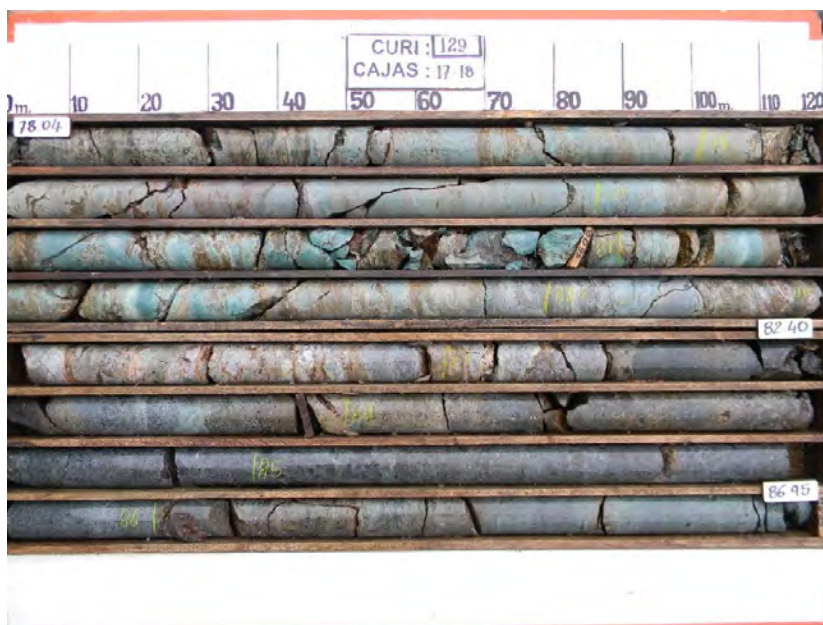


Figura 5-39 Testigos de perforación de lapilli. Sondeo CURI: 129, caja 17 – 18 .

Fuente: Curimining S.A., 2022

5.1.4.4 Geología Estructural

En 2019 Roscoe Postle Associates Inc. (RPA) actualizó el modelo geológico de El Domo utilizando el software Leapfrog Geo (versión 5.1), incorporando el modelo estructural y la litología más detallada obtenida de recientes perforaciones. Los principales tipos de rocas incluyen riolita, andesita, dacita y toba. La unidad de dacita engloba cuerpos litológicos más pequeños, como yeso, brechas hidrotermales y diques de basalto (RPA, 2019).

La mineralización de metales básicos y preciosos en El Domo ocurre principalmente en una zona tabular compuesta por sulfuros semimasivos a masivos. Los lugares secundarios de mineralización se encuentran en una zona de brechas en la base inmediata del sistema de la zona de sulfuros masivos volcanogénicos (VMS) y en lentes más pequeños a lo largo de la pared de la zona de sulfuros masivos volcanogénicos.

5.1.4.4.1 Modelo Litológico

Roscoe Postle Associates Inc. (RPA), 2019 utilizó una combinación de registros geológicos, ensayos, información seccional y un tipo de roca modelo para construir un modelo geológico dentro de cada bloque de falla. RPA modeló el horizonte de sulfuros masivo basado en información del registro litológico; sin embargo, donde se habían registrado intercepciones de perforaciones de alto grado en litología, el modelo se ajustó para incluirlos en el dominio de sulfuros masivos.

RPA calculó un valor NSR para todos los intervalos de ensayo utilizando los cinco metales relevantes: Au, Ag, Cu, Pb y Zn. Dado que la mineralización en el Proyecto no exhibe una zonificación uniforme de ningún metal particular, este enfoque asegura que todos los elementos contribuyan uniformemente a los valores de la intersección ensayada.

Los lentes más pequeños de mineralización se modelaron utilizando solo el valor NSR calculado. Estos lentes se asocian típicamente con las unidades de brecha hidrotermal que ocurren en la pared del pie del dominio de sulfuro masivo. Las unidades litológicas incluidas en el modelo actual y sus respectivos códigos utilizados en la estimación de recursos minerales se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 5-23 Dominios Litológicos del Depósito El Domo, NI 43-101, 2019

Dominios Litológicos Depósito El Domo	
Litología	Código de Roca
Andesita	110
Basalto	120
Brecha	130
Dacita	140
Yeso	150
Riolita	160
Tuff	170
Lapilli Tuff	180
T-Riolita	190
Mineralización de Dominios	
VMS	1600
<i>Grainstone</i> como indicador interno de caja	2000
<i>Grainstone</i> como indicador externo de caja	2100
Brecha hidrotermal (BxH)	3000

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2021

Las estructuras de mineralización existentes formaron la base para el análisis de datos exploratorios y restricciones de dominio durante la interpolación de los elementos nocivos. La figura a continuación muestra una vista oblicua de los dominios mineralizados.

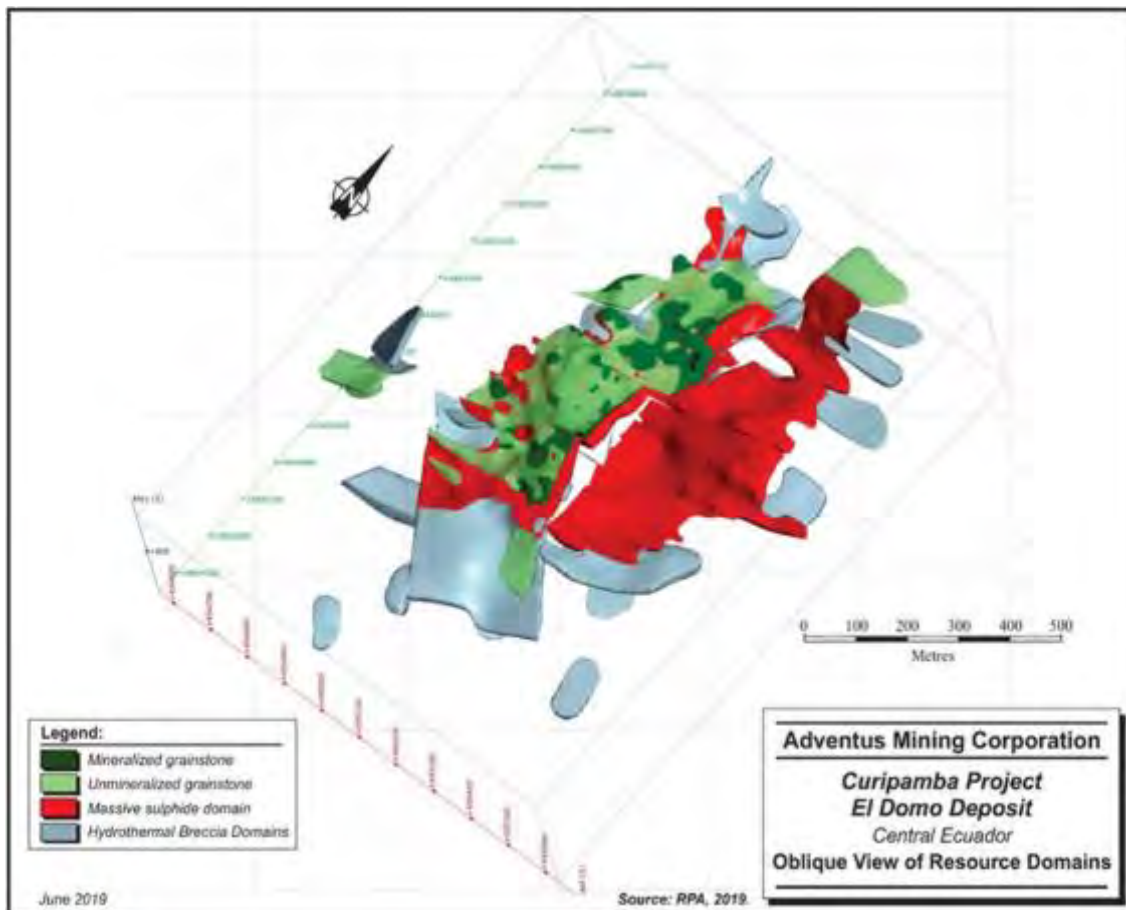


Figura 5-40 Vista Oblicua de los Dominios de Recursos, NI 43-101, 2019

5.1.4.4.2 Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2021 Validación del Modelo Litológico

La validación del modelo litológico consistió en la inspección visual de la correspondencia entre los intervalos litológicos de los sondajes comparados con el sólido de la unidad modelada. Esta inspección visual se ha realizado en diferentes direcciones: norte-sur, este-oeste y por niveles. Cabe destacar que Leapfrog además de construir los sólidos 3D permite visualizar secciones en cualquier dirección.

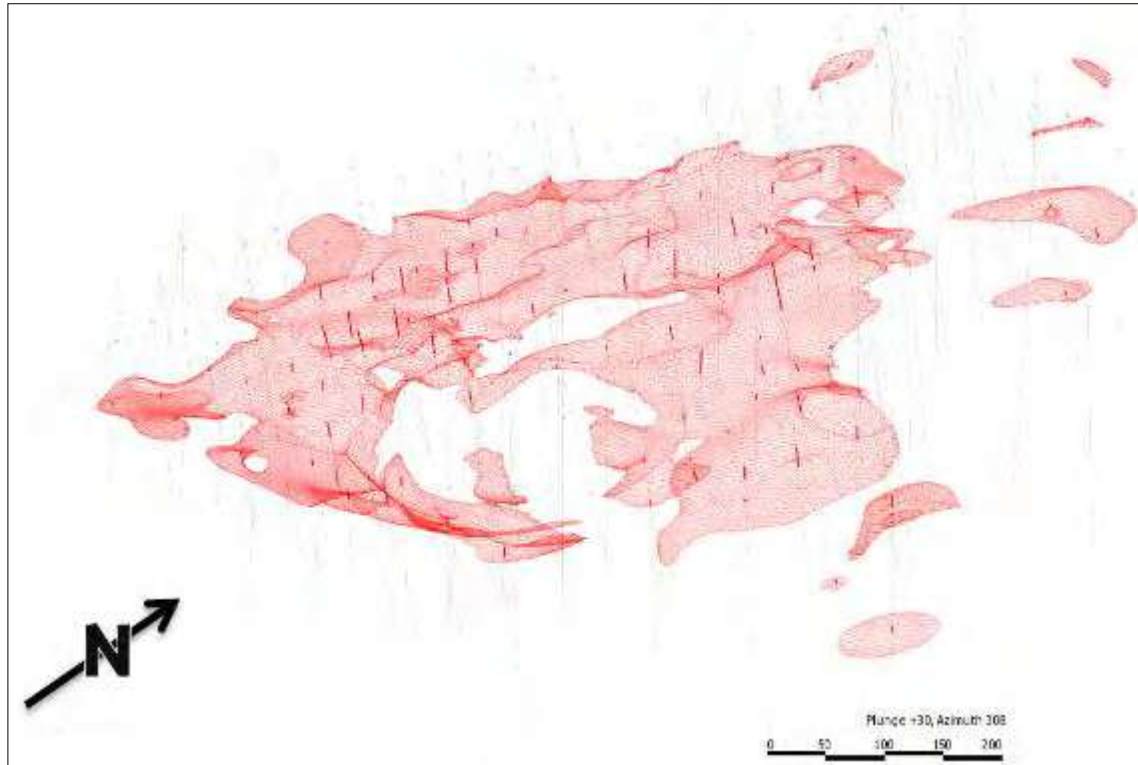


Figura 5-41 Modelo 3D Generado de la Unidad VMS donde se Resaltan los Interceptos Mineralizados, NI 43-101, 2019

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2021

Adicionalmente a la inspección visual realizada, se ha llevado a cabo una validación del modelo litológico con la revisión de la correspondencia de los intervalos del registro litológico comparados con la codificación lograda en los intervalos dentro de los sólidos. El proceso de codificación ha sido realizado en la aplicación Vulcan, utilizando la herramienta *Flag Samples*.

5.1.4.4.3 Modelo Estructural

Utilizando los registros geológicos, secciones transversales-verticales, secciones longitudinales y los mapas geológicos de superficie se creó un modelo estructural preliminar compuesto por once fallas. Este modelo fue la base para todos los modelos de dominio y se utiliza para controlar las compensaciones verticales de unidades litológicas y dominios mineralizados.

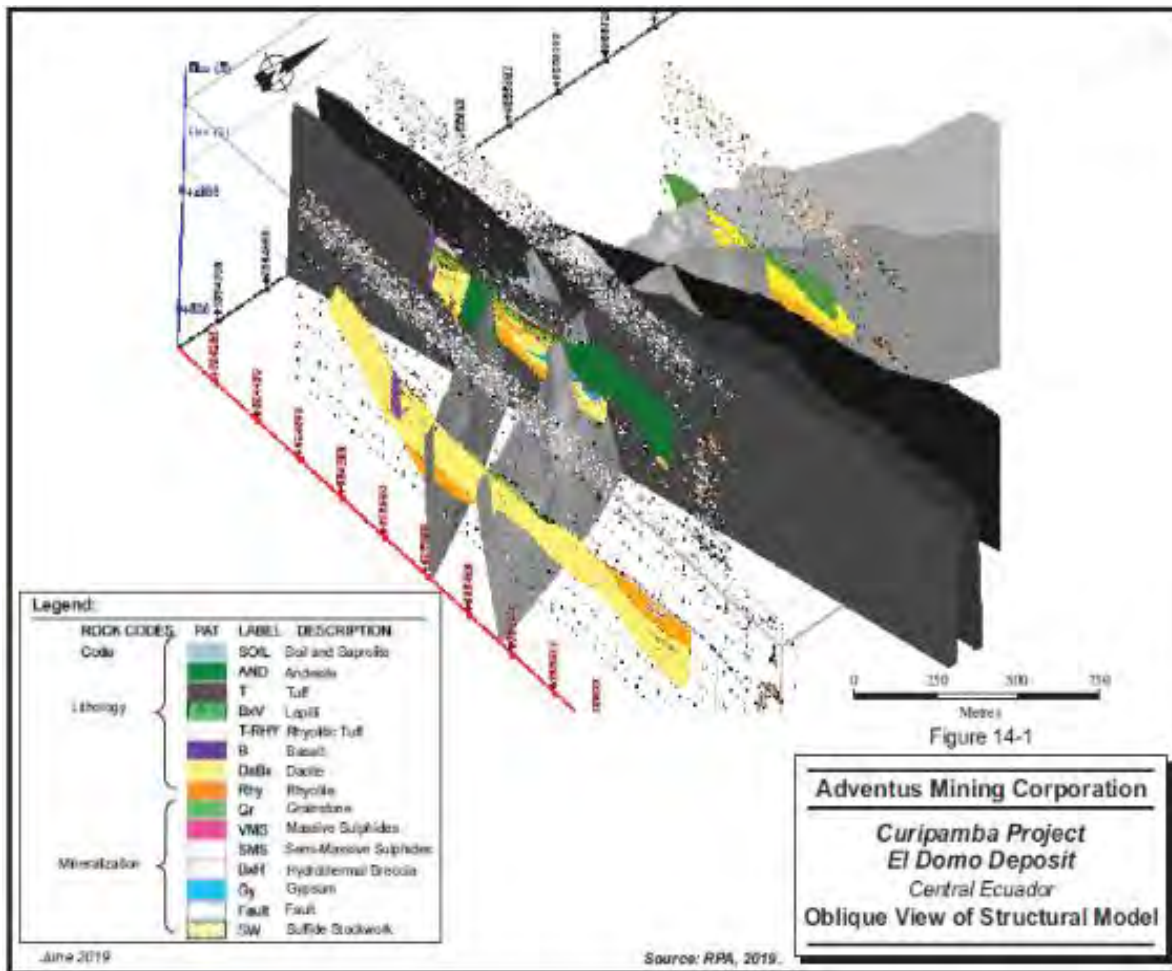


Figura 5-42 Vista Oblicua del Modelo Estructural, NI 43-101, 2019

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

Seguidamente se encuentra detallado los cortes geológicos transversal que exprese gráficamente el modelo geológico estructural propuesto:(Anexo C. Respaldos LB, C.1. Físico, C.1.11 Geología, C.1.11.1 Cortes geológicos)

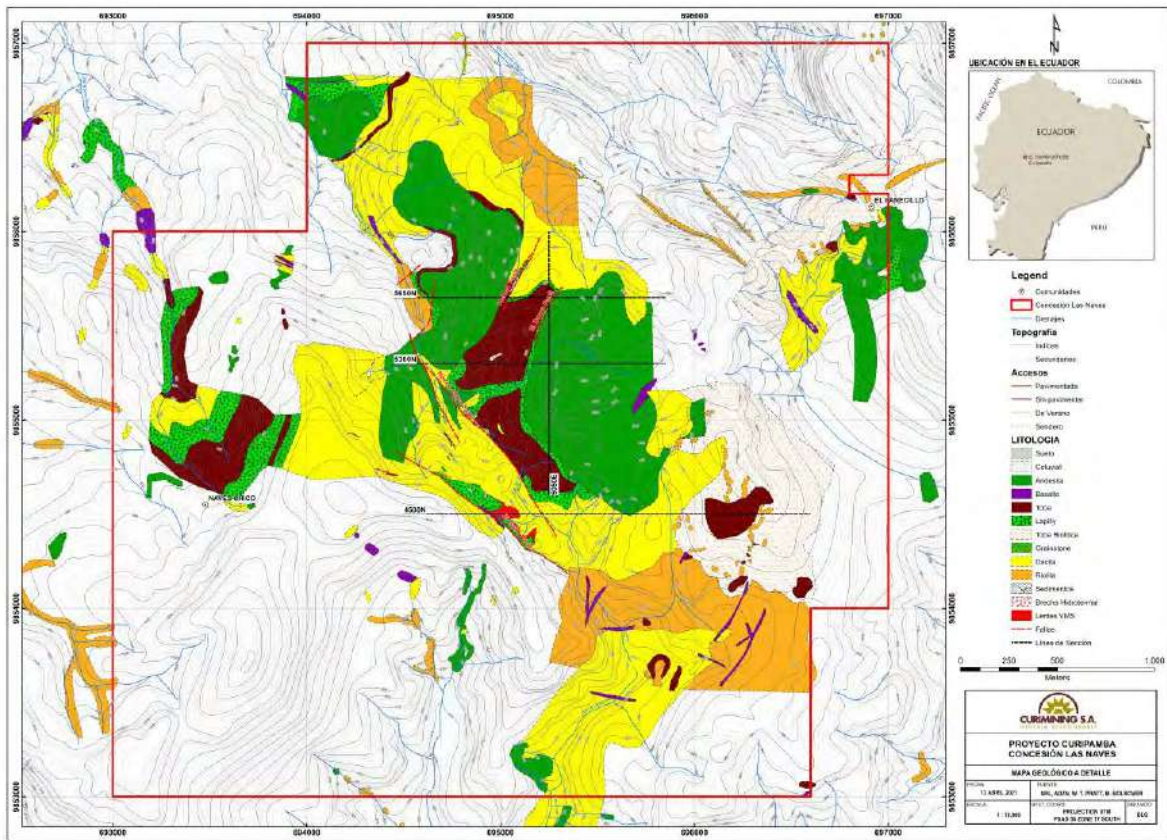


Figura 5-43 Mapa Geológico de Depósito EL DOMO con Ubicación de Secciones Geológicas.

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

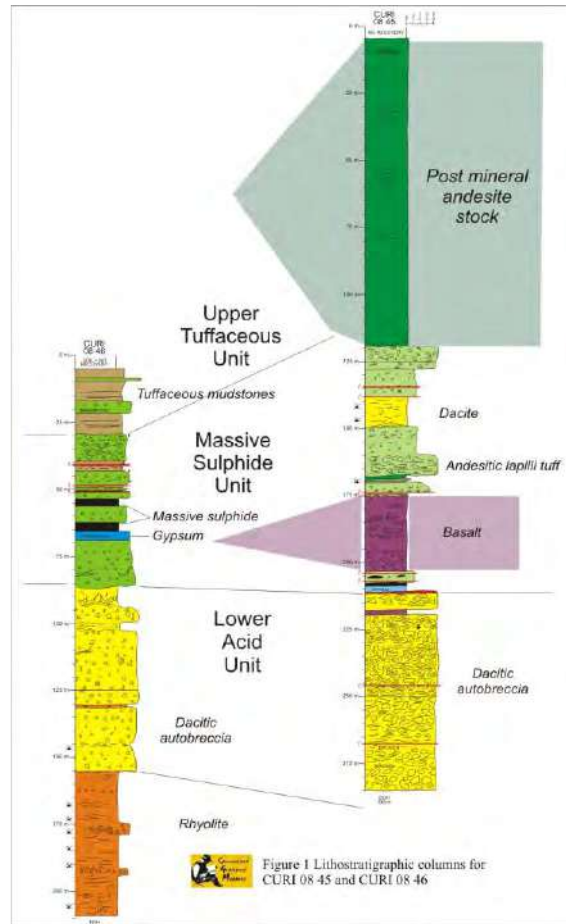


Figura 5-44 Columna estratigráfica detallada del depósito EL DOMO

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

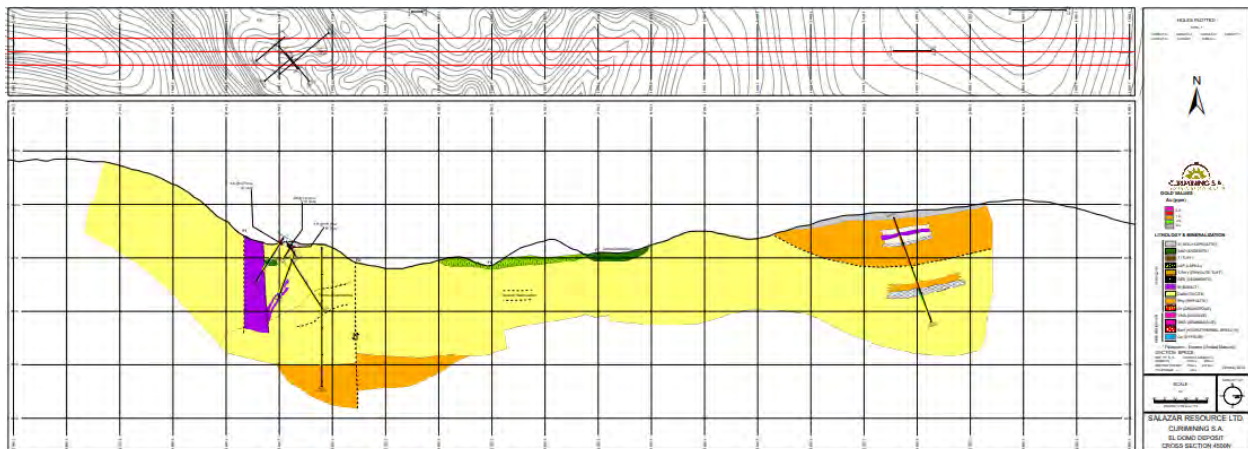


Figura 5-45 Sección E-W, 4500N

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

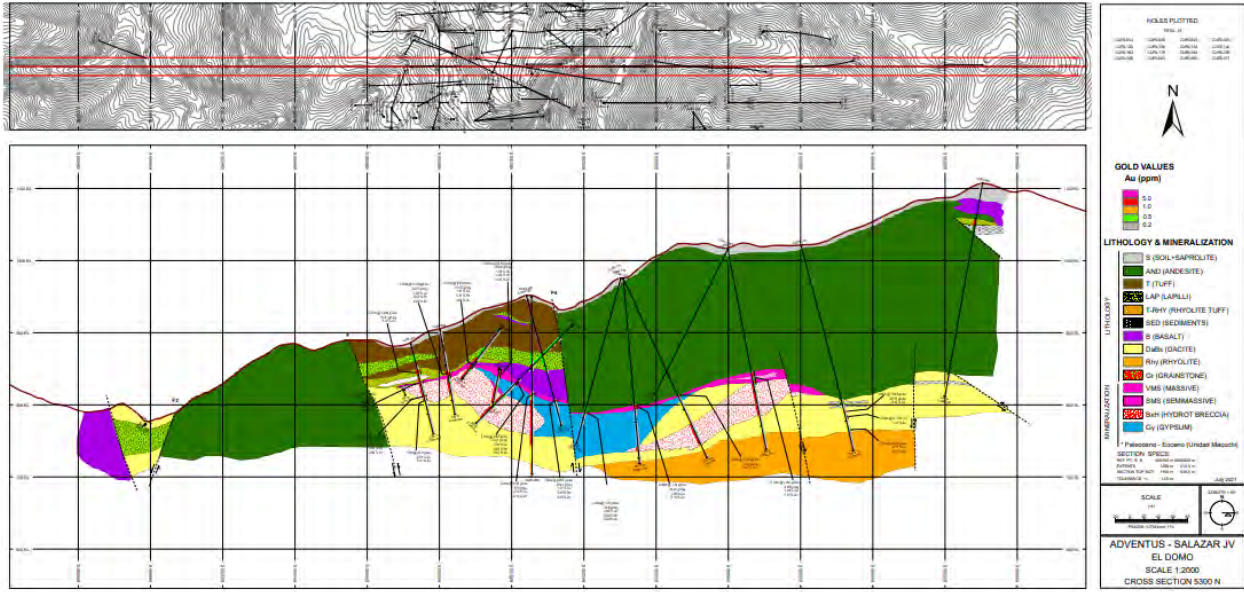


Figura 5-46 Sección E-W, 5300N

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

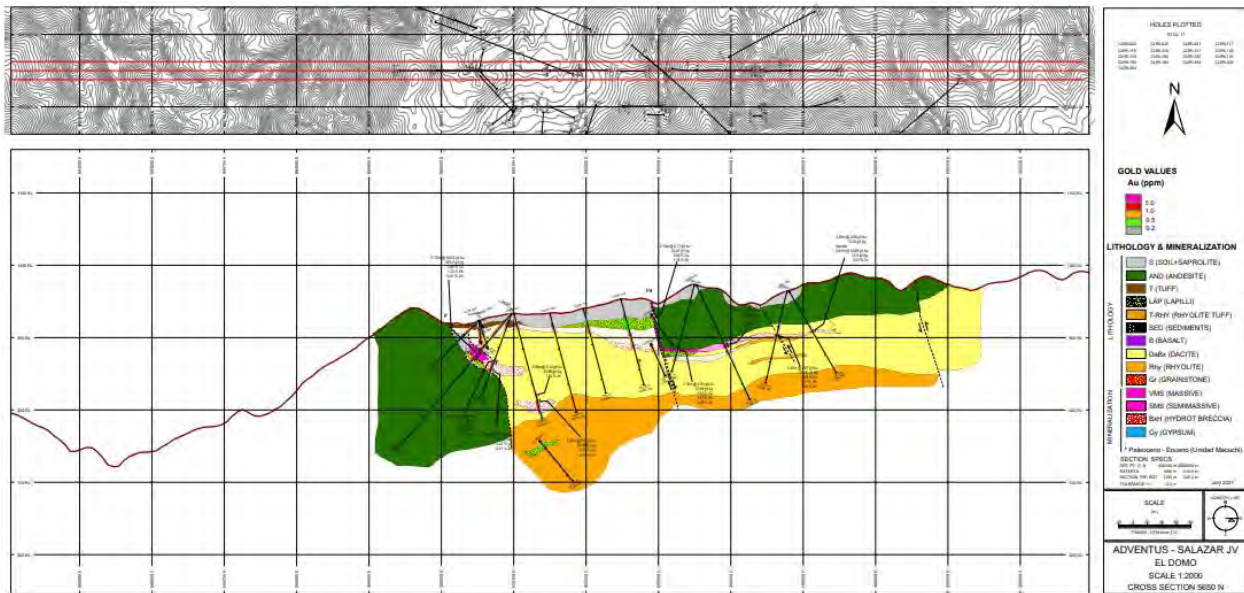


Figura 5-47 Sección E-W, 5650N

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

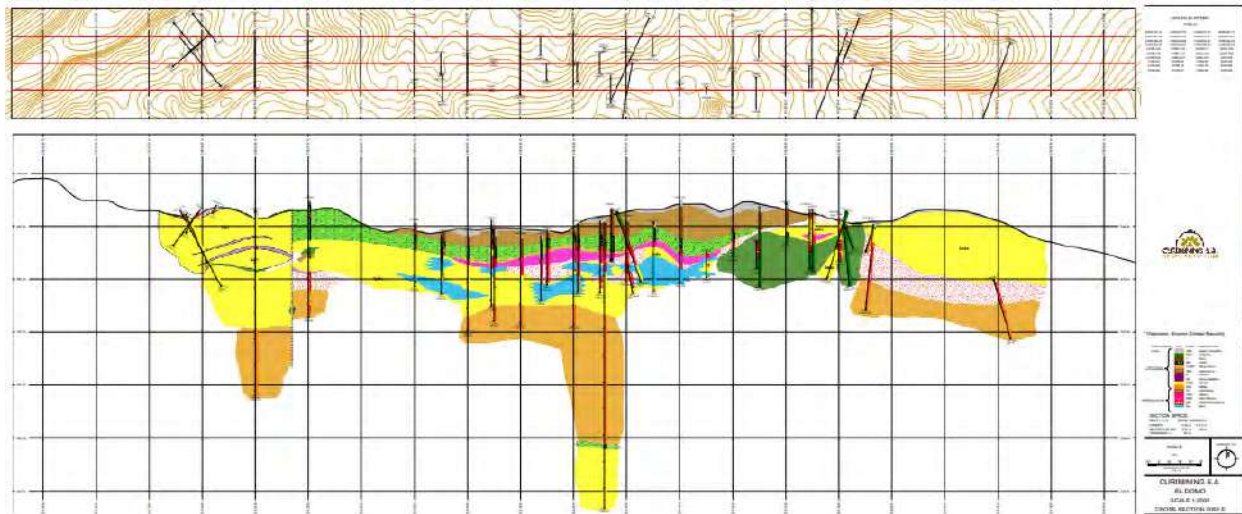


Figura 5-48 Sección S-W, 5050N

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

5.1.4.4 Mineralización

Pratt (2008) fue el primero en documentar y describir un entorno VMS tipo Kuroko en las concesiones de Curipamba. Estableció una litoestratigrafía para el área de Las Naves/El Domo en la que la mineralización masiva de sulfuros se basa en una secuencia de paredes de pie de rhyolite y autobreccias dacíticas. Dividió la mineralización de sulfuros en cinco tipos:

1. Sulfuros masivos con textura indistinta. En algunos lugares, se puede ver una textura fragmentaria dentro de los sulfuros, lo que sugiere que pueden estar formados por el reemplazo de la toba lapilli.
2. Sulfuro-alterados lapilli tobas y peperitas.
3. Fragmentos de sulfuro transportados dentro de tobas polimíticas de lapilli.
4. Sulfuro "pseudo"-fragmentos dentro de tobas polimíticas de lapilli.
5. Chert síliceo raro, finamente laminado con sulfuros anillados.

La zona mineralizada en El Domo es un depósito de VMS de tipo Kuroko intacto, vertical y ligeramente perturbado. Como tal, muestra la zonificación característica del tipo de modelo desde el área de la tubería alimentadora subyacente a través de variaciones verticales y laterales hacia arriba hasta la terminación abrupta de los sulfuros masivos contra el marcador característico de piedra de grano de pared colgante definido por Franklin et al. (2005). Con el tiempo, la evolución del sistema hidrotermal de mineralización y el crecimiento del depósito mineralizado representan el espectro de tipos de mineralización distinguidos por Pratt.

Schandl (2009) realizó un estudio petrográfico en 17 muestras de núcleos de la zona de Naves Centrales y proporcionó los primeros detalles sobre la mineralogía. La esfalerita, la calcopirita y la pirita son los sulfuros principales en las rocas mineralizadas de la perspectiva de Curipamba. La galena es menos común, y la tennantita/tetraedrita y la covelina son fases menores. El oro se identificó dentro de la esfalerita + galena + mineralización de barita, donde se produce como inclusiones diminutas (5 μm a 50 μm) en la esfalerita. La esfalerita con bandas coliformes también contiene una abundancia de grandes inclusiones parcialmente disueltas de galena esquelética. El examen microscópico cuidadoso reveló que el oro fue introducido a la esfalerita vía fracturas con último calcopirita. El oro diminuto también se produce en el borde de alguna galena y se intercala con algo de calcopirita. La galena es parcialmente reemplazada por

tennantita, y está bordeada y cruzada por vetas de calcopirita. También se identificaron dos pequeños granos de oro en una veta de carbonato tardío que cruza la esfalerita. La esfalerita es un miembro final de zinc puro con poco o ningún contenido de hierro. En varias muestras, la esfalerita es coliforme anillada y, al igual que algunas piritas, a menudo tiene textura framboidal.

La evidencia sugiere que la galena era en gran parte contemporánea con la esfalerita, y ambas posfrecadas con la piritita. La tennantita y la tetraedrita representan una fase relativamente menor y ambas cristalizadas a expensas de la galena y menos comúnmente de la piritita. Calcopirita fue el último sulfuro en cristalizarse en el ensamblaje polimetálico. En algunas muestras, la piritita fragmentada y la esfalerita se "inundan" y se reemplazan en parte por calcopirita masiva. Localmente, la calcopirita se tiñe de un color púrpura/azul inusual. El análisis de microsonda mostró que en estos dominios la calcopirita tiene una química inusual, y contiene 2,2 % a 3,7 % en peso Br. Galena se produce como una inclusión esquelética en calcopirita y como reemplazo después de la piritita. Contiene inclusiones de esfalerita, y puede ser parcialmente reemplazado por tennantita y tetraedrita. La covelina y la calcocianita se encuentran dentro de los sedimentos. La covelina forma un borde en la esfalerita detrítica y algo de piritita, y la calcocianita (cu-sulfato anhidro) se disemina a través de la matriz. La barita es el mineral de la ganga principal (Schandl, 2009).

La mineralización en El Domo está ampliamente zonificada con un "casquillo" superior de barita, enriquecido variablemente en esfalerita de sílice, galena y oro. Este casquillo está cubierto por una zona de sulfuro masivo con zonificación local de mineralización rica en zinc a lo largo del contacto de la pared colgante y una base rica en cobre. Vallejo et al. (2016) describe la zonificación vertical de sulfuros masivos bien desarrollados donde el *stockwork* se clasifica a más de unos pocos metros en piritita masiva que se sustituye irregularmente por abundante calcopirita. La zona rica en cobre está cubierta por la zona de zinc-plomo dominada por la esfalerita de grano grueso de bajo hierro, y la galena esquelética asociada con piritita subordinada. El contacto entre las zonas de cobre y zinc-plomo es polimetálico y marca la sustitución del ensamblaje zinc-plomo por el rico en cobre.

La mineralización en la piedra de grano muestra evidencia de al menos dos eventos de mineralización. Los sulfuros incluyen brechas que parecen haber sido causadas por alguna forma de colapso (posible disolución de anhidrita), mientras que los espacios intersticiales fueron rellenados por esfalerita y, en algunos casos, calcopirita. Esta textura de reemplazo de brechación es común en muchos montículos de sulfuros masivos a medida que crecen por "desplazamiento" o expansión. Durante este proceso, el núcleo de un montículo es constantemente impregnado por fluido hidrotermal de alta temperatura, desplazando los minerales de baja temperatura hacia el exterior y dando lugar a un refinamiento constante de la zona de mineralización. Algunas muestras de sulfuro masivo en CURI 0-08-48 presentan características ovoides que pueden ser reemplazadas por gusanos de tubo que se han incorporado en un montículo de sulfuro en crecimiento en el fondo marino (Franklin, 2009).

Los sulfuros masivos se localizan en una zona de almacenamiento que se caracteriza por la alteración cuarzo-sericíticos y probablemente se relacionó con un evento importante de brechación hidrotermal (Vallejo y otros, 2016). La mineralización del sulfuro ocurre en vetas de cuarzo con piritita y algunas proporciones de calcopirita, esfalerita y galena menor. Además, los sulfuros pueden ocurrir como reemplazos de la riódacita alterada tanto en diseminaciones como en texturas que imitan las bandas de flujo magmático (Vallejo y otros, 2016).

Las composiciones de sulfuro y metales preciosos tienen numerosas características inusuales, generalmente asociadas con sistemas de alta temperatura que han logrado hervir justo antes de su expulsión en o cerca del fondo marino. El oro excepcionalmente alto registrado en muchas de las zonas superiores en todos los sucesos, junto con el anómalo contenido de antimonio, arsénico, mercurio y bromeo de algunos de los minerales solo puede lograrse mediante este proceso, que permite una precipitación de oro excepcionalmente eficiente. El oro se conserva en la fase de vapor de un fluido hidrotermal, y por lo tanto puede depositarse en un área mucho más amplia que los metales comunes.

5.1.5 **Hidrogeología**

5.1.5.1 **Metodología**

Para la elaboración del Mapa Hidrogeológico Regional del Proyecto se empleó como referencia el Mapa Hidrogeológico del Ecuador, Senagua 2015, que emplea la metodología propuesta por la UNESCO, CGWM, IAH and BRG. *50 Years of Hydrogeological Mapping Activities*. 2014, el Mapa Geológico Regional del proyecto Curipamba, área de Las Naves/El Domo (Beate, 2007) a 1: 25 000 y la base topográfica del área a escala 1: 25 000.

Tabla 5-24 Rangos de Permeabilidad

Rango (m/s)	8,10*10-12	3,47*10-9	5,6*10-7	5,79*10-5	4,63*10-3	3,47*1
Clasificación	Impermeable	Poco permeable	Algo permeables	Permeable	Muy permeable	
Clasificación de la formación	Acuicludo	Acuitardo	Acuífero pobre	Acuífero regular a pobre	Acuífero excelente	
Ejemplo de materiales	Arcilla compacta	Limo areno	Arena fina	Arena limpia	Grava limpia	
	Pizarra	Limo	Arena limosa	Grava y arena		
	Granito	Arcilla limosa	Caliza fracturada	Arena fina		

Fuente: Custodio, E. y Llamas, M. R., 1983. Hidrología subterránea [segunda edición]. Ediciones Omega, S. A.
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

A partir de la información existente y en base a la relación directa existente entre la litología, la permeabilidad estimada y el comportamiento hidrogeológico de una unidad, a continuación, se realiza la caracterización hidrogeológica de las rocas presentes en el área del Proyecto.

El propósito del análisis hidrogeológico fue proveer una descripción de las unidades litológicas que se encuentran en la zona de estudio y determinar las características básicas de los acuíferos potenciales que existen en la zona. En la descripción se presentan datos sobre parámetros que facilitan la clasificación de las unidades litológicas de acuerdo con su capacidad y utilidad.

El análisis hidrogeológico del sector del área de implantación del proyecto Curipamba - El Domo, se realizó sobre la base de los diferentes estudios y muestreos hidrogeológicos que lleva a cabo Curimining S.A.

5.1.5.2 **Hidrogeología Regional**

Las características hidrogeológicas regionales del área de estudio se analizaron sobre la base de la litología y grado de permeabilidad estimada, debido a porosidad intergranular y/o fracturamiento que presentan las formaciones geológicas aflorantes en el sector; estos factores determinan la posibilidad de contener acuíferos de variadas características. El Mapa Hidrogeológico (Anexo B. Cartografía, Mapa 5.1-7-B Hidrogeológico) muestra la hidrogeología regional del área de estudio; así, en las siguientes tablas se resumen las características hidrogeológicas de las unidades aflorantes:

Tabla 5-25 Unidades Litológicas por Permeabilidad Intergranular

Unidad Litológica	Permeabilidad Estimada	Tipos de Acuíferos	Vulnerabilidad Estimada
Depósitos coluviales	Media-baja: M-B	Superficiales, locales, muy discontinuos, de bajo rendimiento. Niveles piezométricos < 5 m	Media

Fuente: Curimining S.A.
Elaboración: Cardno Entrix, junio 2021

Tabla 5-26 Unidades Litológicas por Permeabilidad por Fracturamiento

Unidad Litológica	Permeabilidad Estimada	Tipos de Acuíferos	Vulnerabilidad Estimada
Unidad Macuchi:	Baja: (B)	De muy bajo rendimiento, en zonas muy fracturadas. Niveles piezométricos mayores a los 20 m	Baja
(lavas volcánicas. Brecha diatreme.			
Brecha hidrotermal.			
Dacita porfirita.			
Riodacita a riolita)			
Quarzo-diorita			

Fuente: Curimining S.A.
Elaboración: Cardno Entrix, junio 2021

5.1.5.2.1 Unidades Litológicas Permeables por Porosidad Intergranulares

Unidades Litológicas de Permeabilidad Media a Baja (M - B)

Corresponde a los depósitos coluviales, de potencia entre 2 y 5 m, son masivos compuestos por bloque, gravas arcillosas y gravas limosas de baja media a permeabilidad con baja posibilidad de contener acuíferos, cuyos niveles piezométricos son mayores a los 5 m de profundidad. En esta unidad hidrogeológica es frecuente encontrar vertientes de caudales bajos e incluso de tipo intermitente que por lo general aportan al caudal de base de los drenajes superficiales del sector. Se lo puede conceptualizar como un acuitardo.

Unidades Litológicas de Permeabilidad Baja (B)

Corresponde al mayor porcentaje del área analizada. La litología pertenece a la unidad Macuchi y rocas volcánicas e intrusivas compuestas principalmente de flujos de lavas andesíticas, pórfidos dacíticos, riodacita, riolitas y en menor proporción cuarzo dioritas, que permiten asignarle una permeabilidad baja. La permeabilidad media geométrica más baja se observa en la dacita meteorizada ($2,6 \times 10^{-7}$ m/s) y la permeabilidad media geométrica máxima se observa en la interfaz saprolito/roca madre meteorizada ($1,0 \times 10^{-5}$ m/s) (Klohn Crippen Berger Ltd., 2021), determinado con ensayos de permeabilidad, donde se puede localizar acuíferos discontinuos y de bajo rendimiento en los sectores de alto fracturamiento.

Por lo general esta unidad hidrogeológica esta sobrepuesta por suelos residuales potentes y un saprolito mayor de 10 m, con valores de permeabilidad entre $3,0 \times 10^{-6}$ m/s a $1,0 \times 10^{-5}$ m/s (Klohn Crippen Berger Ltd. KCB, 2021b).

Los niveles piezométricos son mayores a 20 m de profundidad, y su recarga proviene de la infiltración local y regional. Por las características antes indicadas, esta unidad se comporta como un acuitardo.

5.1.5.2.2 Vulnerabilidad de los Acuíferos

Con el fin de evaluar la vulnerabilidad de las diferentes unidades hidrogeológicas identificadas en el área de influencia, en términos cualitativos se realiza el análisis basado en la indexación de los índices GOD, la cual es una de las metodologías propuestas por el Banco Mundial en la guía técnica *Propuestas Metodológicas para la Protección del Agua Subterránea*, 2003.

La metodología considera la evaluación de un valor asociado a las propiedades intrínsecas del acuífero y de la zona no saturada. El método determina la vulnerabilidad intrínseca por lo que no toma en cuenta el tipo de contaminante.

Como se señaló en la metodología del componente hidrogeológico, se caracteriza la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos en función de los siguientes parámetros (generalmente disponibles o fácilmente determinables):

G = Grado de confinamiento hidráulico del acuífero en consideración. Índice por condición de confinamiento del acuífero u ocurrencia del agua subterránea (*groundwater occurrence*).

O = Ocurrencia del sustrato suprayacente (zona no saturada o capas confinantes) en términos de características litológicas y grado de consolidación, que determinan su capacidad de atenuación de contaminantes (*overall aquifer class*).

D = Distancia al agua determinada como: la profundidad al nivel del agua en acuíferos no confinados o la profundidad al techo de acuíferos confinados (*depth*).

Estos tres parámetros se multiplican para obtener una valoración de la vulnerabilidad de 0 (despreciable) a 1 (extrema):

$$GOD = G \cdot O \cdot D \approx 0 - 1$$

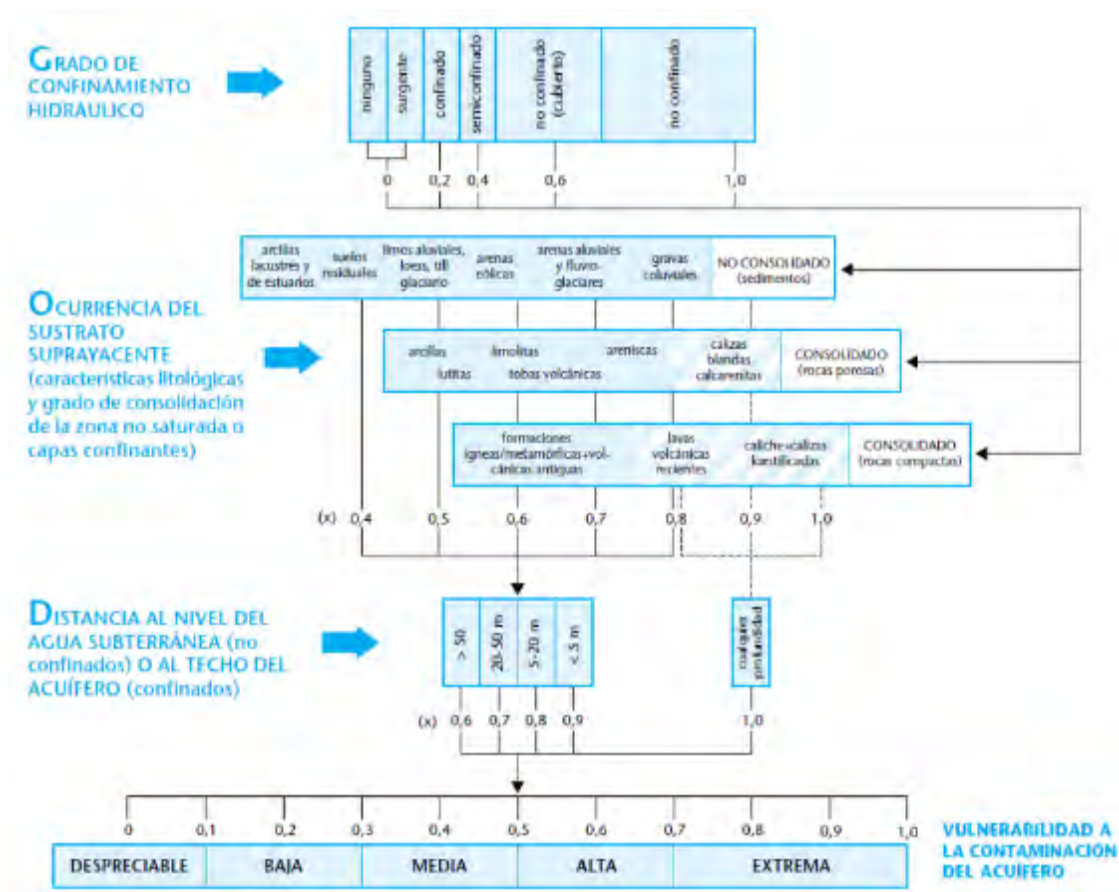


Figura 5-49 Valoración GOD para Vulnerabilidad de Acuíferos

Fuente: Foster 1988
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

La vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación se define por la facilidad con la cual ingresan las sustancias contaminantes al acuífero mediante infiltración a través del suelo y la zona no saturada (ZNS). En la Tabla 5-27 se resumen los niveles de vulnerabilidad.

Tabla 5-27 Unidades Litológicas por Permeabilidad por Fracturamiento

Clase de Vulnerabilidad	Definición Correspondiente
Extrema	Vulnerable a la mayoría de los contaminantes con impacto rápido en muchos escenarios de contaminación
Alta	Vulnerable a muchos contaminantes (excepto a los que son fuertemente absorbidos o fácilmente transformados) en muchos escenarios de contaminación
Moderada	Vulnerable a algunos contaminantes solo cuando son continuamente descargados o lixiviados
Baja	Solo vulnerable a contaminantes conservativos cuando son descargados en forma amplia y continua durante largos periodos de tiempo

Fuente: Banco Mundial en la Guía Técnica-Propuestas Metodológicas para la Protección del Agua Subterránea, 2003
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Tabla 5-28 Análisis de la Vulnerabilidad de Acuíferos a la Contaminación

Unidad Hidrogeológica	Unidad Geológica	Características Hidrogeológicas	Vulnerabilidad				Categoría de Vulnerabilidad
			G	O	D	GOD	
M	Depósitos coluviales (Qcol)	Superficiales, locales, muy discontinuos, de pequeña potencia, de bajo rendimiento. Porosidad intergranular media. Niveles piezométricos < 5 m. Sobrepuestos por suelos orgánicos. Se lo puede conceptualizar como un acuitardo.	0,6	0,4	0,9	0,22	Baja
(B)	Unidad Macuchi (PcEMa):	De muy bajo rendimiento, permeabilidad secundaria en zonas fracturadas; hidrogeológicamente, esta unidad se comporta como un acuífugo, los niveles piezométricos se localizan a profundidades > de 50 m.	0,4	0,6	0,7	0,19	BAJA
	(lavas volcánicas. Brecha diatreme.						
	Brecha hidrotermal						
	Dacita porfirita.						
	Riodacita a riolita)						
Quarzo-diorita							

Fuente y Elaboración: Cardno Entrix, junio 2021

5.1.5.3 Análisis

Los depósitos coluviales son de características permeables medias, forman acuíferos de poca extensión y escasa potencia, los niveles piezométricos son superficiales, su recarga es regional, están sobrepuestos por suelos residuales, por lo cual su vulnerabilidad es **Baja**.

Las aguas subterráneas contenidas en la Unidad Macuchi y las rocas volcánicas e intrusivas, circulan debido a una permeabilidad secundaria, por fracturación, sobrepuestas por potentes suelos residuales y regolito (acuitardo) y un nivel de roca volcánica no saturada, por lo que los niveles piezométricos son

mayores a los 20 m, su recarga es regional y local, por lo que se considera una vulnerabilidad **Baja** para estas unidades litológicas.

5.1.5.4 Hidrogeología del Área Operativa

5.1.5.4.1 Antecedentes

Durante 2020 se instalaron 18 piezómetros de tubería vertical (agrupados en tuberías verticales de hidrogeología) en nueve ubicaciones en todo el sitio con el fin de determinar la calidad de referencia del agua subterránea, pero también podrían usarse para registrar las presiones del agua subterránea. En cada una de las nueve ubicaciones se instala un intervalo de malla poco profundo a profundidades que oscilan entre 15-30 m bajo la superficie del suelo (bgs) y un intervalo de malla profunda se instala a profundidades que varían entre 30-70 m bgs (Knight y Piésold, 2020).

Entre 200 m y 2 km al sur de la cresta del tajo El Domo, KCB ha realizado simultáneamente una investigación del sitio para el diseño del nivel de factibilidad de tres instalaciones de almacenamiento de roca estéril y una instalación de almacenamiento de relaves. Dentro de la investigación del sitio, se instalaron treinta y tres piezómetros de tubería vertical (agrupados en tuberías verticales geotécnicas) en 18 ubicaciones dentro del valle El Silencio con el propósito de monitorear la presión del agua subterránea, pero también podrían usarse para caracterizar la calidad del agua subterránea. En 15 de las 18 ubicaciones, se instala a un intervalo de malla poco profundo a profundidades que oscilan entre 6 y 43 m bgs y un intervalo de malla profunda se instala a profundidades que varían entre 14-63 m bgs.

5.1.5.4.2 Descripción del Sitio

El sitio se define en lo sucesivo como el área delimitada por la cuenca de Naves Chico y la cuenca de El Silencio, como se describe en la Figura 5-50. Las divisiones de cuenca que se muestran en la Figura 5-50 generalmente se basan en la división de cuenca definida por crestas topográficas con la siguiente excepción:

- > La extensión norte de la divisoria de la cuenca de Naves Chico incluye las ubicaciones de los piezómetros DOMO-W003S, D y DOMO-W005S, D y se conceptualiza como la extensión norte del impacto potencial del desagüe a cielo abierto.

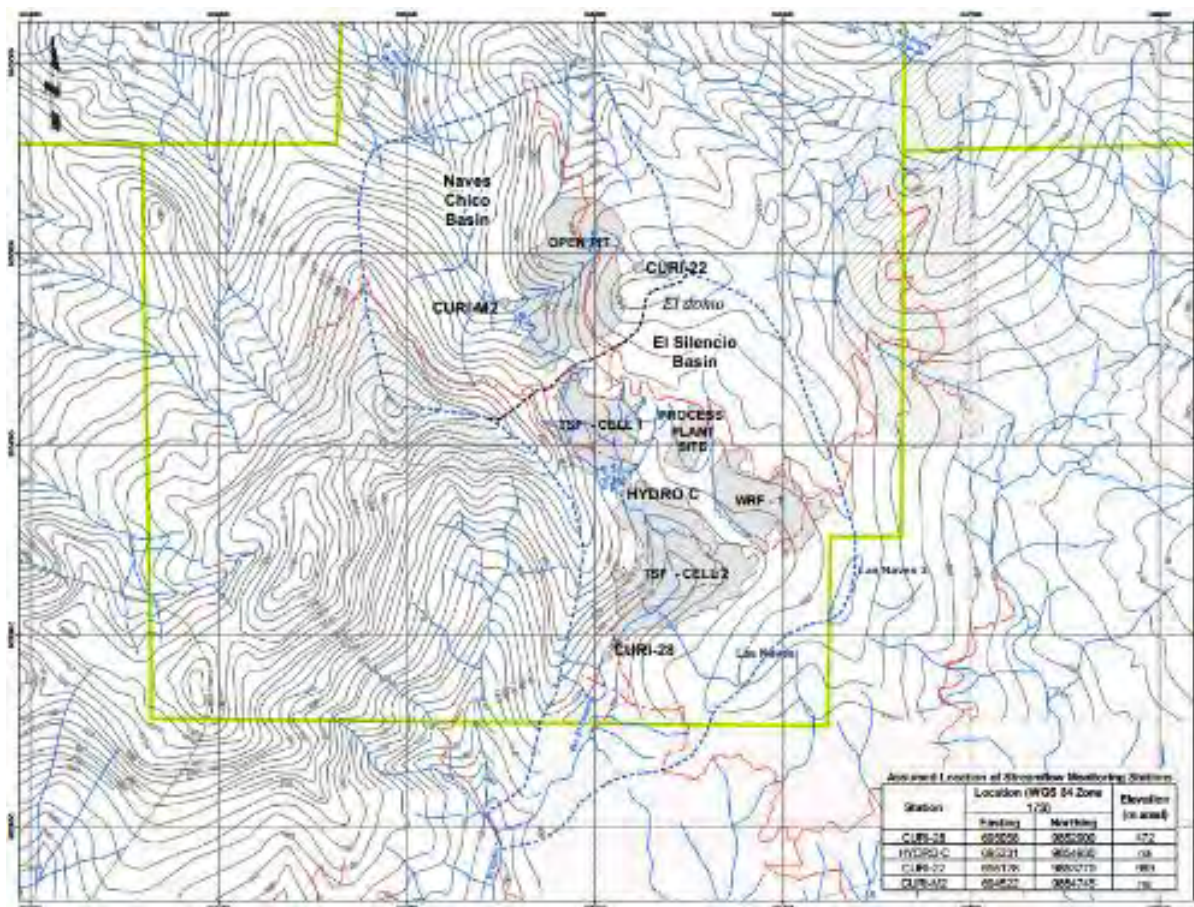


Figura 5-50 Límite del Sitio y Topografía

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.1.5.4.3 Fisiografía

Topografía y Drenaje

Curipamba se encuentra en las estribaciones de la cordillera occidental norte de los Andes (RPA, 2019).

Drenaje Regional

Curipamba está situado en una característica topográfica de silla de montar en la división entre dos cuencas hidrográficas. Los picos de la silla de montar están a una elevación aproximada de 1110 m sobre el nivel del mar y están ubicados a 80 m al noreste y 790 m al suroeste de los límites del tajo El Domo en su totalidad. El punto de silla en la cresta de la división de la cuenca tiene una elevación de aproximadamente 940 m sobre el nivel del mar y está ubicado al sur del tajo El Domo y al norte de la celda 1 del TSF.

El sitio al norte de este punto (incluyendo la huella de El Domo) es drenado por la quebrada S/N y la quebrada El Búho. Cada uno de estos barrancos desemboca en la quebrada Naves Chico en un lugar a aproximadamente 90 m al oeste de la huella del tajo El Domo. La quebrada Naves Chico desemboca en el río Naves Grande a 5,8 km al noroeste del tajo El Domo. El sitio al sur del punto silla (incluidas las huellas de la TSF-Celda 1, TSF-Celda 2, Sitio de la planta y WRF-1) es drenado por el estero El Silencio. El estero El Silencio descarga en el estero El Gallo en el límite suroeste del sitio y 1,2 km al suroeste de la

extensión suroeste de TSF-Celda 2. El estero El Gallo desemboca en el río Runayacu en una ubicación a 850 m al sur de la descarga de El Silencio, o 3,4 km al sur de la divisoria de la cuenca Naves Chico-El Silencio.

Topografía del Sitio

La elevación máxima del sitio es de 1100 msnm en el límite noroeste del sitio que define la subcuenca de la cuenca hidrográfica del noreste de Naves Chico. La elevación mínima del sitio es de 490 msnm en la descarga del estero El Silencio.

Drenaje del Sitio

El tajo abierto El Domo está situado en la ladera oeste entre el pico noreste de la silla y el fondo del valle (drenado por la quebrada S/N y la quebrada Naves Chico). La quebrada El Búho drena la ladera orientada al oeste y transecta la huella de El Domo. La quebrada El Búho fluye hacia el noroeste a lo largo de su tramo superior siguiendo un gradiente topográfico de 0,19 m/m. Aproximadamente a 1010 msnm, El Búho se dobla hacia el suroeste y fluye a través de la huella del tajo El Domo siguiendo un gradiente topográfico superior de 0,27 m/m. La quebrada S/N drena la porción suroeste del tajo El Domo y fluye hacia el noroeste siguiendo un gradiente topográfico de 0,16 m/m.

Al sur de la divisoria de la cuenca, la TSF-Celda 1 y la TSF-Celda 2 están situadas en la base del valle de El Silencio. Dentro de la huella de TSF-Celda 1, el gradiente topográfico a lo largo del valle del estero El Silencio es de 0,15 m/m. Dentro de la huella de TSF-Celda 2, el gradiente topográfico a lo largo del valle del estero El Silencio es de 0,10 m/m.

El sitio de la planta y el WRF-1 están situados sobre la pared del valle El Silencio que mira al oeste. El sitio de la planta tiene una pendiente de aproximadamente 0,08 m/m hacia el suroeste. El WRF-1 tiene una pendiente de 0,23 m/m hacia el suroeste.

Entre TSF-Celda 2 y la descarga en el estero El Gallo, se encuentra el estero El Silencio fluye hacia el suroeste a lo largo de un gradiente topográfico de 0,20 m/m.

Flujo de Agua Superficial

En las siguientes figuras se presenta los histogramas de descarga para el estero El Silencio y para la quebrada El Búho.

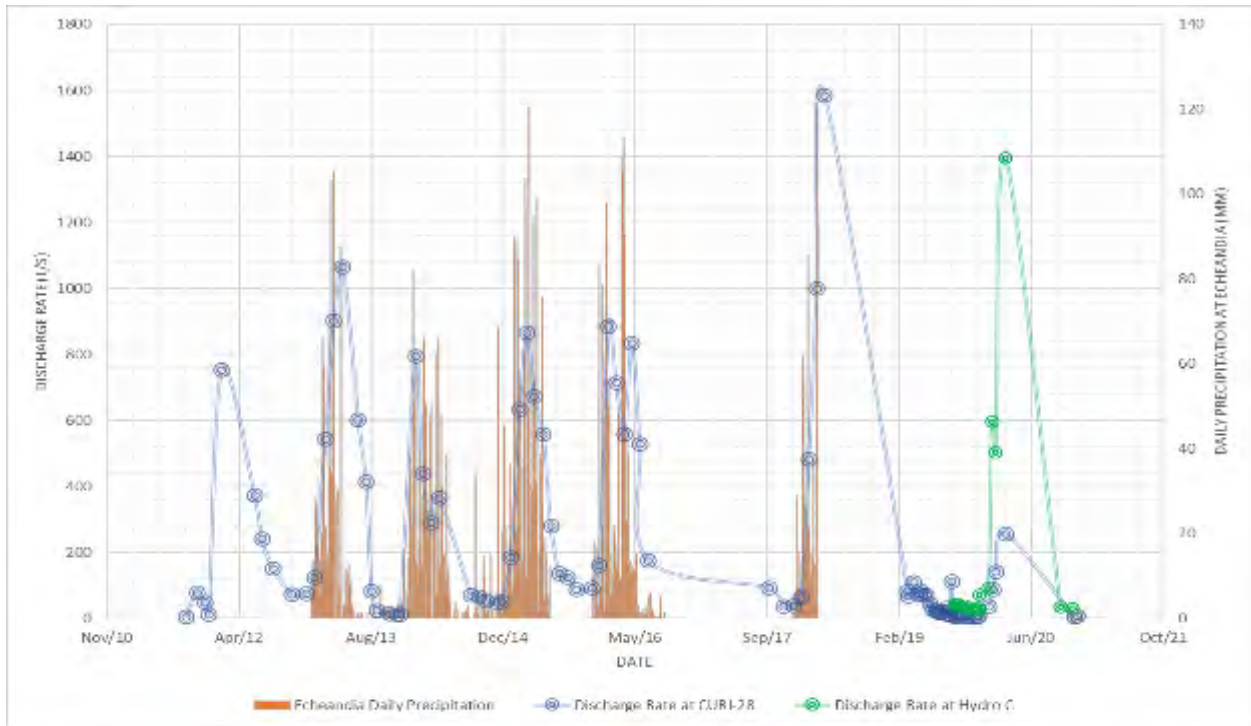


Figura 5-51 Hidrógramas de Descarga para el estero El Silencio (2011-2020)

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

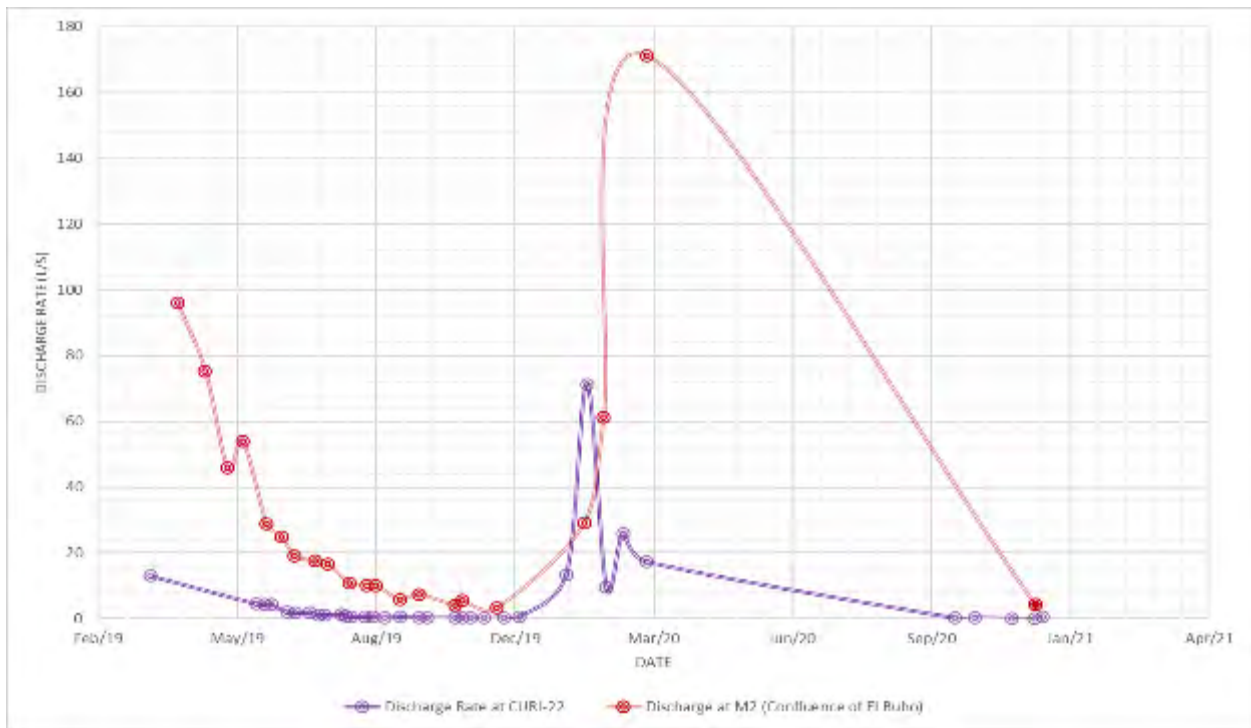


Figura 5-52 Hidrógramas de Descarga para la quebrada El Búho (2019-2020)

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Conjuntos de datos de escorrentía del flujo de aguas superficiales disponibles en dos estaciones de muestreo de caudal (CURI-28 e HYDRO C) en el estero El Silencio y dos estaciones de muestreo de caudal (CURI-22 y CURI-M2) en la quebrada El Búho (que drena la huella del Tajo abierto de domo). Las ubicaciones de las estaciones de muestreo de flujo de arroyos y las elevaciones de referencia se proporcionan en la Tabla 5-29.

Tabla 5-29 Ubicaciones de la Estación de Muestreo de Caudal de Curipamba

Estación	Periodo del Conjunto de Datos	Cuerpo de Agua Superficial	Ubicación (WGS 84 Zona 17S)		Elevación (msnm)
			Este	Norte	
CURI-28	Sept 2011-dic 2020	Estero El Silencio	694591	9851652	472
HIDRO C	Sept 2019-Nov 2020	Estero El Silencio Superior	695145	9853016	715
CURI-22	Mar 2019-Dic 2020	Quebrada El Búho	695231	9855378	989
CURI-M2	Abril 2019-Dic 2020	Boca de la Q. El Búho	694416	9854824	801

Nota: na: datos no disponibles

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Con base en una descripción general de la se realizan las siguientes observaciones:

- > Las tasas máximas de descarga se correlacionan con los eventos máximos de precipitación estacional que generalmente ocurren a fines de marzo o principios de abril de cada año. Según el conjunto de datos disponible, 2014 y 2019 fueron excepciones a esta tendencia, cuando se registraron tasas máximas de descarga durante enero de 2014 y agosto de 2019, respectivamente;
- > Con base en los datos disponibles, la tasa máxima de descarga del estero El Silencio es de 1590 L/s registrada en el CURI-28 el 28 de abril de 2018;
- > La tasa de descarga mínima del Estero El Silencio en CURI-28 fue de 4,9 L/s registrada en CURI-28 el 27 de noviembre de 2019.
- > La tasa de descarga mínima del Estero El Silencio en HYDRO C fue de 28,5 L / s registrada en HYDRO C el 27 de noviembre de 2019.
- > Con base en una media de las tasas de descarga mínima registradas en el CURI-28 durante 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2017, 2019 y 2020, el caudal base medio del bajo estero El Silencio se estima en 36 L/s.
- > Con base en una media de las tasas de descarga mínima registradas en el Hidro C durante 2019 y 2020, se estima que el caudal base medio del alto estero El Silencio es de 29,3 L/s.
- > El flujo bajo en el estero El Silencio ocurre típicamente entre agosto y diciembre de cada año.
- > Basado en la comparación del conjunto de datos limitado entre septiembre de 2019 y noviembre de 2020, cuando los datos de HYDRO C y CURI 28 estaban disponibles, la tasa de descarga en los tramos superiores del estero El Silencio es consistentemente mayor que la tasa de descarga en CURI-28.

Los datos de caudal en CURI-22 y CURI-M2 en la quebrada El Búho se presentan gráficamente en la Figura 5-54. Los datos de caudal se informaron de manera intermitente a intervalos mensuales entre 2019

y 2020. Sobre la base de una descripción general de la Figura 5-54, se realizan las siguientes observaciones:

- > Basado en la comparación del conjunto de datos limitado entre marzo de 2019 y diciembre de 2020, cuando los datos de CURI-22 y CURI M2 estaban disponibles, la tasa de descarga en los tramos superiores de la quebrada El Buho es consistentemente menor que la tasa de descarga en la desembocadura de la quebrada. El Buho.
- > Con base en los datos disponibles, la tasa máxima de descarga de la quebrada El Buho es de 170 L/s registrada en el CURI-M2 en la desembocadura el 5 de marzo de 2020;
- > La tasa de descarga mínima registrada en la quebrada El Buho fue de 0.1 L / s registrada en el CURI-22 el 23 de noviembre de 2020.
- > La tasa de descarga mínima en la desembocadura de la quebrada El Buho en CURI-M2 fue de 3,3 L/s el 18 de noviembre de 2019.
- > Con base en una media de las tasas de descarga mínimas registradas en el CURI-22 durante 2019 y 2020, se estima que el caudal base medio de la parte alta de la quebrada El Buho es de 0,14 L/s.
- > No se registraron datos durante noviembre de 2020, siendo noviembre típicamente el mes en el que se registran los caudales mínimos, se estima que el caudal base interino en la desembocadura de la quebrada El Buho es de 3,3 L/s, pendiente del desarrollo de un conjunto de datos estadísticamente significativo.

Basado en las observaciones de datos de flujo de corriente enumeradas anteriormente:

- > El estero El Silencio se conceptualiza como un 'arroyo perdedor' por el cual el agua superficial recarga el subsuelo a medida que fluye desde Hydro C hasta CURI-28.
- > La quebrada El Buho se conceptualiza como una 'corriente ganadora' en la que el agua subterránea recarga el caudal de la corriente a medida que fluye desde CURI-22 a CURI-M2 en su descarga a la quebrada Naves Chico.

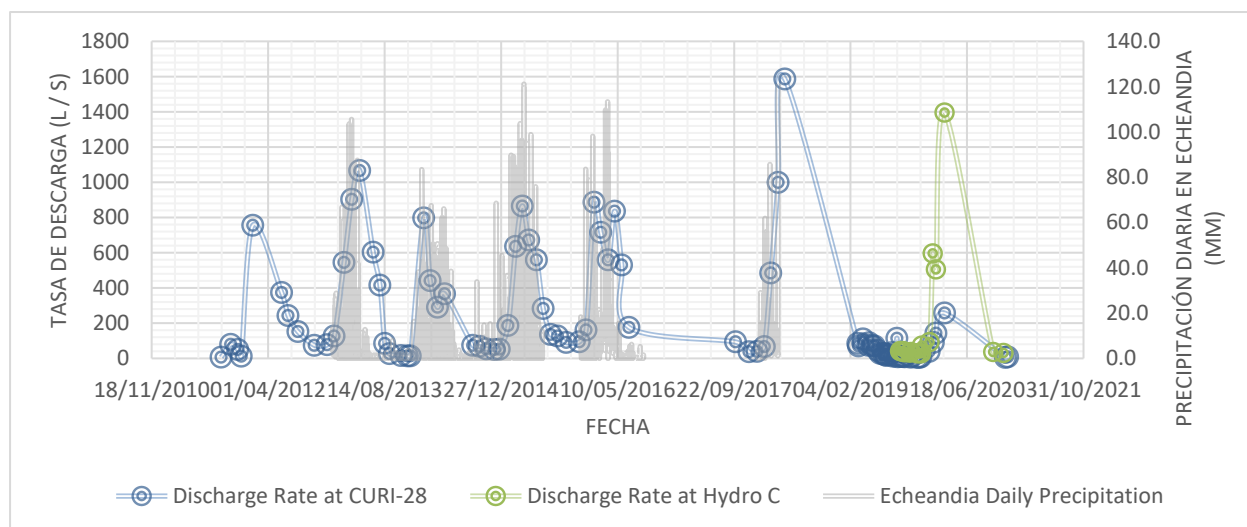


Figura 5-53 Descargas en el estero El Silencio (2011-2018)

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

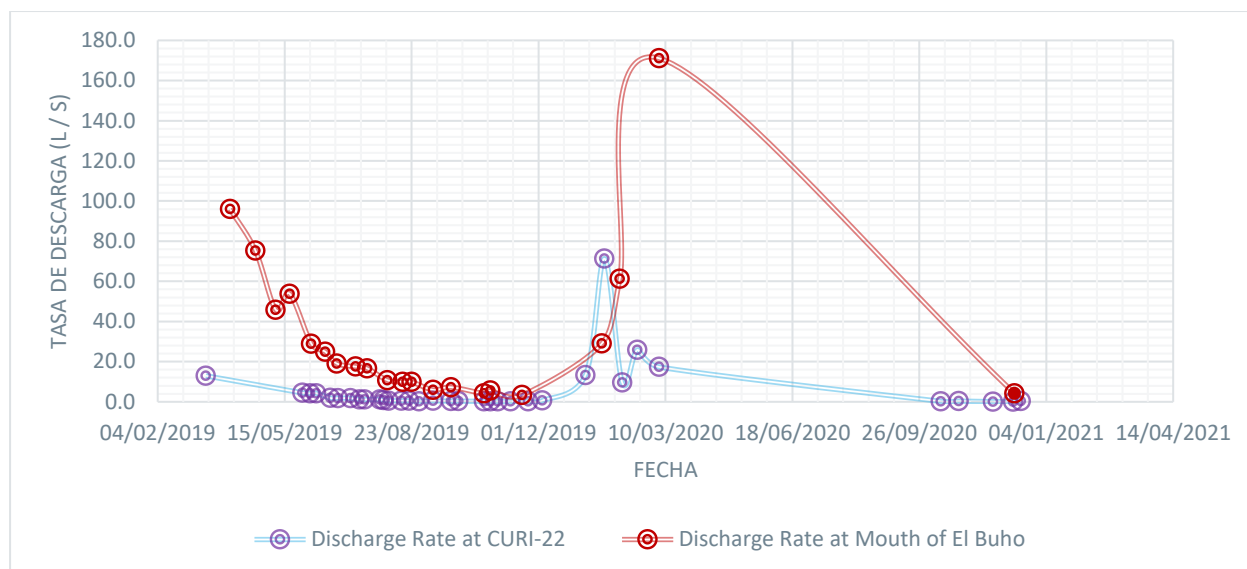


Figura 5-54 Descargas en la quebrada El Búho (2019-2020)

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Pratt (2008) ha mapeado la geología del lecho rocoso al sur y al oeste de El Domo, a través de la divisoria de aguas adyacente a la elevación inferior de los tramos superiores del estero El Silencio (RPA 2019). Pratt (2008) mapeó la falla Naves Chico subparalela y adyacente q la quebrada Naves Chico. Al noreste de la falla Naves Chico, Pratt (2008) mapeó una estructura de graben limitada al este por la falla El Domo (F4-N por Adventus, 2021) y al oeste por la falla Robles (F3N por Adventus, 2021). El lecho rocoso superior entre las dos fallas se mapea como una unidad tufacea superior. De acuerdo con Adventus (2021), Pratt mapea la geología al este de la falla El Domo y al oeste de la falla Robles como andesita. Pratt (2008) mapeó el valle inferior de Naves Chico dentro del límite del sitio como brecha reolítica.

Pratt (2008) mapeó los sectores más altos al suroeste de la falla de Naves Chico como predominantemente brecha dacite. En la extensión suroeste del área cartografiada de Pratt (2008), la falla de El Gallo ha inferido con dirección hacia el noroeste-sureste y se extiende a través de la divisoria de aguas en los tramos superiores del valle de El Silencio, inmediatamente al suroeste de la huella TSF-Cell 1.

Curimining S. A. (2020) ha preparado un mapa geológico del lecho rocoso que muestra una mayor extensión regional más allá del área del tajo (Figura 5-28). Este mapa muestra el lecho rocoso subyacente a la TSF-Cell 1 y al sitio de la planta de proceso como dacita; subyacente al WRF-1 como predominantemente riolita, subyacente el tercio norte de TSF-Cell 2 como predominantemente dacita con unidades aisladas de basalto y/o toba y la extensión norte de TSF Cell 2 como subyacente por riolita. Los afloramientos rocosos dentro del valle El Silencio que subyacen a los dos tercios del sur de la Célula 2 de TSF han sido mapeados como dacita con afloramientos a lo largo de los tramos superiores de los afluentes de El Silencio mapeados como andesita. El lecho rocoso a lo largo del valle inferior de El Silencio no ha sido mapeado (Figura 5-28).

En Curipamba, el grupo Macuchi está cubierto por toba volcánica del Paliógeno tardío al Holoceno y depósitos aluviales de lapilli del Holoceno. Los volcanes del Terciario-Holoceno han sido erosionados *in situ* para formar suelos de saprolito y residuales, que son típicamente de 6 m de espesor, pero localmente de hasta 30 m de espesor.

El tajo abierto / *open pit* se interpreta como que se encuentra dentro de un graben de tendencia este-noreste, delimitado por fallas de inmersión pronunciada (Figura 5-55). Tres fallas significativas casi

verticales de tendencia este-oeste, subparalelas (F-D, F-G y F-H) transectan el pozo. De norte a sur, la falla F-D rumbo 71°-251°, F-G rumbo 80°-260° y F-H rumbo 78°-258° (Adventus, 2021). Las expresiones superficiales de estas fallas a nivel del suelo se presentan en la Figura 5-55. Estas fallas están separadas entre 250 y 300 m. Las fallas se consideran significativas desde una perspectiva hidrogeológica, ya que son subparalelas al patrón de flujo de agua subterránea local.

Se han mapeado al menos cuatro fallas adicionales a escala regional (F-3N, F3-C3, F-4C y F-4N) que cruzan la carcasa del tajo (Figura 5-55). Aunque estas fallas tienen la capacidad de transmitir entradas al pozo, se consideran menos significativas que las fallas F-D, F-G y F-H desde una perspectiva hidrogeológica, ya que golpean aproximadamente perpendiculares al gradiente de flujo de agua subterránea predominante. Sin embargo, cabe señalar que las fallas F3-C3 y F-4C se extienden a través de la divisoria de aguas y en el norte del Valle de El Silencio. La extensión sur de estas fallas no ha sido mapeada. Se han mapeado cuatro fallas sub-verticales adicionales (F3-C1, F3-C2, F4-C1 y F4-C2) en la carcasa del tajo, golpeando de norte a noroeste a norte-noreste y sumergiéndose abruptamente hacia el este (Adventus, 2021). Sin embargo, dado que estas fallas se han mapeado localmente adyacentes a la carcasa del tajo, se consideran recargadas localmente y, por lo tanto, de menor importancia hidrogeológica.

El cuerpo de mineral atacado por el tajo abierto está situado al oeste de las fallas (de sur a norte) F-4C, F-4C2, F-4C1 y 4FN. Generalmente, la unidad litoestratigráfica al este de esta red de fallas está compuesta por andesita. Una red similar de fallas (de sur a norte: F3-C3, F3-C2, F3-C1 y F3-N) definen la extensión oriental del cuerpo del oro. La unidad litoestratigráfica al oeste de esta red de fallas también está compuesta de andesita. Dentro de la estructura de graben, la secuencia litoestratigráfica de arriba a abajo generalmente consiste en toba, lapilli, *grainstone* con capas locales de basalto y riolita, VMS, brecha hidrotermal, yeso, dacita y riolita.

El depósito VMS es subhorizontal y cubre un área de aproximadamente 800 × 1000 m. El VMS está estratosado y está sustentado por yeso, dacita y breccia alterada hidrotérmicamente (Adventus, 2021) y cubierto por dos secuencias volcánicas entrelazadas (una máfica y la otra félsica). Los volcánicos máficos que contienen sulfuro se conocen localmente como "*grainstone*". Juntos, el VMS y el *grainstone* componen el cuerpo mineral. El cuerpo mineral está cubierto por unidades volcánicas de lapilli y toba (Adventus, 2021).

La riolita ha sufrido alteración hidrotermal de sericitización-silicificación, mientras que la anhidrita subyacente al VMS se ha alterado a yeso (RPA, 2019). La roca volcánica máfica ha sufrido silicificación-cloritización y argilización. La litoestratigrafía vulcanogénica no ha sido objeto de metamorfismo regional y no exhibe ningún tejido de foliación (RPA, 2019).

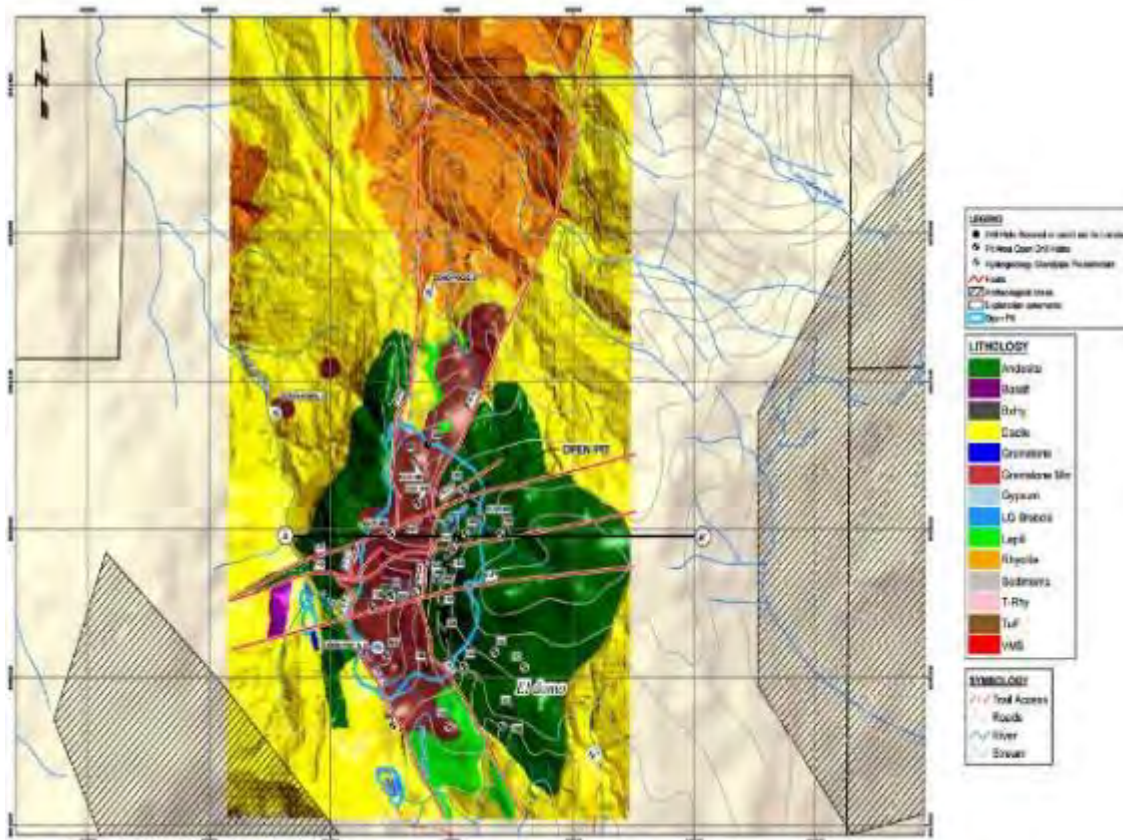


Figura 5-55 Fallas en el Área de Cielo Abierto (Tajo)

Fuente y Elaboración: Curimining S.A 2020

5.1.5.4.4 Revisión y Análisis de Datos

El modelo hidrogeológico conceptual de todo el sitio de Curipamba se basa en una revisión y análisis de los datos recopilados de las fuentes del subsuelo, incluso dentro del área del tajo El Domo. Los datos revisados incluyen lo siguiente:

- > Revisión de la hidroestratigrafía y los detalles de finalización de la tubería de pie,
- > Elevaciones del nivel del agua subterránea y determinación del gradiente hidráulico,
- > Ensayos de permeabilidad en suelos residuales no consolidados y lecho rocoso para la obtención de la conductividad hidráulica; y
- > Química analítica de aguas subterráneas.

5.1.5.4.5 Instalaciones de Litoestratigrafía y Piezómetros

Piezómetros de Tubo Vertical en Todo el Sitio

Las ubicaciones geotécnicas e hidrogeológicas de los sondeos se proporcionan en la Figura 5-56 . Una de las ubicaciones del piezómetro de tubería de soporte de hidrogeología (DOMO-W001S, D) se encuentra en la huella del tajo. En la Tabla 5-30 se proporcionan ubicaciones de piezómetros de tubería de soporte en todo el sitio, elevaciones de collar y profundidades de orificios de perforación. Se perforaron agujeros con recuperación de núcleo de tamaño H (95,6 mm de diámetro) a profundidades de hasta 70 m por debajo del nivel (DOMO-G001D). En cada orificio de perforación el revestimiento de perforación HW se colocó a

una profundidad más allá de la cual se observó que el orificio de perforación permanecía abierto. En ubicaciones seleccionadas, se realizaron pruebas de penetración estándar en los depósitos no consolidados a profundidades de hasta 6 m por debajo del nivel. El núcleo de perforación se recuperó a lo largo de cada orificio utilizando un sacatestigo de núcleo de triple tubo (KCB, 2021b). Los depósitos no consolidados se registraron sobre la base del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos Modificado (modificado de ASTM 2487), mientras que el lecho rocoso se registró según los métodos descritos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM). Específicamente, el núcleo se registró para la designación de calidad de la roca (RQD), litología, meteorización, resistencia de la roca sana y datos de discontinuidad. Cada agujero de perforación de todo el sitio se perforó verticalmente y el núcleo no estaba orientado (KCB, 2021b).

En general, la litoestratigrafía del agujero de perforación en todo el sitio consistió en suelo residual (0,6-10 m de espesor) que se sobrepone al saprolito (hasta 37 m de espesor en G013D) seguido de una zona de transición de roca meteorizada (con resistencias de masa rocosa que oscilan entre R1 y R3). Esta zona tenía un espesor de hasta 22 m (G002D). La zona de transición estaba invariablemente sustentada por un lecho rocoso competente (que generalmente tenía resistencias de masa rocosa iguales o mayores que R4). Los espesores del suelo residual, el saprolito y el lecho rocoso meteorizado se resumen en la Tabla 5-31.

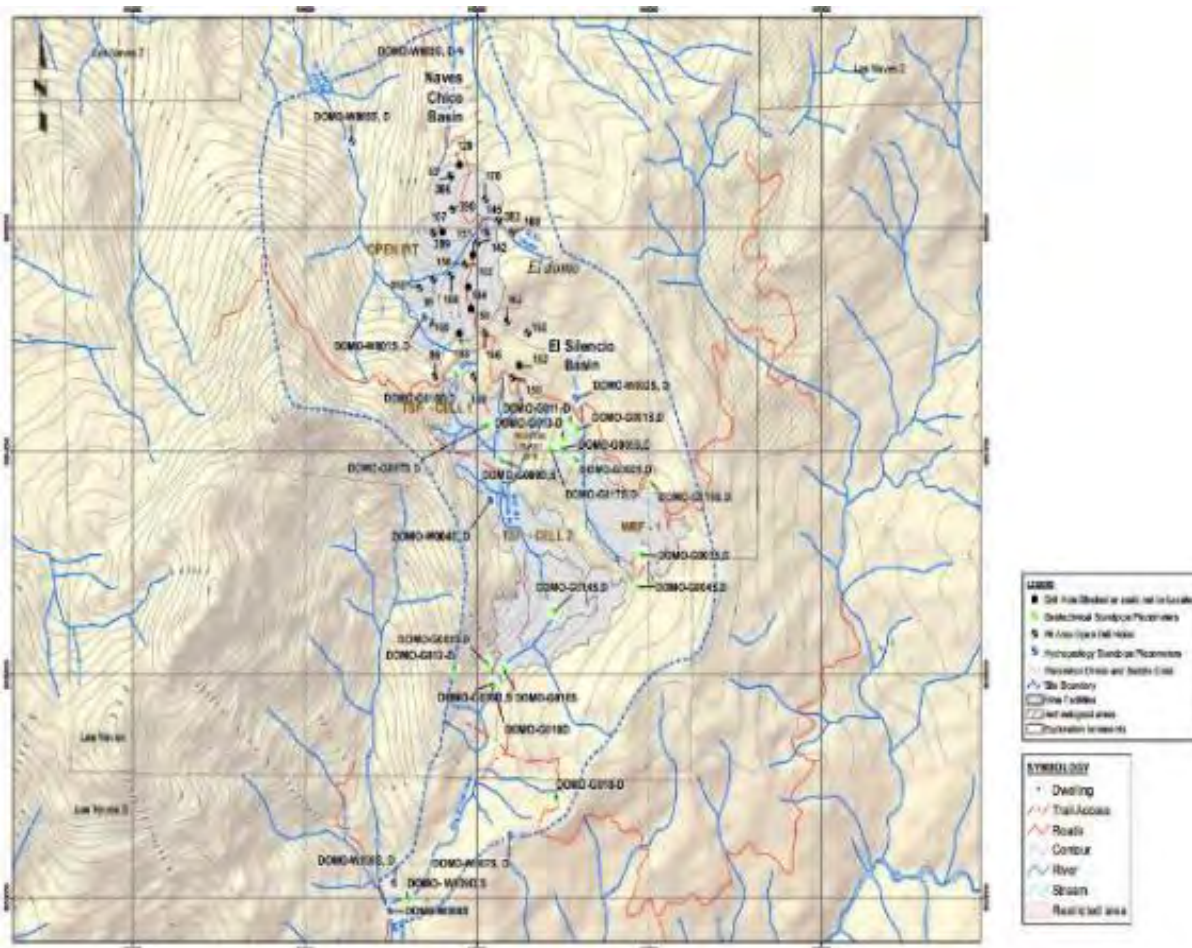


Figura 5-56 Plano de Ubicación de los Pozos de Investigación

Fuente y Elaboración: Klohn Crippen Berger, 2021

Página en blanco

Tabla 5-30 Ubicación del Tajo en todo el Sitio y Detalles de Finalización

ID	Norte	Este	Elevación del Collar (msnm)	Elevación del Fondo del Tajo (msnm)	Profundidad del Tajo (m)	Elevación del Lecho Rocoso (msnm)	Intervalo de arena		Intervalo tamizado		Litología Atravesada
							Top (msnm)	Bottom (msnm)	Top (msnm)	Bottom (msnm)	
Piezómetros de tubo vertical para hidrogeología											
DOMO-W001-D	9854599	694697	870,4	821,4	49	860,8	829,9	821,4	826,9	823,9	Lapilli
DOMO-W001-S	9854600	694707	872,5	847,5	24,5	858,5	851,5	845,5	848,5	845,5	Weathered bedrock
DOMO-W002-D	9854243	695600	926,1	884,1	42	915,1	885,6	877,1	882,6	879,6	Dacita
DOMO-W002-S	9854237	695585	928,7	911,7	17	916,3	917,7	911,7	915,7	912,7	Saprolito/WB
DOMO-W003-D	9855799	694921	818,3	766,3	52	804,3	778,3	766,3	775,3	772,3	Dacita
DOMO-W003-S	9855795	694914	820,1	799,1	21	806,1	805,1	799,1	803,1	800,1	Lecho meteorizado
DOMO-W004-D	9853784	695099	856,9	813,4	43,5	833,4	819,9	813,4	817,4	814,4	Dacita
DOMO-W004-S	9853783	695086	858,5	835,5	23	847,5	841,5	835,5	839,5	836,5	Lecho meteorizado
DOMO-W005-D	9855390	694283	717,4	671,9	45,5	712,1	678,4	671,9	676,4	673,4	Dacita
DOMO-W005-S	9855390	694284	717,8	708,3	9,5	712,5	712,8	708,3	711,8	708,8	WB/Dacita
DOMO-W006-D	9851950	694498	490	450	40	488,5	460	453	458	455	Aglomerado
DOMO-W006-S	9851941	694500	489,1	474,1	15	479,4	479,1	474,1	477,1	474,1	Lecho meteorizado
DOMO-W007-D	9852274	695196	769	723	46	742	729	723	727	724	Dacita
DOMO-W007-S	9852279	695204	770,1	745,1	25	<745	749,1	745,1	747,1	745,6	Saprolito
DOMO-W008-D	9852057	694529	521,5	461,5	60	512	467,5	461,5	465,5	462,5	Dacita
DOMO-W008-S	9852065	694522	521,1	489,1	32	511,1	495,1	489,1	493,1	490,1	Lecho meteorizado
DOMO-W009-D	9852005	694598	526,2	473,2	53	524,2	482,2	473,2	480,2	474,2	Lapilli
DOMO-W009-S	9851994	694601	526,8	495,8	31	514,9	501,8	495,8	499,8	496,8	Dacita/lapilli
Piezómetros de tubo vertical para Geotecnia											
DOMO-G001-D	9854102	695588	937,2	867,2	70	917,7	899,2	867,2	895,2	874,2	Dacita
DOMO-G001-S	9854102	695585	938,8	903,8	35	919					

ID	Norte	Este	Elevación del Collar (msnm)	Elevación del Fondo del Tajo (msnm)	Profundidad del Tajo (m)	Elevación del Lecho Rocoso (msnm)	Intervalo de arena		Intervalo tamizado		Litología Atravesada
							Top (msnm)	Bottom (msnm)	Top (msnm)	Bottom (msnm)	
DOMO-G002-D	9853968	695574	912,9	862,9	50	898,5	879,9	862,9	875,4	863,4	Dacita/toba
DOMO-G002-S	9853967	695577	912,2	888,2	24	898,3	898,2	888,2	894,7	888,7	Lecho meteorizado
DOMO-G003-D	9853540	695965	888,1	835,1	53	866,7	844,6	835,1	841,6	835,6	Riolita
DOMO-G003-S	9853538	695962	888	857	31	865	862,5	857	860,5	857,5	Lecho meteorizado
DOMO-G004-D	9853397	695946	863,4	821,4	42	845	830,9	821,4	827,9	821,9	Riolita
DOMO-G004-S	9853399	695944	863,2	844,2	19	844,7	850,7	844,2	847,7	844,7	Saprolito
DOMO-G005-D	9854016	695501	940	878,5	61,5	914	891	878,5	888	879	Dacita
DOMO-G005-S	9854014	695499	939,9	896,9	43	909,4	902,9	896,9	899,9	896,9	Lecho meteorizado
DOMO-G006-D	9852963	695098	709	677,5	31,5	702,5	687	677,5	684	678	Dacita
DOMO-G006-S	9852962	695096	709,2	694,7	14,5	702,7	700,2	694,7	698,2	695,2	Dacita
DOMO-G007-D	9854120	695058	891,4	850,4	41	876,9	859,9	850,4	856,9	850,9	Dacita
DOMO-G007-S	9854120	695059	981,5	965,3	16,3	969	969	965,3	967	965,5	Lecho meteorizado
DOMO-G008-D	9853053	695059	752,2	720	32,2	742	728,2	720	726,2	720,2	Dacita
DOMO-G008-S	9853053	695060	752,2	732,2	20	743,1	738,2	732,2	735,2	732,2	Dacita
DOMO-G009-D	9853963	695141	853,3	825,3	28	845,7					
DOMO-G009-S	9853967	695141	854,4	844,4	10	846,4	848,9	844,4	845,9	844,4	Saprolito/WB
DOMO-G010-D	9852447	695461	797,4	754,4	43	783,7	763,4	754,4	760,4	754,4	Toba
DOMO-G011-D	9854135	695543	960	900	60	937,7	909	900	906	900	Dacita/Lapilli
DOMO-G012-D	9853025	694866	797,2	765,2	32	>783	773,2	765,2	771,2	765,2	Dacita
DOMO-G013-D	9854065	695500	952	896	56	911					
DOMO-G013-S	9854066	695499	952	920	32	<920	928	920	926	920	Saprolito
DOMO-G014-D	9853285	695449	756	731	25	750					
DOMO-G014-S	9853281	695449	756	747	9	750,5	750	747	748,5	747	Toba
DOMO-G015-D	9853858	696019	930	886	44	912	895	886	892	886	Dacita

ID	Norte	Este	Elevación del Collar (msnm)	Elevación del Fondo del Tajo (msnm)	Profundidad del Tajo (m)	Elevación del Lecho Rocoso (msnm)	Intervalo de arena		Intervalo tamizado		Litología Atravesada
							Top (msnm)	Bottom (msnm)	Top (msnm)	Bottom (msnm)	
DOMO-G015-S	9853857	696020	930	910	20	916,2	916	910	913	910	WB/Dacita
DOMO-G016-D	9853020	695158	723	703	20	721,5	711	703	709	703	Dacita/riolita
DOMO-G016-S	9853018	695157	723	717	6	720,5	720	717	718,5	717	Dacita
DOMO-G017-D	9854008	695435	945	895	50	910					
DOMO-G017-S	9854011	695434	945	917	28	<917	923	917	920	917	Saprolito
DOMO-G018-D	9854352	694882	908,3	868,3	40	904,8	877,3	868,3	874,3	868,3	Toba
DOMO-G018-S	9854350	694887	908,3	890,3	18	904,5	893,3	890,3	891,8	890,3	grainstone

msnm = metros sobre el nivel medio del mar; WB = Roca madre meteorizada

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Página en blanco

Tabla 5-31 Profundidades y Espesores de Unidades Estratigráficas (m)

Ubicación	Suelo residual			Saprolito			Transición-Roca madre meteorizada		
	De	Para	Espesor	De	Para	Espesor	De	Para	Espesor
W001D	0	3	3	3	9,6	6,6	9,6	26	16,4
W002D	0	3	3	3	10,5	7,5	10,5	12	1,5
W003D	0	3,5	3,5	3,5	15	11,5	15	18,5	3,5
W004D	0	2,5	2,5	2,5	23,5	21	23,5	36,5	13
W005D	0	1,5	1,5	1,5	5,3	3,8	5,3	8	2,7
W006D	0	0,8	0,8	0,8	1,5	0,7	1,5	23	21,5
W007D	0	6	6	6	27	21	27	42,5	15,5
W008D	0	1,5	1,5	1,5	10	8,5	10	13,5	3,5
W009D	0	0,8	0,8	0,8	1,4	0,6	1,4	15,8	14,4
G001D	0	5,5	5,5	5,5	19,5	14	19,5	27	7,5
G002D	0	6,7	6,7	6,7	14,5	7,8	14,5	36	21,5
G003D	0	3,5	3,5	3,5	21,5	18	21,5	28	6,5
G004D	0	2,8	2,8	2,8	18,4	15,6	18,4	31,4	13
G005D	0	9,5	9,5	9,5	26	16,5	26	44	18
G006D	0	6,5	6,5	6,5	0	6,5	6,5	21,5	15
G007D	0	2,8	2,8	2,8	18,5	15,7	18,5	31,4	12,9
G008D	0	0,6	0,6	0,6	10,2	9,6	10,2	27	16,8
G009D	0	3	3	3	7,7	4,7	7,7	10	2,3
G010D	0	3	3	3	14	11	14	26	12
G011D	0	6,5	6,5	6,5	22,5	16	22,5	23	0,5
G012D	0	1,5	1,5	1,5	14	12,5	14	14	0
G013D	0	4,5	4,5	4,5	41	36,5	41	42,5	1,5
G014D	0	6	6	6	7	1	7	9,4	2,4
G015D	0	6	6	6	12	6	12	12	0
G016D	0	0,7	0,7	0,7	1,3	0,6	1,3	4,2	2,9
G017D	0	5,5	5,5	5,5	37	31,5	37	40,5	3,5
G018D	0	2,8	2,8	2,8	4	1,2	4	4	0

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

En 24 de las ubicaciones de tuberías verticales en todo el sitio, se perforaron y completaron dos pozos de perforación con una distancia de 5 m entre sí y se completaron a una profundidad poco profunda (designada 'S') o a una profundidad más profunda (designada como 'D'). Esta configuración permite estimar el gradiente hidráulico vertical en cada lugar donde ambos tubos verticales están instalados en formaciones saturadas. Generalmente, el tubo vertical en S se completó con el intervalo de cribado sobre la superficie del lecho rocoso y adyacente a la zona de transición del lecho rocoso saprolito o meteorizado o por encima del lecho rocoso competente. El tubo vertical D se completó consistentemente con el intervalo

de cribado en el lecho rocoso competente. En tres ubicaciones (DOMO-W010D a DOMO-G012D), no se instaló piezómetro somero.

Después de la perforación de cada tajo de perforación, se revisó el registro del tajo y se seleccionó la profundidad del tajo que se infirió con mayor probabilidad de tener zonas saturadas para la instalación de la pantalla. Se instaló una rejilla de pozo de PVC cédula 40 ranurada a máquina de entre 3,0 m y 6,0 m adyacente a la zona saturada seleccionada. La pantalla se bajó a la profundidad de diseño utilizando un tubo de escape y/o tubo de escape en blanco de PVC Schedule 40 (50 mm de diámetro). Cada tubo vertical estaba equipado con una tapa inferior. El anillo del tajo se rellenó con arena de sílice 10/20 entre 1,0 m (DOMO-W005S) y 4,5 m (DOMO-G002D) por encima de la parte superior de la rejilla del pozo. El relleno anular sobre el paquete de arena consistió en una capa de bentonita de 3-5 m seguida de una mezcla de cemento y bentonita para nivelar. Cada tubo vertical se completó a nivel con un tubo ascendente de revestimiento de acero con cerradura de 100 x 100 mm.

Perforaciones en el Área de Tajo Abierto

Curimining S. A. ha realizado perforaciones en el área del tajo como dos ámbitos de trabajo separados, de la siguiente manera:

- > Se han utilizado 24 pozos de perforación a diamantina de exploración perforados antes de 2012 para registrar los niveles de agua desde mayo de 2012 y
- > Cuatro pozos de perforación de diamante (CURI 383, CURI 386, CURI 389 y CURI 390) perforados durante 2021 como parte de los programas de diseño de relleno y tajo estuvieron sujetos a pruebas de permeabilidad a presión.

Cada una de las ubicaciones de las perforaciones mencionadas anteriormente se muestran en las Figura 5-56 y Figura 5-58. Cada uno de estos pozos son de tamaño H (95,6 mm de diámetro) perforados a lo largo de longitudes de hasta 398 m (CURI-152). En cada tajo de perforación la tubería de revestimiento de la perforación HW se colocó a una profundidad más allá de la cual se observó que el tajo de perforación permanecía abierto. No se registró la profundidad hasta el fondo de la carcasa. Sin embargo, en ausencia de esta información, KCB ha asumido que la base de la carcasa en cada ubicación está en la base del saprolito. El resto del tajo se dejó abierto. El núcleo de perforación se recuperó a lo largo de cada agujero utilizando un barril de extracción de triple tubo. El testigo de perforación fue registrado por el personal de campo de Curimining S. A. registrando la litología y la designación de la calidad de la roca (RQD). La Tabla 5-32 resume las ubicaciones, inclinaciones, longitudes y azimuts (cuando están disponibles) del sondeo en el área del tajo y las elevaciones supuestas del fondo de la tubería de revestimiento (basadas en la parte superior registrada del lecho rocoso erosionado).

Tabla 5-32 Ubicación de los Sondeos en el Área del Tajo y Detalles de Terminación

ID	Norte	Este	Elevación del Collar (msnm)	Elevación del Fondo del Tajo (msnm)	Longitud de la Perforación (m)	Elevación Asumida del Fondo del Revestimiento (msnm)	Largo Asumido de la Perforación Abierta (m)	Inclinación	Azimut
83	9855599	695103	942	819,8	124,1	935,4	117,4	-80	na
86	9854700	695008	950	728,7	224,7	938,4	212,9	-80	na
99	9855138	695000	881	759,3	126	872,4	117,1	-75	na
100	9855150	695100	903	792,9	114	896,7	107,5	-75	na
103	9855200	695179	952	662,7	293,8	952	293,8	-80	na
107	9855350	695050	929	784,2	150	917,8	138,4	-75	na
118	9855100	694919	858	743,9	126	848	115	-65	na
120	9855649	695150	932	795,9	140,9	919,2	127,7	-75	na
142	9855300	695254	975	726,4	274,3	970,5	269,3	-65	na
144	9855101	695200	961	658	303	953,7	295,7	-90	na
145	9855349	695306	994	742,2	251,8	983,2	241	-90	na
146	9854900	695299	951	735,4	219	928,7	196,4	-80	na
149	9854700	695235	938	697,6	248,9	918,7	228,9	-75	na
150	9854699	695458	948	739,5	215,9	940,8	208,4	-75	na
151	9855249	695227	975	764,5	257	963,1	242,5	-55	na
152	9854750	695498	979	594,1	398,5	969,3	388,5	-75	na
153	9854899	695550	998	738,3	259,8	980	241,8	-90	na
154	9855007	695218	951	727,7	257,9	949,9	256,6	-60	na
158	9855200	695183	951	679,2	299,9	946,5	294,9	-65	na
160	9855349	695451	1010	740	270	1006	266	-90	na
162	9854949	695427	1000	773,5	230	984,2	214	-80	na
168	9854899	695149	924	798,5	126	919,5	121,5	-85	na

ID	Norte	Este	Elevación del Collar (msnm)	Elevación del Fondo del Tajo (msnm)	Longitud de la Perforación (m)	Elevación Asumida del Fondo del Revestimiento (msnm)	Largo Asumido de la Perforación Abierta (m)	Inclinación	Azimut
169	9854950	694987	872	721,4	153	869,9	150,9	-80	na
170	9855500	695301	1005	721,4	288	993,2	276	-80	na
CURI 383	9855400	695373	998	816,7	200	998	200	-65	270
CURI 386	9855600	695100	943	861,4	90	943	90	-65	230
CURI 389	9855351	694999	908	846,9	65	908	65	-70	338
CURI 390	9855451	695109	953	825,4	130	953	130	-79	170
Nota: nd = El azimut del sondeo no se informa en el registro de perforación.									

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.1.5.4.6 Niveles y Flujo de Agua Subterránea

La profundidad del agua subterránea se ha registrado mensualmente en pozos abiertos en el área del tajo a partir de las elevaciones de referencia del collar encuestadas mensualmente desde marzo de 2012. La profundidad del agua subterránea también se ha registrado en piezómetros de tubería vertical de hidrogeología y geotecnia instalados en 2020, pues se realizaron mediciones periódicas durante las campañas de perforación y posteriormente, luego de instalados dichos piezómetros.

Todas las mediciones de profundidad a agua subterránea presentadas en este informe se han registrado utilizando una sonda eléctrica calibrada (KCB, 2021b). Desde junio de 2021, se han instalado transductores de presión equipados con registradores de datos en ocho ubicaciones en el valle de Naves Chico y tres ubicaciones en el Valle de El Silencio. Además, se ha desplegado un transductor de presión dedicado al registro de la presión atmosférica para las variaciones por efecto de la presión atmosférica.

Valle de Naves Chico

La Figura 5-57 presenta las elevaciones del agua subterránea registradas en el valle de Naves Chico desde marzo de 2012; incluye mediciones registradas desde diciembre de 2020 en piezómetros de tubería vertical hidrogeológica DOMO-W001S, D; DOMO-W003S y DOMO-W005S, D. En la Figura 5-57 se puede ver que no se registraron mediciones de la profundidad del agua subterránea entre mayo de 2018 y noviembre de 2020.

Las elevaciones del agua subterránea en DOMO-W003D no se presentan en la Figura 5-57, debido a que no se ha registrado un espesor saturado medible en esta ubicación desde la finalización, y la elevación del agua subterránea se considera menor que la elevación base del tubo vertical (<772,3 msnm). No se registró la fecha y hora reales de las mediciones de profundidad de las aguas subterráneas en los pozos de sondeo del área del tajo registradas entre marzo de 2012 y mayo de 2018. Como tal, se supone que estas mediciones se registraron el primer día de cada mes en el que se informaron los datos.

Las siguientes observaciones se hacen a partir de la Figura 5-57:

- > En general, las elevaciones máximas de las aguas subterráneas se registran en el tajo 145.
- > Las presiones mínimas de agua subterránea se registran en el tajo DOMO-W005S, mientras que las presiones mínimas de agua subterránea en el área del tajo se informan constantemente en el tajo 118.
- > Se observa una variación estacional distintiva en las presiones de las aguas subterráneas en los siguientes pozos: 86, 99, 100, 144, 149, 154, 158, 162 y 169, con presiones de aguas subterráneas que disminuyen entre mayo y noviembre de cada año y aumentan entre diciembre y abril de cada año.
- > Se observa que estas tendencias estacionales se correlacionan con las tendencias diarias de precipitación (según lo registrado en la estación climatológica de Echeandia).
- > La variación estacional en el tajo 100 es abrupta con presiones relativamente constantes a 886 msnm entre junio a diciembre de cada año y entre 887-888 msnm durante enero a mayo de cada año.
- > Las presiones de agua subterránea reportadas en los siguientes pozos: 118, 146 y 150 son relativamente constantes y no muestran ninguna variación estacional aparente.
- > El 28 de abril de 2021 se registró una pendiente hidráulica vertical descendente de 0,33 m/m en DOMO-W001S, DOMO-W001D.
- > El 28 de abril de 2021 se registró un gradiente hidráulico vertical ascendente de 0,02 m/m en DOMO-W005S, DOMO-W005D.

- > No se pudo calcular un gradiente vertical en DOMO-W003, ya que DOMO-W003D se registró seco.
- > Debido a la insuficiencia de datos, no se puede hacer una declaración clara sobre la ocurrencia de variación estacional en los siguientes lugares: 83, 107, 120, 142, 145, 151, 152, 153, 160, 168, 170, DOMO-W001S, DOMO-W001D, W003S, W005S y W005D.

Las elevaciones de agua subterránea registradas en los pozos de la serie CURI y W001D y W005D el 19 de febrero de 2021 se han utilizado para compilar un plan de contorno de elevación de aguas subterráneas (Figura 5-58). El plan de contorno de elevación del agua subterránea muestra el agua subterránea que fluye hacia el noroeste a la quebrada Naves Chico en gradientes hidráulicos que oscilan entre 0,2-0,3 m/m. La Figura 5-57 muestra que el 19 de febrero de 2021, la elevación máxima del agua subterránea en el valle de Naves Chico fue de 978,1 m en CURI-153 y la elevación mínima del agua subterránea fue de 712,7 m en DOMO-W005D (adyacente a la quebrada Naves Chico). Sin embargo, la revisión de la Figura 5-57 muestra que típicamente CURI 145 tiene la elevación más alta del agua subterránea.

La sección transversal A-A' (Figura 5-59) es una sección este-oeste que muestra la litoestratigrafía, las fallas y la superficie piezométrica a través del tajo El Domo (9,854,970 N) el 19 de febrero de 2021. El seguimiento de sección transversal se muestra en la Figura 5-59.

La Figura 5-59 muestra la ubicación del tajo 145 en relación con la ubicación de las fallas mapeadas en el Modelo Estratigráfico Final el Domo Leapfrog 2021. Esta figura muestra que 145 se encuentra aproximadamente a 35 m al norte de la falla F-G (sumergiéndose 85° NNW). Suponiendo que las elevaciones de agua subterránea registradas en CURI-145 son representativas y no una consecuencia de una obstrucción en el tajo 145, es concebible que las presiones de agua subterránea reportadas en 145 sean representativas de las presiones de agua subterránea en la falla F-G.

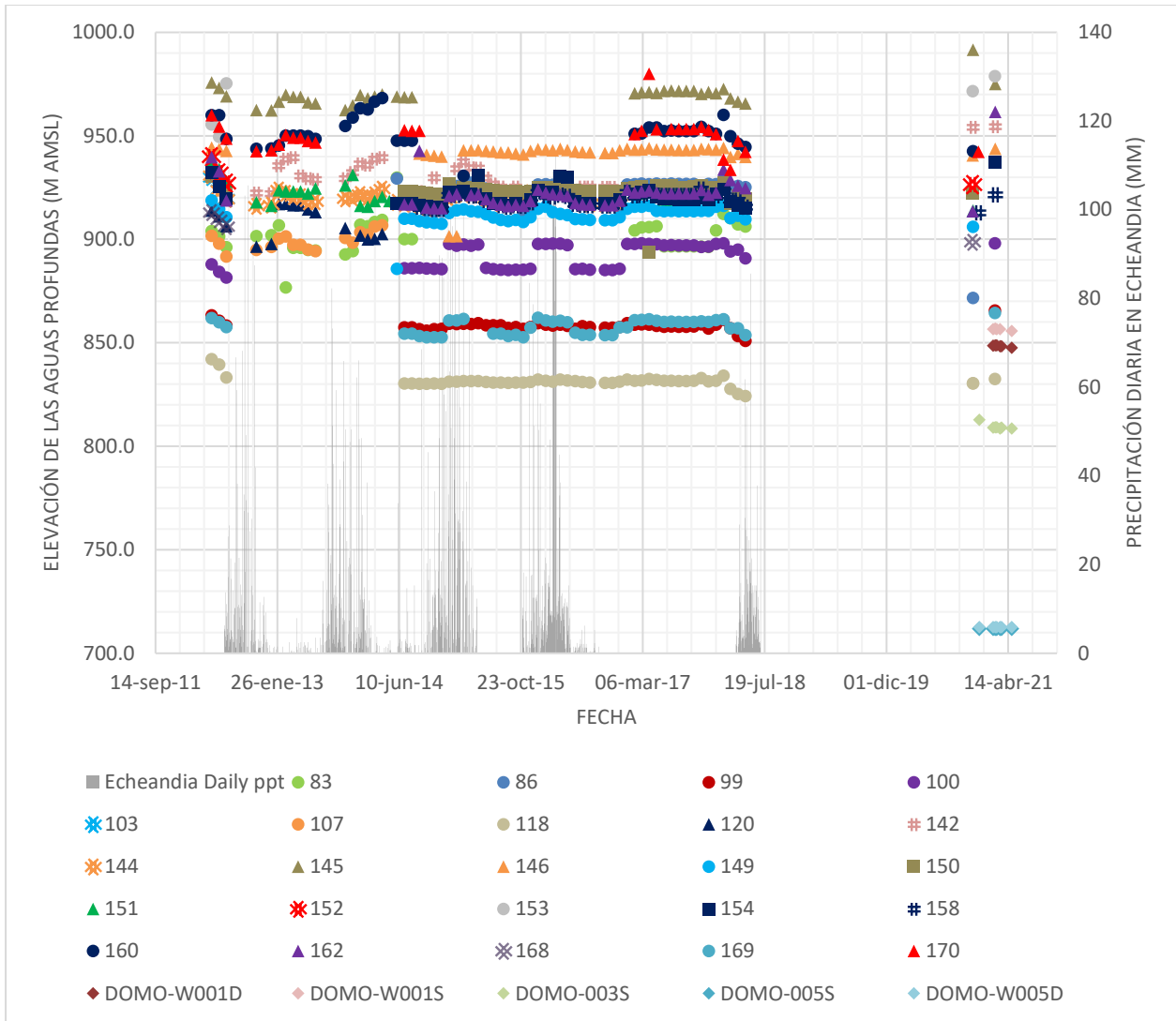


Figura 5-57 Elevaciones de Agua Subterránea en el Valle ed Naves Chico

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

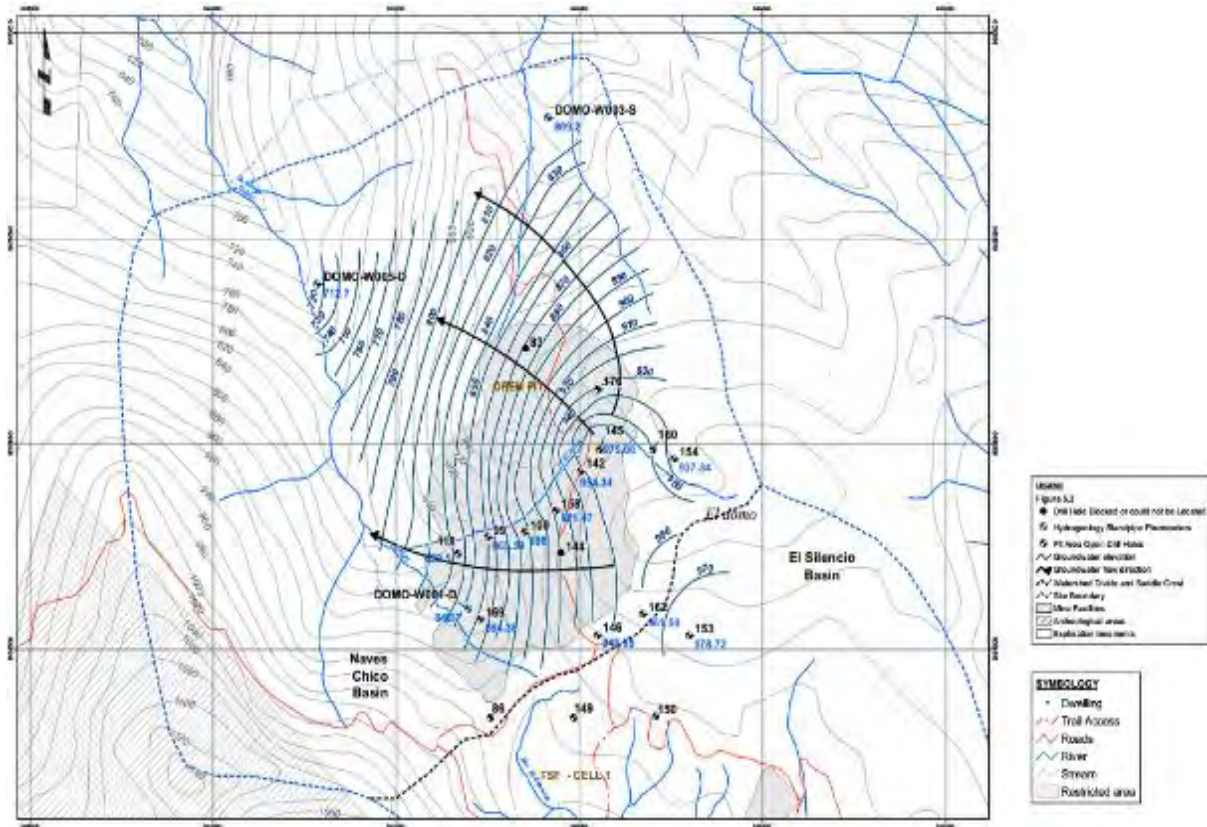


Figura 5-58 Plano de Contorno de Elevación de Aguas Subterráneas Valle Naves Chico (19 de febrero de 2021)

Fuente y Elaboración: Kohn Crippen Berger, 2021

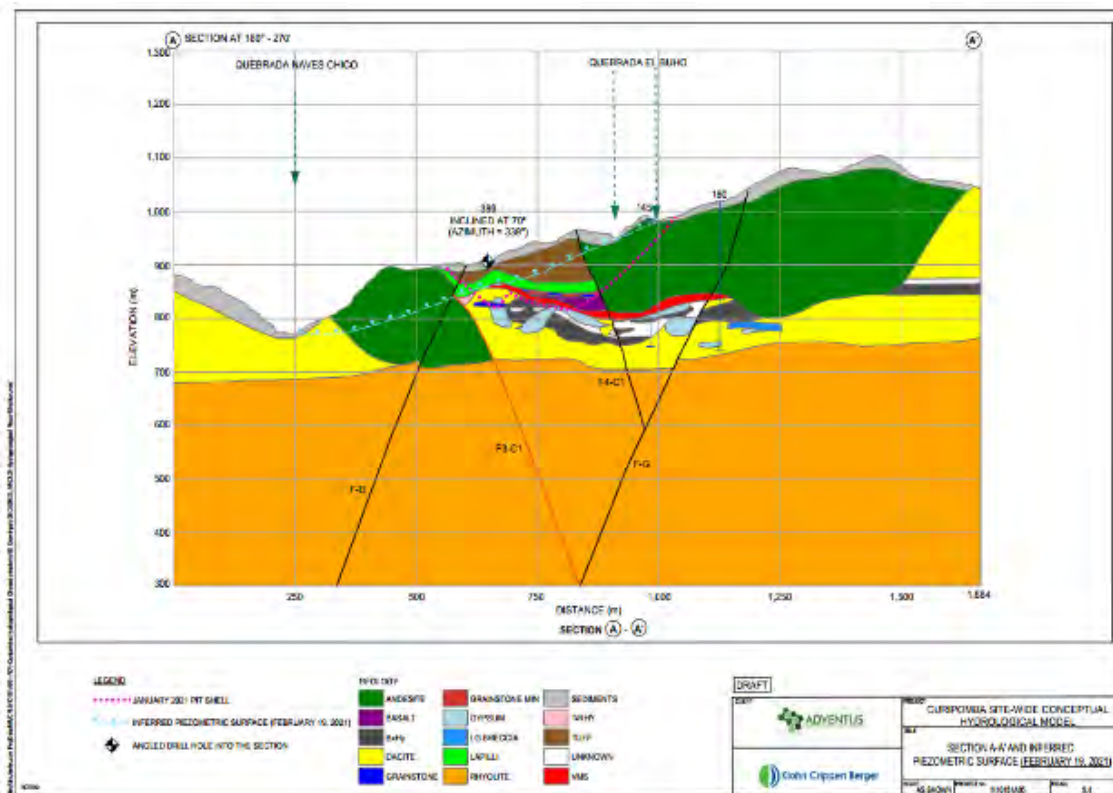


Figura 5-59 Sección A-A' y Superficie Piezométrica Inferida (19 de febrero de 2021)

Fuente y Elaboración: Klohn Crippen Berger, 2021

Valle El Silencio

La Figura 5-60 presenta las elevaciones de las aguas subterráneas registradas en el valle El Silencio entre noviembre de 2020 y el 28 de abril de 2021. El número de ubicaciones en las que se registraron las mediciones del nivel del agua aumentó durante este período a medida que un número cada vez mayor de piezómetros de tubería vertical se pusieron en línea. Se incluye mediciones registradas en el área de pozos abiertos en la división entre los valles de Naves Chico y El Silencio (CURI-86, CURI-149 y CURI-150). La Figura 5-60 no incluye datos de precipitación diaria, ya que los registros de precipitación diaria no estaban disponibles para el período desde el 19 de noviembre de 2020.

Aunque se ha registrado la fecha de medición del nivel de agua subterránea en los piezómetros de standpipe, no se registró el tiempo de medición.

Las elevaciones del agua subterránea en DOMO-W007S no se presentan en la Figura 5-61, ya que no se ha registrado un espesor saturado medible en esta ubicación desde la finalización, y la elevación del agua subterránea se considera menor que la elevación base del tubo vertical (<745,6 msnm). Además, las elevaciones del agua subterránea en DOMO-W006S y DOMO-W006D no se presentan en la Figura 5-61, ya que se informa que estos piezómetros de tubería vertical están ubicados al oeste del estero El Silencio y, en consecuencia, más allá del límite del área de estudio. Aunque la fecha de las mediciones de la profundidad al agua subterránea en los piezómetros de tubería vertical se ha registrado para cada medición, no se registró la hora del día a la que se midió la profundidad al nivel del agua.

Las siguientes observaciones se hacen a partir de la Figura 5-61.

- > La elevación máxima del agua subterránea (922,2 msnm) en el valle El Silencio se registró en CURI 150 en la división entre los valles El Silencio y Naves Chico;

- > La elevación mínima del agua subterránea (494,0 msnm) en el valle El Silencio se registró en DOMO-W008D el 12 de marzo de 2021 junto a la descarga del estero El Silencio en el estero El Gallo;
- > Los datos registrados aún no han completado una variación estacional completa, sin embargo, se siguen registrando estos valores
- > En los lugares donde se instalan las tuberías verticales S y D, los gradientes hidráulicos verticales son generalmente descendentes en todo el valle y el 28 de abril de 2021 oscilaron entre 0,05 m/m (DOMO-W009) y 0,84 m/m (DOMO-G007).
- > El 28 de abril de 2021 se registraron gradientes hidráulicos verticales ascendentes en DOMO-W005 (0,02 m/m) y DOMO-G016 (0,01 m/m).

Las elevaciones de agua subterránea registradas en los piezómetros *standpipe* de la serie S en el valle El Silencio el 28 de abril de 2021 se han utilizado para compilar un plan de contorno de elevación de aguas subterráneas (Figura 5-61). Sobre la base de los contornos de elevación de aguas subterráneas inferidos para abril de 2021 (la estación húmeda) presentados en la Figura 5-61, los gradientes hidráulicos horizontales estimados y la dirección general del flujo de aguas subterráneas poco profundas en cada uno de los sitios de desarrollo de la mina se resumen en la Tabla 5-33.

Tabla 5-33 Gradientes Hidráulicos Horizontales Estimados y Direcciones de Flujo de Agua Subterránea (28 de abril de 2021)

Sitio de la Mina	Gradiente Hidráulico Horizontal (m/m)	Dirección General del Flujo de Aguas Subterráneas Poco Profundas
TSF-Cell 1	0,46	Sur-sureste
Sitio de la planta de proceso	0,18	Suroeste
WRF-1	0,18	Suroeste
TSF-Cell 2	0,26	Suroeste

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
 Elaboración: Cardo Entrix, septiembre 2021

La Figura 5-61 muestra que de los piezómetros de la serie S del 28 de abril de 2021, la elevación máxima del agua subterránea en el valle El Silencio fue de 973 msnm en DOMO-G0007S (en las tierras altas del sur) y la elevación mínima del agua subterránea fue de 483 msnm en DOMO-W006S (en la confluencia del estero El Silencio con el estero El Gallo).

Dado que el muestreo de las aguas subterráneas en el valle El Silencio data de diciembre de 2020, los datos de las series temporales aún no son lo suficientemente extensos como para evaluar el potencial de cambios estacionales en la elevación de las aguas subterráneas.

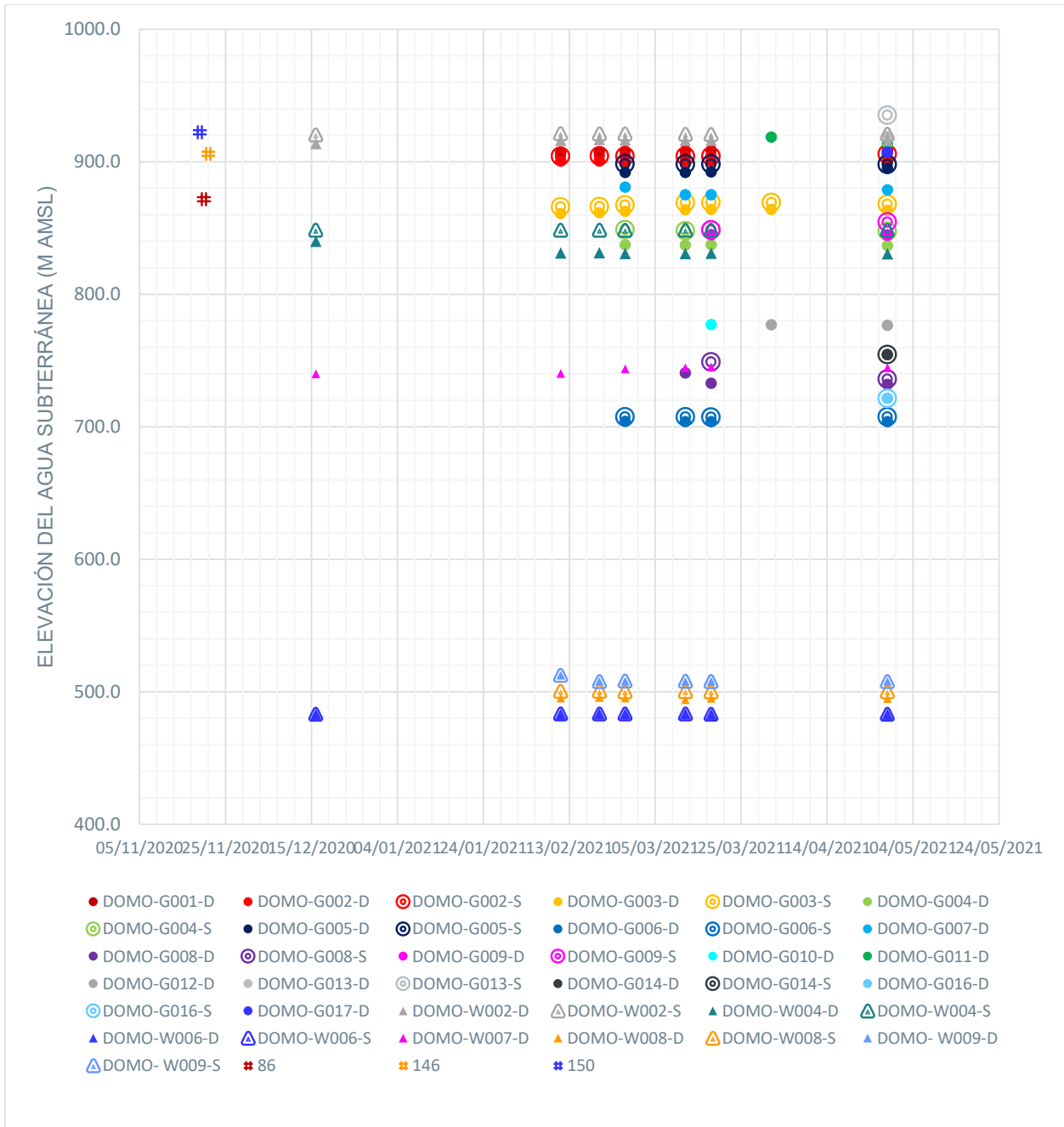


Figura 5-60 Elevaciones de Agua Subterránea en el Valle El Silencio

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

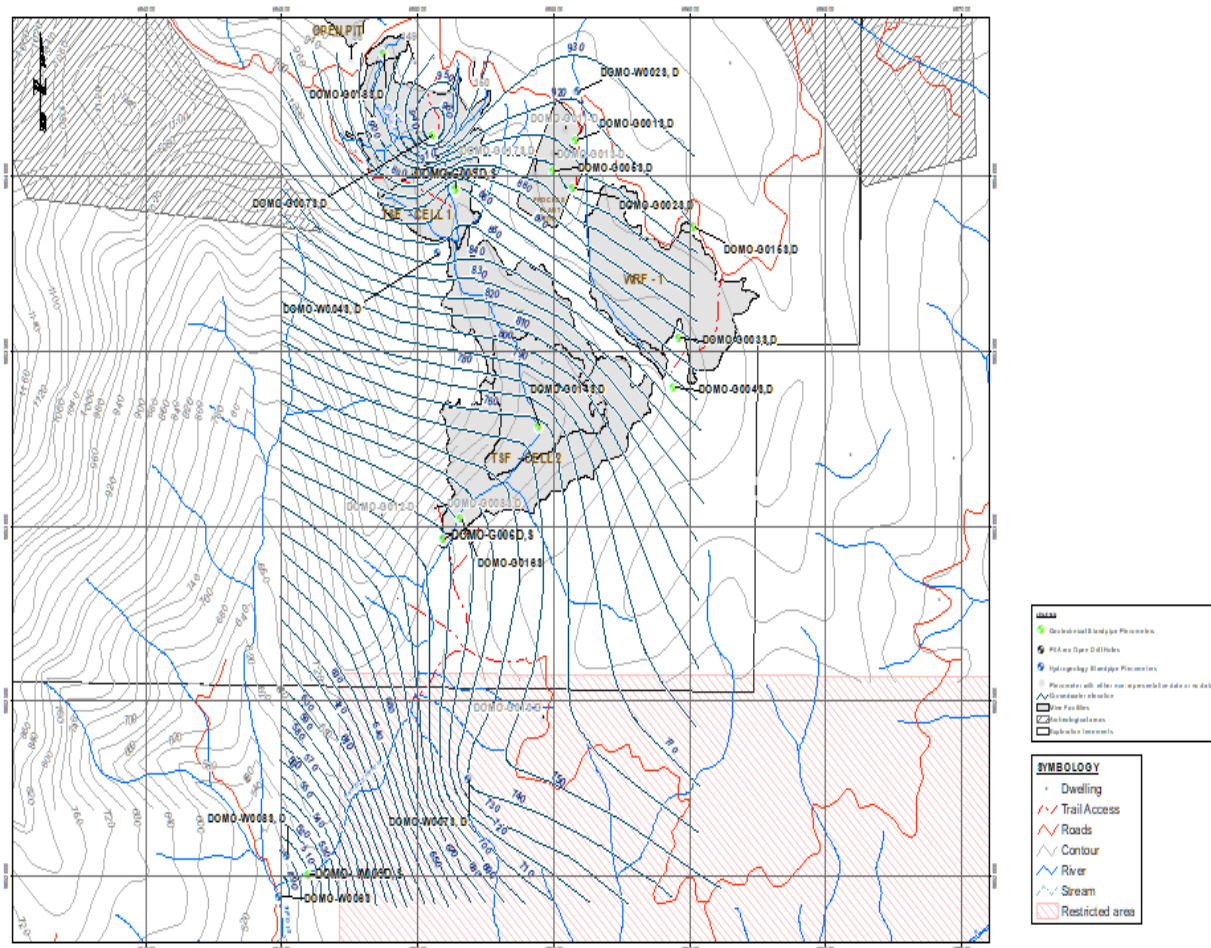


Figura 5-61 Mapa de Contorno de Elevación de Aguas Subterráneas Valle El Silencio (28 de abril de 2021)

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.1.5.4.7 Conductibilidad Hidráulica

Valles de Naves Chico

En el valle de Naves Chico se ha realizado las siguientes pruebas de permeabilidad:

- > Once pruebas de Lugeon en cuatro pozos de perforación diamantinos de tamaño H (CURI-383, CURI-386, CURI-389 y CURI-390) en el área del tajo utilizando el método descrito por Hoek y Bray (1974);
- > Tres pruebas de caída de la cabeza de las cuales dos se realizaron en piezómetros de tubo vertical en DOMO-W005D y una se realizó en DOMO-W005S;
- > Cuatro pruebas LeFranc de las cuales dos se realizaron en piezómetros de tubería vertical en DOMO-W003D y una se realizó en piezómetros de tubería vertical en cada DOMO-W005S, DOMO-W005D utilizando el método de carga constante descrito en CAN/BQ 2501-135/2008; y
- > Cuatro pruebas de carga constante de las cuales una se realizó en el piezómetro de tubería vertical en el área del tajo en DOMO-W001D, una se realizó en el piezómetro de tubería vertical en DOMO-

W003D y dos se realizaron en el piezómetro de tubería vertical en DOMO-W005D. Las pruebas de descarga constante se realizaron utilizando el método descrito por Hoek y Bray (1981).

Las conductividades hidráulicas medias geométricas para cada unidad litoestratigráfica ensayada en el valle de Naves Chico se resumen en la Tabla 5-22. KP ha interpretado previamente las pruebas de conductividad hidráulica realizadas en piezómetros de hidrogeología (serie W) (KP 2021a). KCB revisó estos resultados, pero no los reinterpreto. Se han utilizado estimaciones de conductividad hidráulica KP para compilar los valores presentados en la Tabla 5-34.

La conductividad hidráulica media geométrica prevista para la dacita breccia incluye la dacita breccia descrita como 'silicificada'. La conductividad hidráulica proporcionada para la 'falla' se interpreta como la falla F-D intersecada entre 35 m y 45 m en CURI 389. Las conductividades hidráulicas notificadas como estimaciones de límite inferior o límite superior se han incluido en los cálculos de conductividad hidráulica media geométrica.

Sobre la base del conjunto de datos limitado para el valle de Naves Chico, la conductividad hidráulica media geométrica más baja se observa en la brecha de dacita ($4,6 \times 10^{-7}$ m/s) y la conductividad hidráulica media geométrica máxima se observa en las zonas de prueba que se extienden a lo largo de la interfaz de roca saprolita/desgastada ($1,1 \times 10^{-5}$ m/s). En el Apéndice II-1 se proporciona una tabla resumen que indica los resultados de las pruebas de conductividad hidráulica, la ubicación de la prueba y la unidad litoestratigráfica probada para todas las pruebas realizadas en el valle de Naves Chico.

Tabla 5-34 Estimaciones de Permeabilidad Media en el Valle de Naves Chico por Unidad Litoestratigráfica

Unidad litoestratigráfica	Conductividad Hidráulica Máxima (m/s)	Conductividad Hidráulica Mínima (m/s)	Conductividad Hidráulica Media Geométrica (m/s)	Número de Pruebas
Andesita	$2,1 \times 10^{-6}$	$6,7 \times 10^{-8}$	$7,2 \times 10^{-7}$	6
Dacita	$6,9 \times 10^{-6}$	$5,4 \times 10^{-6}$	$6,1 \times 10^{-6}$	2
Dacite Breccia	$5,3 \times 10^{-7}$	$2,9 \times 10^{-7}$	$4,6 \times 10^{-7}$	2
Culpa	$2,0 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-6}$	1
Grainstone VMS	$2,8 \times 10^{-6}$	$2,8 \times 10^{-6}$	$2,8 \times 10^{-6}$	1
Toba Lapilli	$3,1 \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^{-7}$	$8,2 \times 10^{-7}$	3
Saprolita/roca meteorizada	$7,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^{-7}$	$1,1 \times 10^{-5}$	5

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
Elaboración: Cardo Entrix, septiembre 2021

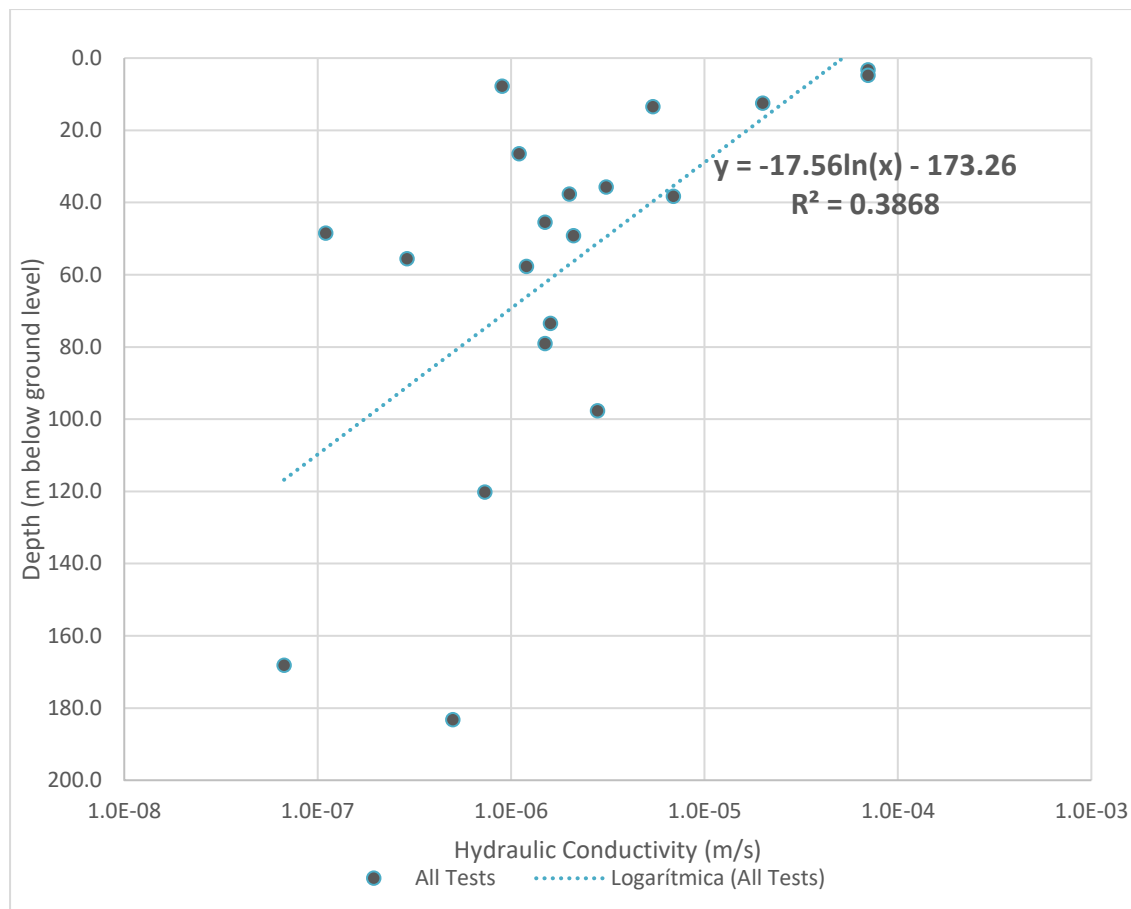


Figura 5-62 Naves Chico: Estimaciones de Conductividad e Hidráulica vs. Profundidad por debajo del Nivel de Suelo

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

La Figura 5-62 muestra lo siguiente:

- > Generalmente la conductividad hidráulica disminuye con la profundidad
- > Dispersión considerable en las estimaciones de conductividad hidráulica determinadas a partir de las pruebas de Lugeon ($R^2 = 39\%$)

Valle El Silencio

En el valle El Silencio se han realizado las siguientes pruebas de conductividad hidráulica:

- > Veinticuatro pruebas de Lugeon en 16 agujeros de perforación de diamante de tamaño H utilizando el método descrito por Hoek y Bray (1974);
- > Siete (7) pruebas de *raising head* o *falling head* en los siguientes piezómetros de tubería de pie: DOMO-G004S, DOMO-G004D, DOMO-G005S, DOMO-G005D y DOMO-G008D.
- > Cuarenta y cuatro pruebas de LeFranc en 26 piezómetros *standpipe* con intervalos ranurados establecidos adyacentes a saprolita, roca madre desgastada y roca madre competente utilizando el método de cabeza constante descrito en CAN/BQ 2501-135/2008; y

- > Cuatro pruebas de cabeza de carga constante de las cuales una se realizó en el piezómetro *standpipe* en el área de boxes en DOMO-W002D, una se realizó en el piezómetro *standpipe* en DOMO-W008D y dos se realizaron en piezómetro *standpipe* en DOMO-W009D. Se realizaron pruebas de descarga constante utilizando el método descrito por Hoek y Bray (1981).

Las estimaciones de conductividad hidráulica para cada unidad litoestratigráfica probada en el valle El Silencio se resumen en la Tabla 5-23.

Se informó que DOMO-W002D se había cruzado con una "zona de falla de dacita". Esta zona de falla no ha sido mapeada previamente y fue sometida a una prueba de permeámetro de tajo entre 21,5 y 34,0 m por debajo del nivel.

Tabla 5-35 Estimaciones Medias de Conductividad de Hidráulica en el Valle El Silencio por Unidad Litoestratigráfica

Unidad Litoestratigráfica	Conductividad Hidráulica Máxima (m/s)	Conductividad Hidráulica Mínima (m/s)	Conductividad Hidráulica Media Geométrica (m/s)	Número de Pruebas
Andesita	$3,1 \times 10^{-7}$	$3,1 \times 10^{-7}$	$3,1 \times 10^{-7}$	1
Dacite (incluido dacite flow)	$1,0 \times 10^{-5}$	$4,5 \times 10^{-8}$	$8,7 \times 10^{-7}$	15
Error W002D	$6,0 \times 10^{-6}$	$6,0 \times 10^{-6}$	$6,0 \times 10^{-6}$	1
Grainstone (incluyendo grainstone tuff y grainstone/dacite interface)	$1,9 \times 10^{-6}$	$7,4 \times 10^{-7}$	$1,2 \times 10^{-6}$	3
Riolita	$1,7 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-7}$	$3,9 \times 10^{-7}$	6
Saprolito	$5,6 \times 10^{-5}$	$3,9 \times 10^{-7}$	$3,5 \times 10^{-6}$	23
Saprolita/roca meteorizada	$3,1 \times 10^{-6}$	$4,7 \times 10^{-7}$	$1,1 \times 10^{-6}$	3
Toba	$1,0 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-8}$	$6,6 \times 10^{-7}$	5
Roca madre meteorizada	$1,2 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-7}$	$5,7 \times 10^{-6}$	19

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Los siguientes resultados de la prueba se excluyeron de la estimación de las conductividades hidráulicas medias geométricas:

- > Un resultado de la prueba de LeFranc de $1,4 \times 10^{-9}$ m/s en un saprolito entre 6,0 y 19,5 m por debajo del grado en DOMO-G015D. Se considera que este resultado está más allá de la precisión medible del método; y
- > Un resultado de la prueba de LeFranc de $2,3 \times 10^{-6}$ m/s en una zona entre 19,0 y 24,0 m por debajo del grado en DOMO-G002S donde la unidad probada era incierta e indicada como 'NR-Weathered Tuff assumed'.
- > Un resultado de la prueba de cabeza ascendente de $3,7 \times 10^{-8}$ en una zona entre 52,0 y 61,0 m por debajo del grado en DOMO-G005D, que fue un duplicado de una prueba de cabeza descendente realizada en el mismo lugar.

Con base en el conjunto de datos en el valle El Silencio, la conductividad hidráulica media geométrica más baja se observa en la andesita ($3,1 \times 10^{-7}$ m/s) y se reportó que la conductividad hidráulica máxima se encuentra en la zona de falla intersecada por DOMO-W002D ($6,0 \times 10^{-6}$ m/s), con la conductividad hidráulica media geométrica del lecho rocoso meteorizado ($5,7 \times 10^{-6}$ m/s) ligeramente menor que la máxima. Todos los agujeros de perforación completados en el valle El Silencio eran verticales.

Las conductividades hidráulicas estimadas en el valle El Silencio se trazan contra la profundidad por debajo del nivel del suelo en la Figura 5-63, donde se observa lo siguiente:

- > Generalmente, la conductividad hidráulica disminuye con la profundidad
- > Dispersión considerable en las estimaciones de conductividad hidráulica ($R^2 = 32\%$).

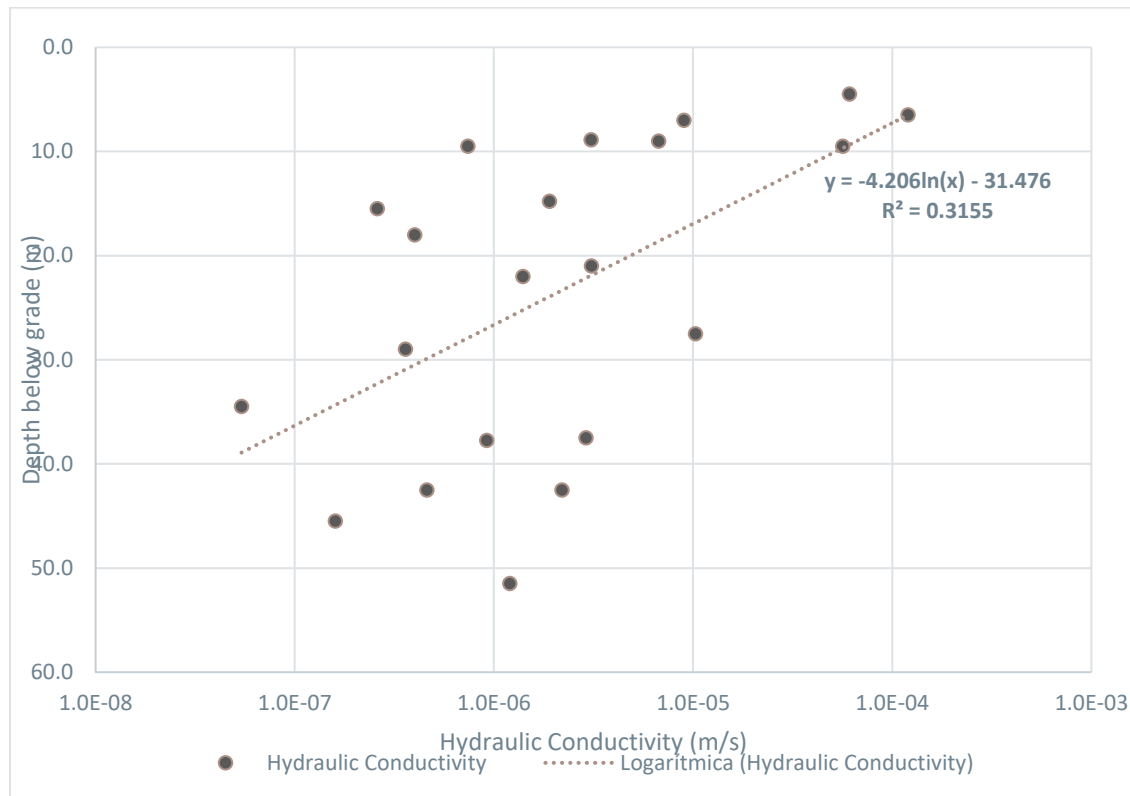


Figura 5-63 Conductividad Hidráulica vs. Profundidad Bajo el Nivel en el Valle El Silencio

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.1.5.4.8 Química de Agua Subterránea

KCB no realizó directamente la toma de muestras de agua subterránea ni el estudio de calidad, sin embargo, sí se utilizaron los resultados recopilados para la caracterización del agua subterránea como parte del estudio hidrogeológico, con fines de caracterización de tipos de agua.

Se recolectaron muestras de agua subterránea durante tres eventos de muestreo de agua subterránea (diciembre de 2020, enero, marzo y junio de 2021) de varios lugares en los valles de Naves Chico y El Silencio, por Gruentec Cía. Ltda. (Gruentec) bajo la dirección de Knight Piésold Ltd. (KP). Gruentec también realizó el análisis de laboratorio de las muestras de agua subterránea. Los resultados de la química analítica de las aguas subterráneas se presentan en el Anexo C. Respaldos LB, C.1. Físico, C.1.4. Hidrogeología. C.1.4.1. Resultados de laboratorio.

Las ubicaciones de las muestras de agua subterránea, las fechas y los analitos analizados se resumen en la Tabla 5-36. Además de la información proporcionada en la Tabla 5-36, el laboratorio analítico no informó la alcalinidad en DOMO-W001D para la muestra recolectada durante el evento de muestreo de diciembre de 2020. Se recolectaron dos muestras de agua subterránea dentro de la huella del tajo El Domo en DOMO-W001S (851,5-845,5 msnm) y DOMO-W001D (829,9-821,4 msnm) durante los eventos de diciembre de 2020 y marzo de 2021. Sin embargo, las muestras recolectadas en estos lugares durante

diciembre de 2020 no se sometieron a análisis de laboratorio de metales totales o disueltos debido a los niveles elevados de turbidez en las muestras (Knight y Piésold, 2021b). No se han recolectado muestras de agua subterránea de los pozos de la serie CURI dentro de la huella del tajo.

Tabla 5-36 Ubicaciones de Muestras de Agua Subterránea y Conjunto Analítico

ID de Muestra	17-22 de Diciembre de 2020	13-19 de Enero de 2021	22-31 de Marzo de 2021
Valle de Naves Chico			
DOMO-W001S	FP, PT, CN, RP, Aniones	-	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W001D	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, M	-	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W003S	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W005S	FP, PT, CN, RP, Aniones	-	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W005D	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
Valle de El Silencio			
DOMO-W002S	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W002D	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W004S	FP, PT, CN, RP, Aniones	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W004D	-	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W006S	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W007D	FP, PT, CN, RP, Aniones	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W008S	-	-	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W008D	-	-	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W009S	-	-	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-W009D	-	-	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-G003S	-	-	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
DOMO-G003D	-	-	FP, PT, CN, RP, Aniones, HC, OC, M
Notas: Los parámetros de FPField incluyen pH, conductividad, oxígeno disuelto (mg/L) y saturación de oxígeno (%) Carbono OC Organic incluyendo Carbono Orgánico Total y Disuelto Las pruebas PTPhysical incluyen sólidos disueltos y suspendidos, turbidez, dureza total, color HC Hidrocarburos incluyendo hidrocarburos totales de petróleo (C8-C40), fenoles, aceite y grasa Aniones Incluye alcalinidad por titulación, cloruro, sulfato, fluoruro de fosfato, nitrato y nitrito Metales MTotal y Disueltos incluyendo cationes principales			

CN Cianuros incluyendo cianuro libre, cianuro total y cianuro ácido disociable débil (WAD)
RP Paras de referencia, incluidos el amoníaco y el sulfuro de hidrógeno
Denota muestra no recogida

Fuente y Elaboración: Klohn Crippen Berger, 2021

Valle de Naves Chico

Se han recopilado las principales concentraciones de cationes (calcio, magnesio, sodio y potasio) y aniones (bicarbonato, carbonato, cloruro y sulfato), convertidos a sus equivalentes molares y trazados en un diagrama trilineal de Piper (Figura 5-64). Estos diagramas proporcionan una representación gráfica de la química de los iones principales del agua subterránea, sirven para diferenciar entre las facies del agua subterránea y pueden demostrar la evolución química del agua subterránea a medida que fluye a través del subsuelo.

Por lo general, los puntos finales de la secuencia evolutiva del agua subterránea se definen por los cuerpos de agua superficial o la precipitación. Dado que el conjunto de datos de calidad del agua superficial disponible no incluye las principales concentraciones de aniones y cationes, los diagramas trilineales de Piper no incluyen los puntos finales de las aguas superficiales. En el cuadrilátero (diamante), cada muestra de agua recogida está representada por un único punto. Cuando se han recogido tres muestras de agua subterránea del mismo lugar (durante diciembre de 2002, enero de 2021 y marzo de 2021), en la Figura 5-64 se presentan tres puntos con el mismo símbolo.

A partir de la revisión de la Figura 5-64 se formulan las siguientes conclusiones:

- > El agua subterránea recolectada de W003S, es un agua subterránea de sodio-bicarbonato que indica un aumento de la concentración de sodio con el tiempo.
- > El agua subterránea recolectada de W005D es un agua subterránea de sulfato de calcio y se distingue de todas las demás facies de agua subterránea en todo el sitio, debido a las concentraciones elevadas de sulfato.
- > Las aguas subterráneas recogidas de W001S, W001D y W005S son aguas subterráneas de facies de calcio-bicarbonato.
- > El agua subterránea recolectada de W001D y W001S es similar, mientras que W001D tiene más del 10 % de sulfato y W001S tiene menos del 10 % de sulfato.
- > El agua subterránea en W005S es distintivamente diferente de la muestra de agua subterránea recolectada de W005D (23 m más profunda que W005S).

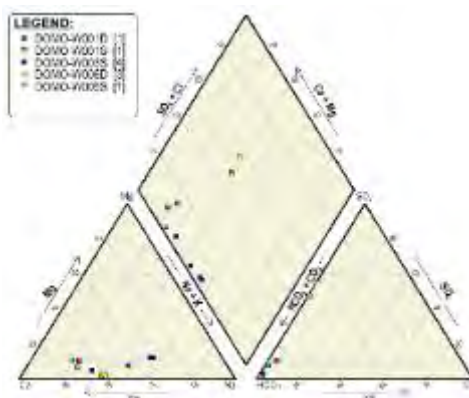


Figura 5-64 Diagrama Trilineal de Piper para el Valle de Naves Chico

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Valle de El Silencio

En la Figura 5-65 se presenta un diagrama trilineal de Piper para muestras de agua subterránea recolectadas en el valle El Silencio durante los eventos de muestreo de diciembre de 2020, enero y marzo de 2021.



Figura 5-65 Diagrama Trilineal de Piper para el Valle El Silencio

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

A partir de la revisión de la Figura 5-64 se formulan las siguientes conclusiones:

- > Las aguas subterráneas recogidas de DOMO-W002S, DOMO-W002D, DOMO-W006S, DOMO-W009S, DOMO-W009D, DOMO-W008S, DOMO-W008D, DOMO-W004D son facies de calcio-bicarbonato.
- > Las aguas subterráneas recolectadas de DOMO-W003S, DOMO-W003D (tierras altas a lo largo del límite este del sitio) DOMO-W004S (TSF Cell 1 y TSF Cell 2) y DOMO-W007D (tierras altas a lo largo del límite sur del sitio) son facies de bicarbonato de sodio.
- > El agua subterránea recolectada de DOMO-W004S tiene aproximadamente un 22 % más de sodio que el agua subterránea recolectada de DOMO-W004D (15 m por debajo de DOMO-W004S) y es una facies de agua subterránea diferente a DOMO-W004D.

5.1.5.4.9 Resumen del modelo hidrogeológico

En general, se espera que el agua subterránea se recargue a partir de la precipitación y la escorrentía en las zonas de recarga a gran altura, y que se descargue en los valles de los arroyos en elevaciones más bajas. Ejemplos de zonas de recarga de agua subterránea son las cordilleras de los valles este y oeste de las cuencas El Silencio y Naves Chico. Ejemplos de zonas de descarga de aguas subterráneas son los valles de los arroyos incididos por la quebrada Naves Chico y el estero El Silencio (Figura 5-66).

Un ejemplo específico es el rasgo topográfico silla de montar que es el límite entre las cuencas de Naves Chico y El Silencio. El pico El Domo marca la elevación del punto final del pico noreste de la silla y el pico sin nombre situado en el área arqueológica marca la elevación del punto final del pico suroeste. Cada uno de estos picos se considera zonas de recarga de aguas subterráneas. El punto de la silla de montar, o el punto bajo topográfico entre las dos elevaciones del punto final del pico, podría considerarse una zona de descarga de agua subterránea si los canales del arroyo aguas abajo del punto de la silla se hubieran hecho una incisión más profunda. Sin embargo, las únicas condiciones artesianas de flujo observadas en el sitio

se han determinado en DOMO-018S, D, que se perforó en el punto de silla entre las dos elevaciones del punto final máximo, por lo cual, esta condición debe ser confirmada en futuros estudios.

Hidroestratigrafía

En general, la estratigrafía a través del sitio consiste en suelo residual que se superpone al saprolito, seguida de roca madre meteorizada (con una resistencia de roca de 3 o menos). Invariablemente, el lecho rocoso competente (que tiene una resistencia de roca superior a 3) subyace al lecho rocoso meteorizado. La unidad de roca madre superior varía a través del sitio. Sin embargo, en el área del tajo el lecho rocoso superior es andesita o toba. En otras partes del sitio el lecho rocoso superior es riolita o dacita. Sobre la base de las unidades litoestratigráficas, los niveles de agua subterránea y las conductividades hidráulicas presentadas en este informe se definen las siguientes unidades hidroestratigráficas clave (HSU):

- > **Roca madre meteorizada:** Incluye el saprolito y la roca madre meteorizada (con una resistencia de roca de 3 o menos). En elevaciones más altas, esta HSU puede ser insaturada. La HSU es relativamente delgada pero lateralmente continua en todo el sitio. La conductividad hidráulica oscila entre 1×10^{-7} m/s y 1×10^{-4} m/s.
- > **Roca madre competente:** Incluye todo el lecho rocoso que tiene una resistencia rocosa superior a 3 y es principalmente dacita con ocurrencias locales de andesita, riolita, lapilli, toba y grano VMS. En elevaciones más altas, esta unidad hidroestratigráfica puede ser insaturada. La base de la unidad hidroestratigráfica es indefinida. La conductividad hidráulica oscila entre 7×10^{-8} m/s y 7×10^{-6} m/s.
- > **Fallas:** Nueve fallas han sido mapeadas en el área del tajo El Domo del valle de Naves Chico y tres fallas (El Gallo, F3-C3 y F4C) se extienden a través de la divisoria de la cuenca en el norte del valle de El Silencio. En el valle de Naves Chico se realizó una prueba de presión a través de la zona de falla F-D y se determinó una conductividad hidráulica de 2×10^{-6} m/s. En el valle de El Silencio se realizó una prueba de permeámetro de tajo en una zona de falla intersecada por DOMO-W002D y se estimó una conductividad hidráulica de 6×10^{-6} m/s.

5.1.5.4.10 Caracterización hidrogeológica en el Valle de Naves Chico

De acuerdo con el modelo conceptual hidrogeológico y con las elevaciones de agua subterránea, hay una divisoria del flujo de agua subterránea en aproximadamente la misma ubicación que la divisoria topográfica. Dado que el tajo está situado en la ladera orientada al oeste del valle de Naves Chico se espera que las cabezas piezométricas al sureste (pendiente descendente) del tajo El Domo se vean afectadas en mayor medida por la deshidratación de la mina, mientras que las cabezas piezométricas al noroeste (pendiente descendente) se espera que sean las menos afectadas. Conceptualmente, las cabezas piezométricas al este, oeste y norte del tajo se verán afectadas por la deshidratación hasta el límite del sitio. A medida que las cabezas piezométricas se reducen gradualmente con la deshidratación del tajo El Domo, se espera que la divisoria del flujo de agua subterránea (al sur del tajo) se desvíe más hacia el sur hasta algún punto debajo de la TSF-Cell 1.

Con base en las estimaciones de conductividad hidráulica a nivel de factibilidad, se infiere que el flujo de agua subterránea en el valle de Naves Chico ocurre principalmente a niveles poco profundos dentro del lecho rocoso meteorizado HSU. Se espera que el agua subterránea fluya en el lecho rocoso meteorizado y la base del saprolito siguiendo el gradiente topográfico y la descarga en arroyos (como El Búho, como se documenta en la Figura 5-59) o siguiendo trayectorias de flujo preferenciales en fallas transmisibles con las litologías de roca madre subyacentes. Los gradientes de presión vertical a lo largo de estas fallas pueden ser localmente hacia arriba o hacia abajo dependiendo de la continuidad de las fracturas y la conductividad hidráulica en las zonas de falla.

La química de las aguas subterráneas en el valle de Naves Chico muestra tres facies hidroquímicas distintas, de la siguiente manera:

- > Facies de agua subterránea sulfatada-cálcica (DOMO-W005D);
- > Facies de agua subterránea bicarbonatada-sódica (DOMO-W003S); o
- > Facies de agua subterránea bicarbonatada-cálcica (DOMO-W001S DOMO -W001D y DOMO-W005S).

En general, se interpreta que el agua subterránea de facies de calcio-bicarbonato está más estrechamente alineada con la química de la precipitación y la escorrentía (es decir, la zona de recarga activa). Se infiere que el agua subterránea facies de sodio-bicarbonato representa el agua subterránea que ha fluido a través del subsuelo siguiendo un camino de flujo más largo/más profundo.

Utilizando la composición de sulfato de las muestras de agua DOMO-W001S, DOMO-W001D y DOMO-W005D como indicador de las vías de filtración de agua subterránea, conceptualmente la precipitación se infiltra en el gradiente descendente del subsuelo de W001S y se filtra hacia abajo en el lecho rocoso meteorizado. El agua subterránea fluye lateralmente a través del lecho rocoso meteorizado aumentando su composición de sulfato siguiendo el gradiente hidráulico horizontal de entre 0,2-0,3 m/m a W001S. Además, un gradiente hidráulico vertical descendente (registrado en 0,4 m/m en W001S, D) indica el potencial de que el agua subterránea se infiltre más profundamente en el lecho rocoso debajo de la zona de roca madre meteorizada y (en W001D) en la roca lapilli.

Se infiere que las condiciones de flujo de agua subterránea en DOMO-W001S,D son representativas de las condiciones de flujo en la elevación inferior de la huella futura del open pit (Figura 5-28). A medida que el agua subterránea continúa siguiendo el gradiente horizontal aguas abajo de la huella del open pit, se conceptualiza como un aumento de su concentración de sulfato (por ejemplo, como se informó en W005D).

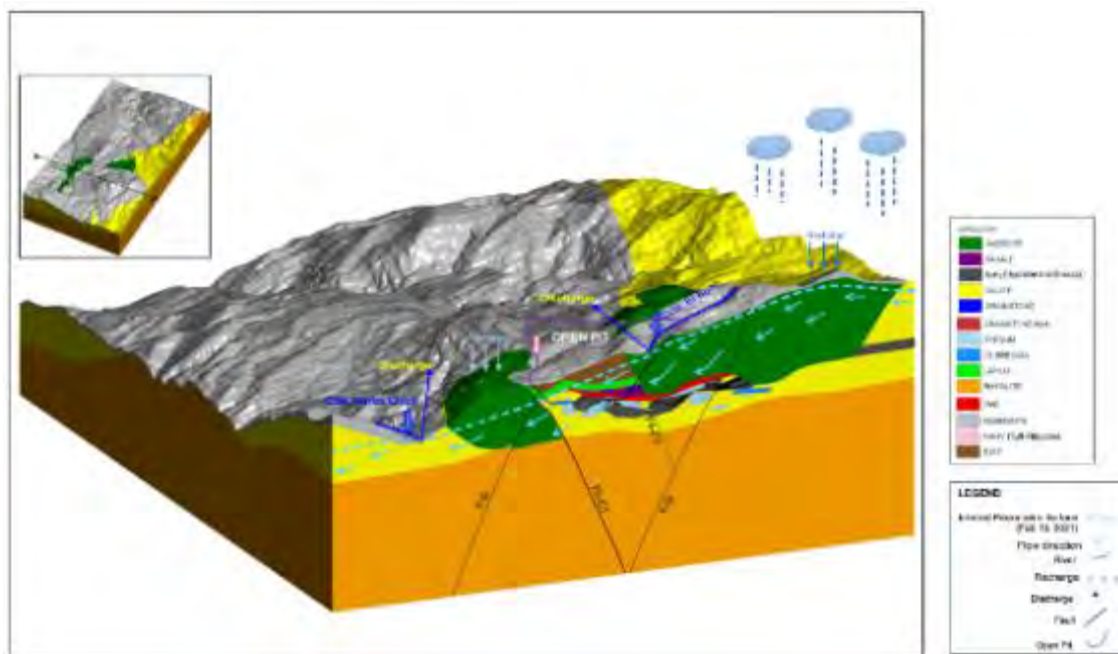


Figura 5-66 Modelo Hidrogeológico Conceptual

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Caracterización hidrogeológica en el Valle El Silencio

La TSF Cell 1, Process Plant Site y WRF 1 están situadas en las cabeceras de la cuenca de El Silencio entre la elevación 960 y 860 msnm.

Con base en las estimaciones de conductividad hidráulica del nivel de factibilidad, el flujo de agua subterránea poco profunda en todo el valle El Silencio ocurre predominantemente dentro del lecho rocoso meteorizado, HSU. El flujo de agua subterránea en el lecho rocoso meteorizado es impulsado por el gradiente topográfico y se espera que descargue en el estero El Silencio en elevaciones más bajas de la cuenca por debajo de la estación de muestreo de flujo CURI-28. Con base en un año de muestreo del caudal (entre septiembre de 2019 y noviembre de 2020) se infiere la escorrentía de las elevaciones superiores del estero El Silencio entre HYDRO C y CURI-28 para recargar el lecho rocoso meteorizado, HSU.

Se infiere que la precipitación que cae en las cabeceras de la cuenca se infiltra hacia abajo en el lecho rocoso meteorizado subyacente. La mayor parte del flujo que se origina en el lecho rocoso meteorizado en elevaciones más altas fluirá en condiciones no confinadas dentro del lecho rocoso meteorizado HSU, mientras que se espera que un componente menor del flujo se infiltre en el lecho rocoso competente profundamente asentado. Después de los gradientes de presión, se espera que parte del agua subterránea en el lecho rocoso meteorizado recargue las fallas en el lecho rocoso (como se informó en DOMO-W002D y se mapeó el cruce hacia la cuenca superior de El Silencio desde el norte) (Pratt, 2008; Adventus, 2021). El agua subterránea recargada fluye hacia abajo dentro del lecho rocoso meteorizado HSU hacia el estero El Silencio. En general, se prevé que el estero El Silencio recargue el sistema de aguas subterráneas poco profundas adyacentes aguas arriba de CURI-28. Aguas abajo de CURI-28, se espera que el agua subterránea en el lecho rocoso meteorizado HSU descargue directamente en el estero El Silencio.

El agua subterránea en el lecho rocoso meteorizado HSU en la mayoría de los lugares se conceptualiza para tener un carácter químico representativo del agua del río (facies de calcio-bicarbonato). Sin embargo, localmente en las tierras altas del sur (DOMO--G003D y DOMO-W007D) y la ladera del valle orientada al este (DOMO-W004S), el agua subterránea es de tipo bicarbonato de sodio. Dado que las concentraciones totales de sólidos disueltos (TDS) de estas muestras son bajas en relación con algunas facies de calcio-bicarbonato de agua subterránea, el agua subterránea de facies de sodio-bicarbonato puede ser una consecuencia de las diferentes unidades geológicas a través de las cuales pasa, y no necesariamente una indicación de su tiempo de viaje en el subsuelo.

Dado que el lecho rocoso competente en el valle El Silencio está compuesto principalmente de dacita (conductividad hidráulica media geométrica de 9×10^{-7} m/s) con algo de andesita (3×10^{-7} m/s), se espera que el flujo de agua subterránea en el lecho rocoso competente sea limitado e impulsado por gradientes de presión y que sea predominantemente agua subterránea de bicarbonato de sodio. Las facies de calcio-bicarbonato de agua subterránea pueden infiltrarse directamente en el lecho rocoso competente en elevaciones más altas donde el lecho rocoso aflora en la superficie del suelo o está a poca profundidad. Aunque se ha demostrado que la *grainstone* tiene una permeabilidad relativamente alta (1×10^{-6} m/s), se ha mapeado localmente en el valle superior de El Silencio y generalmente se infiere que tiene una extensión limitada.

La única prueba de conductividad hidráulica realizada en una falla en el Valle El Silencio reportó una conductividad hidráulica de 6×10^{-6} m/s. El potencia y orientación de esta falla (intersectada en DOMO-W002D) y su extensión sur todavía está bajo investigación. También la capacidad de las fallas El Gallo, F3-C3 y F4C para transmitir agua subterránea. Se estima que podrían existir otras fallas no todavía mapeadas en la zona.

5.1.5.4.11 Conclusiones

El agua subterránea fluye a través del área de huella futura del tajo El Domo, ubicada en la ladera orientada al oeste del valle de Naves Chico, desde las zonas de recarga a lo largo de la cresta oriental de dicho valle bajo un gradiente hidráulico horizontal de 0,2-0,3 m/m hacia el noroeste. El flujo horizontal de agua subterránea ocurre predominantemente en el lecho rocoso meteorizado y a lo largo de la base del saprolito. Sin embargo, este patrón de flujo de agua subterránea predominante puede verse alterado localmente por la red de fallas que transectan el tajo de El Domo. Los gradientes hidráulicos verticales descendentes en

las elevaciones más bajas de la huella del tajo impulsan el agua subterránea más profundamente desde el lecho rocoso meteorizado hacia unidades de roca más competentes. Los datos de flujo de la quebrada El Búho sugieren que es una corriente de ganancia en que el agua subterránea probablemente descarga al arroyo. Los datos preliminares de calidad del agua subterránea sugieren que la calidad del agua subterránea evoluciona de un agua subterránea de tipo bicarbonatada-cálcica (típico de la precipitación) a un agua subterránea de sulfatada cálcica adyacente a la quebrada Naves Chico en la extensión norte del sitio.

La recarga de agua subterránea en el valle El Silencio se origina como lluvia que se infiltra a lo largo de las crestas del valle este y oeste y pasa verticalmente hacia abajo a través de una zona insaturada (vadosa) y finalmente recarga el acuífero no confinado subyacente en el lecho rocoso meteorizado. Siguiendo gradientes hidráulicos locales horizontales (que oscilan entre 0,2 y 0,5 m/m) y verticales descendentes (que oscilan entre 0,05 y 0,8 m/m), se infiere que el flujo de agua subterránea en el acuífero no confinado se dirige hacia el sureste (desde las laderas del valle oeste) o hacia el suroeste (desde las laderas del valle este) y finalmente descarga al estero El Silencio en los tramos más bajos de la cuenca. Dado que los datos de muestreo del flujo de corriente en el estero El Silencio sugieren que El Silencio generalmente está "perdiendo" agua en el sistema de aguas subterráneas poco profundas adyacente a lo largo de sus tramos superiores, se infiere que la descarga de agua subterránea al estero El Silencio tiene lugar a lo largo de los tramos inferiores (es decir, aguas abajo de la estación de muestreo de flujo CURI-28). Se concluye que la calidad del agua subterránea a lo largo de la trayectoria del flujo evoluciona de un agua subterránea de calcio-bicarbonato en las zonas de recarga a un agua subterránea de sodio-bicarbonato dentro de las zonas de descarga.

5.1.5.5 Calidad Química del Agua Subterránea

Uno de los objetivos del programa de campo hidrogeológico fue instalar puntos de muestreo (piezómetros) capaces de producir muestras de calidad del agua del sistema de aguas subterráneas de lecho rocoso. Este objetivo es necesario, ya que no existían datos sobre química de aguas subterráneas profundas para el proyecto. Además, el conocimiento de la química del sistema de roca fracturada facilitará una comprensión de cómo las aguas subterráneas se mueven a través del depósito y el funcionamiento de las mismas, la fuente de estas aguas subterráneas y propiedades hidráulicas, como el tiempo de residencia.

Como parte de estas actividades sobre el terreno, se instalaron 17 piezómetros tradicionales que pueden utilizarse para muestrear parámetros de calidad del agua subterránea. Los piezómetros de tubo vertical están contruidos con tubería de PVC de 50 mm de diámetro nominal y una pantalla ranurada a máquina de 3 m de largo. El relleno anular consiste en arena de sílice colocada inmediatamente adyacente a la pantalla ranurada y que se extiende entre 1,0 m (DOMO-W005S) y 3,0 m (varias ubicaciones) por encima de la parte superior de la pantalla ranurada. El relleno anular sobre el paquete de arena de sílice consistía típicamente en 3 m de bentonita. En la siguiente tabla se indica su ubicación:

Tabla 5-37 Ubicación de los Piezómetros de Muestreo y Fecha del Muestreo Hidrogeoquímico

ID	Micro cuenca	Ubicación Comunidad	Coordenadas WGS 84	
			Este (m)	Norte (m)
DOMO-W001-D (1-3-4)	Naves Chico	Naves Chico	694697	9854595
DOMO-W001-S (1- 3-4)	Naves Chico	Naves Chico	694706	9854598
DOMO-W002-D (1-2-3-4)	El Silencio	Naves Chico	695600	9854242
DOMO-W002-S (1-2-3-4)	El Silencio	Naves Chico	695585	9854235
DOMO-W003-S (1-3)	Naves Chico	Naves Chico	694914	9855795
DOMO-W004-D (2- 3)	El Silencio	Naves Chico	695098	9853778

ID	Micro cuenca	Ubicación Comunidad	Coordenadas WGS 84	
			Este (m)	Norte (m)
DOMO-W004-S(1-2-3)	El Silencio	Naves Chico	695084	9853780
DOMO-W005-D(1-2-3-4)	Naves Chico	Naves Chico	694278	9855372
DOMO-W005-S (1-3-4)	Naves Chico	Naves Chico	694277	9855367
DOMO-W006-S (1-2-3-4)	El Silencio	Esperanza Baja	694497	9851942
DOMO-W007-D (1-2-3-4)	El Silencio	Esperanza Alta	695195	9852276
DOMO-W008-D (3-4)	El Silencio	Esperanza Baja	694531	9852056
DOMO-W008-S (3-4)	El Silencio	Esperanza Baja	694520	9852064
DOMO-W009-D (3-4)	El Silencio	Esperanza Baja	694605	9852004
DOMO-W009-S (3-4)	El Silencio	Esperanza Baja	694595	9851991
DOMO-G003-D (3-4)	El Silencio	Naves Chico	695965	9853540
DOMO-G003-S 3-4)	El Silencio	Naves Chico	695963	9853593
Fechas del muestreo: 1 = diciembre 2020; 2 = enero 2021; 3 = marzo 2021; 4 = junio 2021				

Fuente: Curimining S.A., 2021
Recopilación: Cardno Entrix, junio 2021

Estas muestras fueron tomadas durante la campaña de muestreo hidrogeológico en diciembre del 2020, enero, junio y marzo del 2021, para la caracterización de la hidrogeología y la calidad de las aguas subterráneas. Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio Gruentec, acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), con Acreditación No. SAE LEN 05-008 (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.4 Hidrogeología, C.1.4.2 Acreditación Gruntec).

En la toma de muestras de agua subterránea se siguió el siguiente procedimiento:

- > Se realizó la medición de la profundidad del nivel de agua, la cual debe realizarse con una tolerancia de $\pm 0,01$ m.
- > Se realizó la medición de la profundidad del tajo
- > En caso de que el tubo de recubrimiento del tajo sobresalga del nivel del suelo, se debe desestimar la longitud que tenga para los cálculos de volumen de la columna de agua que se encuentra en el pozo.
- > Medición del diámetro interno del tajo.
- > Se calculó del volumen de agua que se encuentra en el tajo.
- > Los datos de la profundidad del nivel de agua, profundidad real del pozo, el diámetro interno y el volumen de agua que se encuentra en el tajo, se registraron en el RE-HCAS (Registro de Campo para Aguas Subterráneas).
- > Purga del tajo; este proceso se realizó para que la muestra sea lo más representativa posible. Consiste en desalojar el agua estancada del tajo y al agua inmediatamente adyacente al tajo (zona de influencia).
- > Se procedió a realizar la medición de parámetros *in situ*: pH, conductividad, temperatura, turbidez, potencial óxido-reducción y oxígeno disuelto. La primera medición de parámetros *in situ* se realizó luego de haber retirado aproximadamente tres litros de agua del tajo colectados en un balde.

- > Procedimiento para la muestra final: la muestra antes de ser dispuesta en dichos envases debe ser correctamente homogenizada. Los parámetros *in situ* para la muestra corresponden a lo medido en la muestra homogenizada; únicamente los parámetros potenciales Redox y oxígeno disuelto fueron medidos en los primeros tres litros de agua tratando en lo posible de reducir el tiempo de exposición de la muestra al ambiente.
- > Las muestras tomadas fueron almacenadas en un cooler con hielo para su traslado al laboratorio con cadena de custodia.

En ausencia de normativa específica con criterios de calidad para agua subterránea, los resultados fueron comparados con la Tabla 2. Agua dulce Anexo 1, Acuerdo Ministerial 097-A. La calidad del agua se aplicará a los acuíferos de aguas subterráneas con los suelos de arcilla (0-25 %) y materia orgánica (0-10 %). Las aguas subterráneas de las muestras que fueron analizadas en este estudio fueron en roca, por lo que el contenido de materia orgánica y de arcilla es muy inferior al rango de la norma ecuatoriana.

El resumen de los análisis químicos efectuados en 2020 y 2021, que se pueden tener como referencia para la línea base ambiental. (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.4 Hidrogeología, C.1.4.3 Resultados agua subterránea).

Página en blanco

5.1.5.5.1 Resultados de Muestreo

> Potencial del Hidrógeno (pH)

Los puntos DOMO-W001-D, DOMO-W003-S, DOMO-W006-S, DOMO-W007-D y DOMO-G003-S, no cumplen con los criterios establecidos en la normativa ambiental. Este incumplimiento puede ser debido a la presencia de dióxido de carbono, ácidos minerales, ácidos poco disociados, sales de ácidos fuertes y bases débiles, que de acuerdo con el área de estudio también se identificaron dos pequeños granos de oro en una veta de carbonato tardío que cruza la esfalerita. La esfalerita es un miembro final de zinc puro con poco o ningún contenido de hierro.

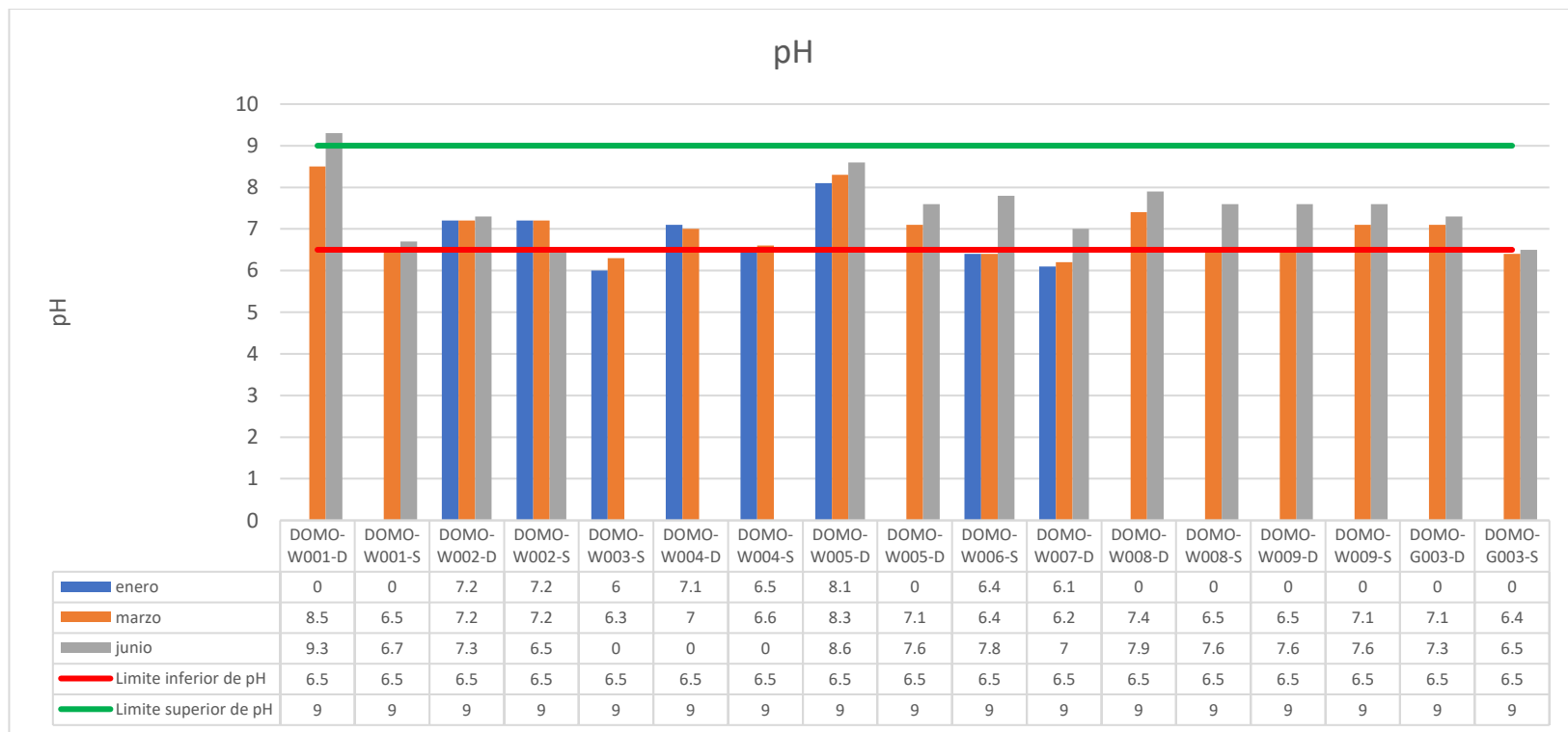


Figura 5-67 Valores de Potencial de Hidrógeno en Muestras de Agua Subterránea

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, marzo y junio 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

> Oxígeno de saturación

El porcentaje de saturación del oxígeno en agua es el porcentaje de oxígeno contenido en una muestra de agua relacionado con la cantidad máxima de oxígeno presente en esta a la temperatura y presión especificada. Este es un importante indicador de la calidad del agua, ya que es el factor fundamental para el desarrollo de la vida acuática, debido a que los peces requieren elevadas cantidades de oxígeno.

Todos los puntos en diferentes meses no cumplen con el criterio de la normativa ambiental, este incumplimiento puede darse debido a que el contenido de OD del agua subterránea que se encuentra a profundidades apreciables bajo la superficie de la tierra es generalmente muy bajo. La mayoría del oxígeno disuelto contenido en el agua que percola en el suelo se usa en la oxidación de los materiales orgánicos mientras el agua desciende bajo la zona de aeración.

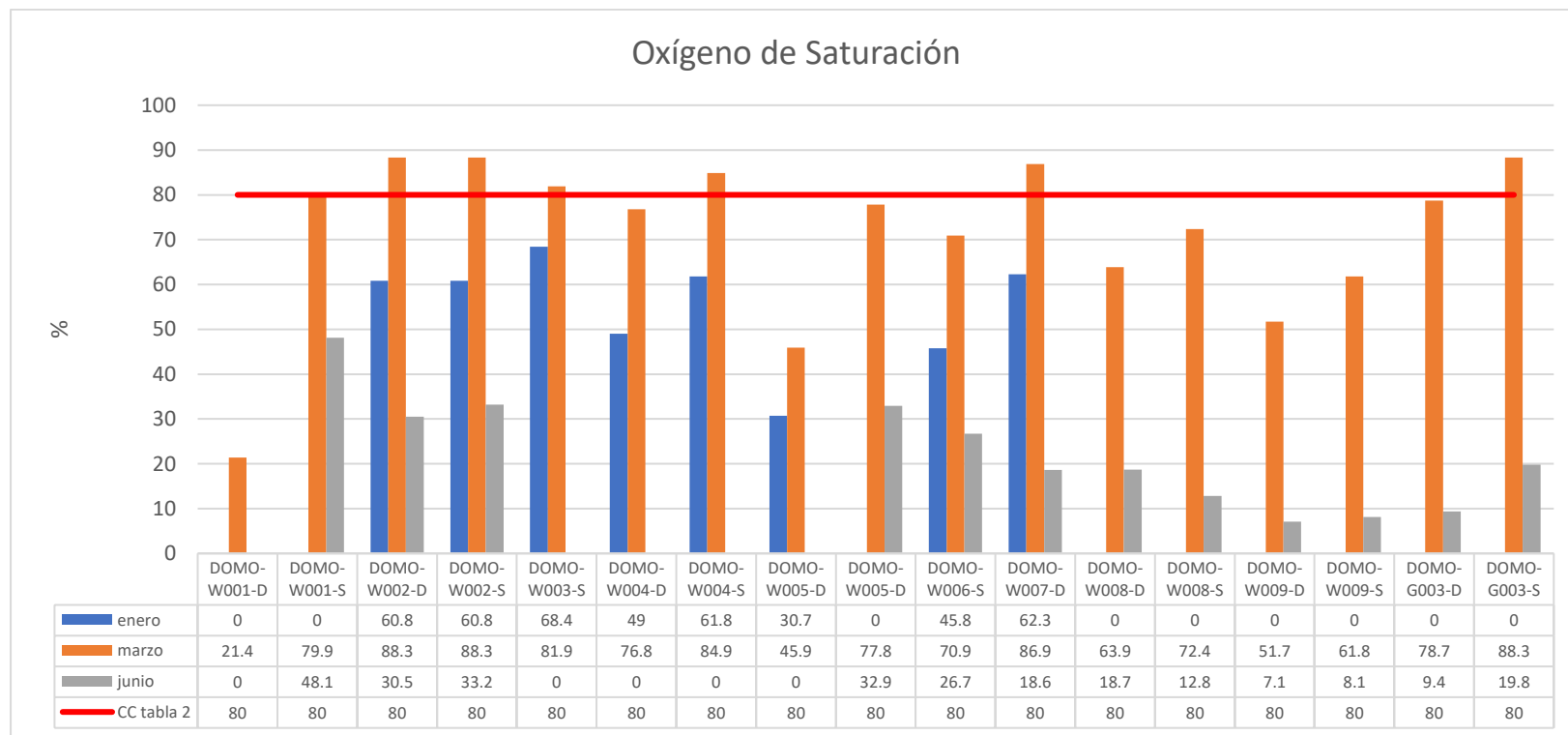


Figura 5-68 Valores de Oxígeno de Saturación en Muestras de Agua Subterránea

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, marzo y junio 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

> Aluminio

Todos los puntos presentan concentraciones por encima del criterio de calidad del agua establecido en la Tabla 2 del A.M. 097-A (Preservación de vida acuática y silvestre). Los valores altos de aluminio se deben a la alteración de silicatos, ya que los suelos del área de estudio están desarrollados en la formación Macuchi, en donde el tipo de roca es areniscas volcánicas de grano grueso. La arenisca es una roca sedimentaria clástica compuesta principalmente de granos de silicato. Por lo antes mencionado se puede concluir que las concentraciones de aluminio presentes se deben a condiciones naturales del medio.

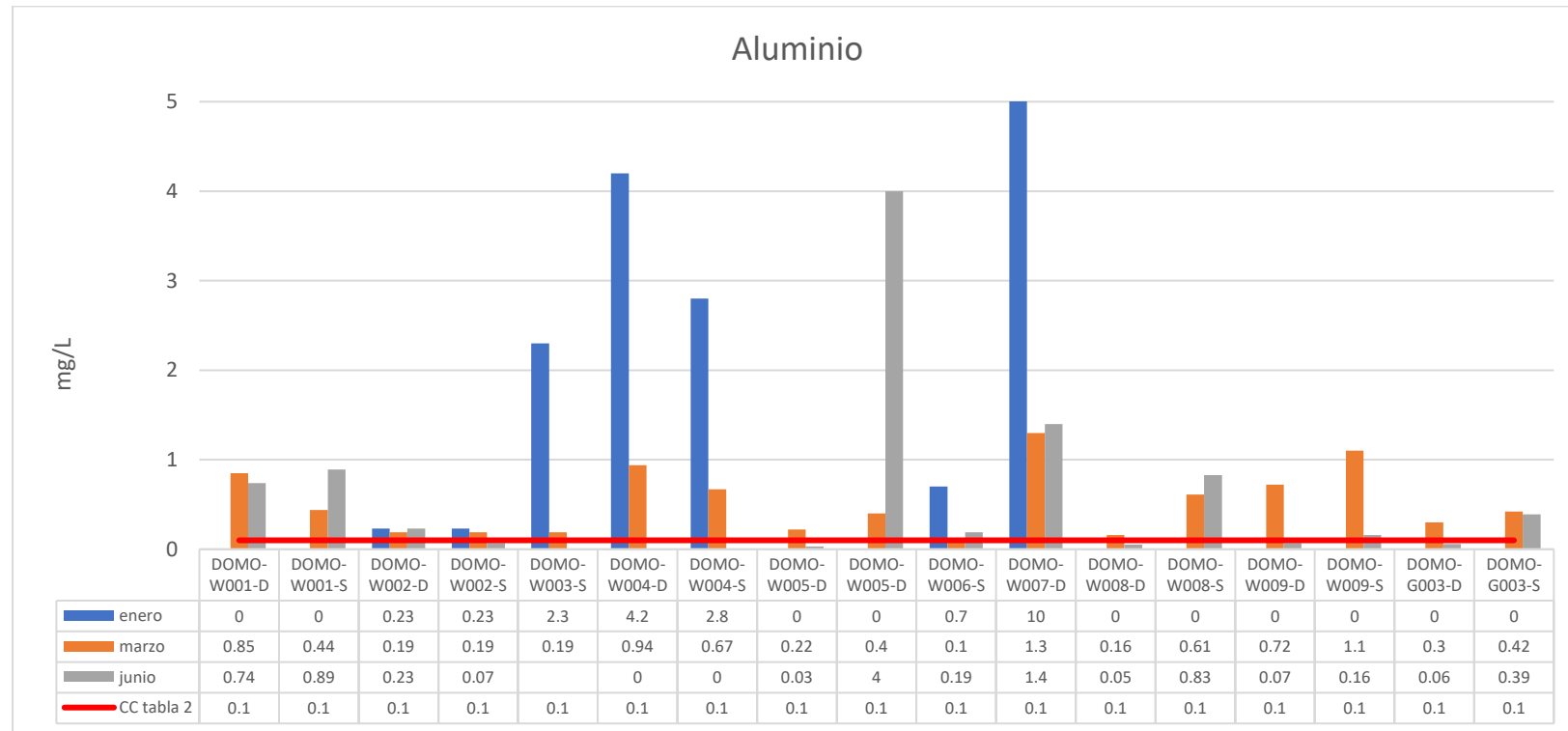


Figura 5-69 Valores de Aluminio en Muestras de Agua Subterránea

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, marzo y junio 2021

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

> Arsénico

El punto de muestreo DOMO-W005-D sobrepasa el criterio de calidad establecido, los puntos DOMO-W001-D, DOMO-W001-S, DOMO-W002-S, DOMO-W003-S, DOMO-W004-D, DOMO-W004-S, DOMO-W005-S, DOMO-W006-S, DOMO-W007-D, DOMO-W008-D, DOMO-W008-S, DOMO-W009-D, DOMO-W009-S, DOMO-G003-D y DOMO-G003-S, indican <0,0005 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,0005 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,0005 mg/L, es decir, no representa un número entero, razón por la cual, no se atribuye a un incumplimiento en los puntos antes señalados.

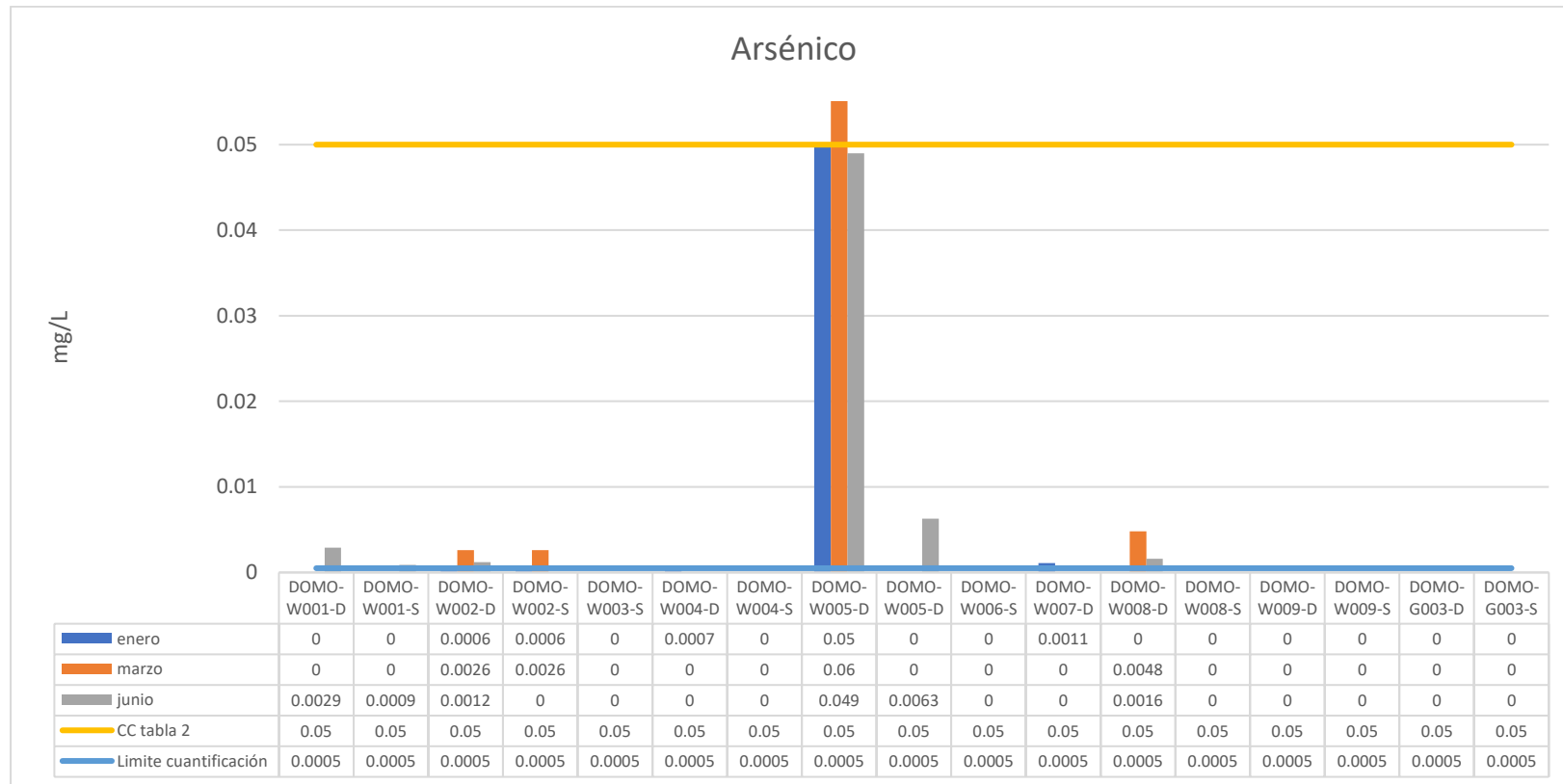


Figura 5-70 Valores de Arsénico en Muestras de Agua Subterránea

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, marzo y junio 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

> Cobre

Los puntos DOMO-W001-D, DOMO-W001-S, DOMO-W002-D, DOMO-W002-S, DOMO-W003-S, DOMO-W005-S y DOMO-W007-D, se encuentran sobre el criterio de calidad establecido para el cobre. Los altos valores de cobre son debido a que la mineralización en El Domo está ampliamente zonificada con un "casquillo" superior de barita, enriquecido variablemente en esfalerita de sílice, galena y oro. Este casquillo está cubierto por una zona de sulfuro masivo con zonificación local de mineralización rica en zinc a lo largo del contacto de la pared colgante y una base rica en cobre.

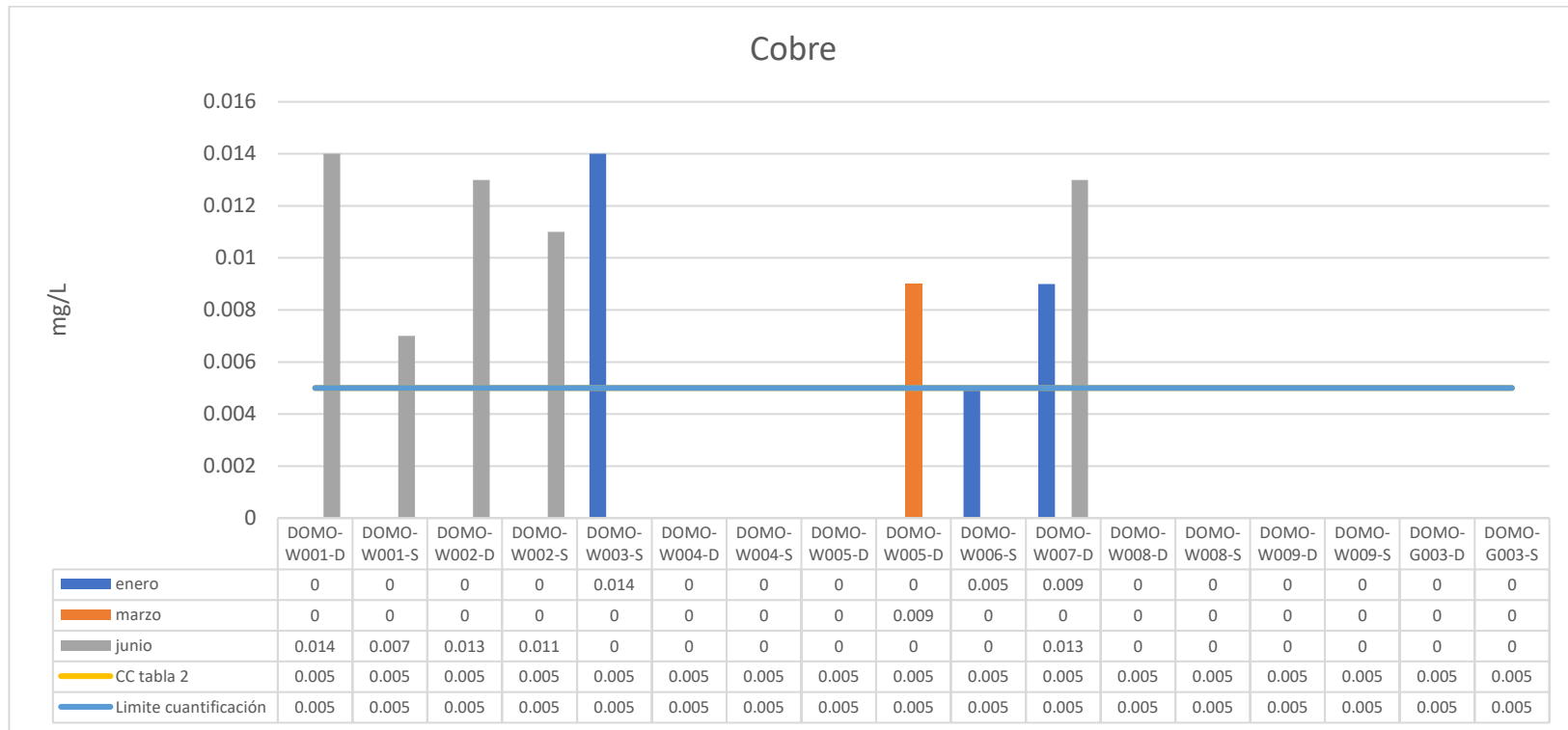


Figura 5-71 Valores de Cobre en Muestras de Agua Subterránea

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, marzo y junio 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

> Hierro

Los puntos DOMO-W001-D, DOMO-W001-S, DOMO-W003-S, DOMO-W004-D, DOMO-W004-S, DOMO-W005-S, DOMO-W006-S, DOMO-W007-D, DOMO-W008-S, DOMO-W009-D y DOMO-W009-S, superan los criterios establecidos en la normativa ambiental. La concentración de este elemento en el agua está controlada por procesos de equilibrio químico como oxidación-reducción, precipitación y disolución de hidróxidos, carbonatos y sulfuros. formación de complejos especialmente con materia orgánica y también por la actividad metabólica de animales y plantas.

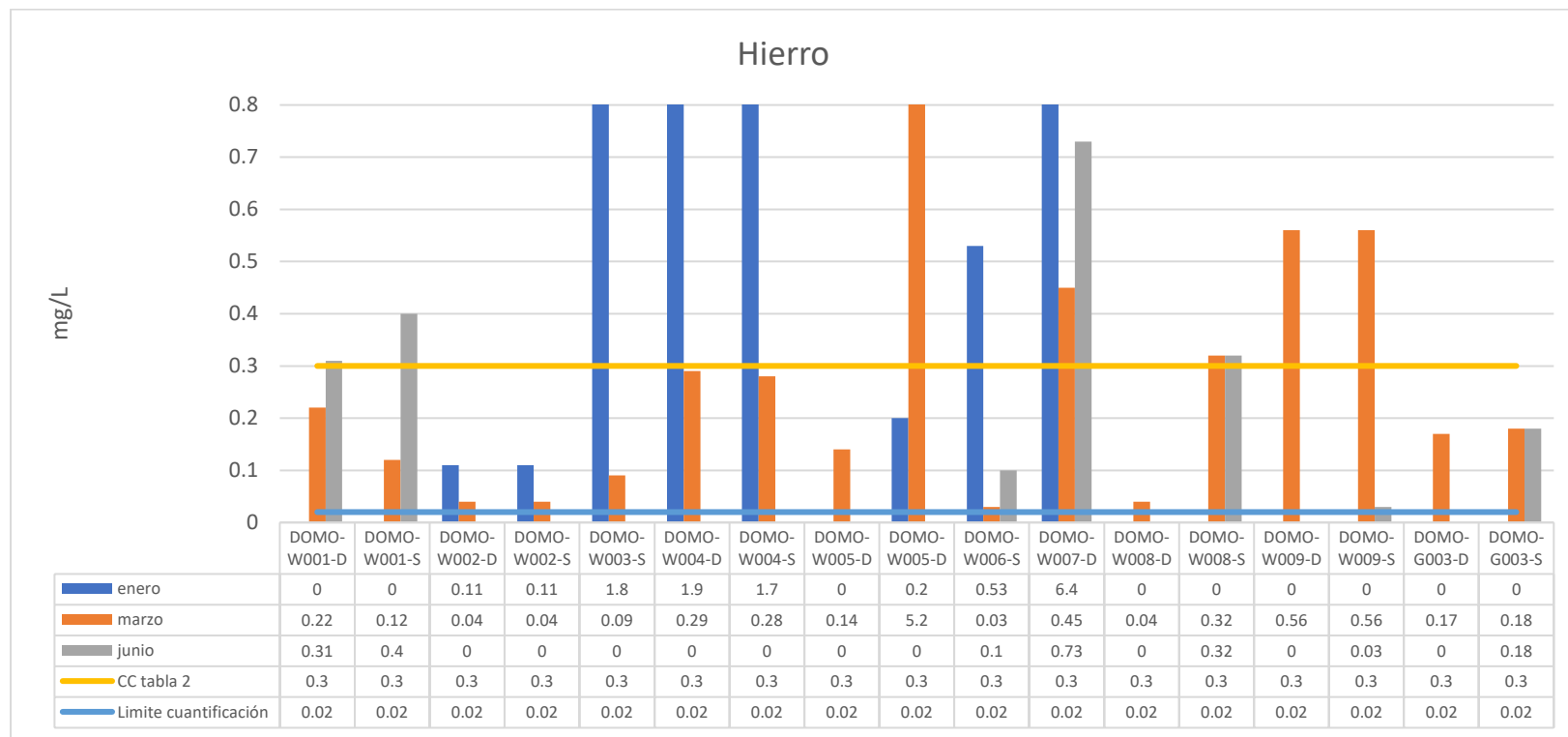


Figura 5-72 Valores de Hierro en Muestras de Agua Subterránea

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, marzo y junio 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

> Mercurio

Todos los puntos a excepción de DOMO-W004-D y DOMO-W007-D sobrepasan los criterios de calidad de la normativa ambiental establecida, puede darse debido a la mineralización del área de estudio donde las composiciones de sulfuro y metales preciosos tienen numerosas características inusuales. El oro excepcionalmente alto registrado en muchas de las zonas superiores en todos los sucesos, junto con el anómalo contenido de antimonio, arsénico, mercurio y bromeo de algunos de los minerales solo puede lograrse mediante este proceso, que permite una precipitación de oro excepcionalmente eficiente.

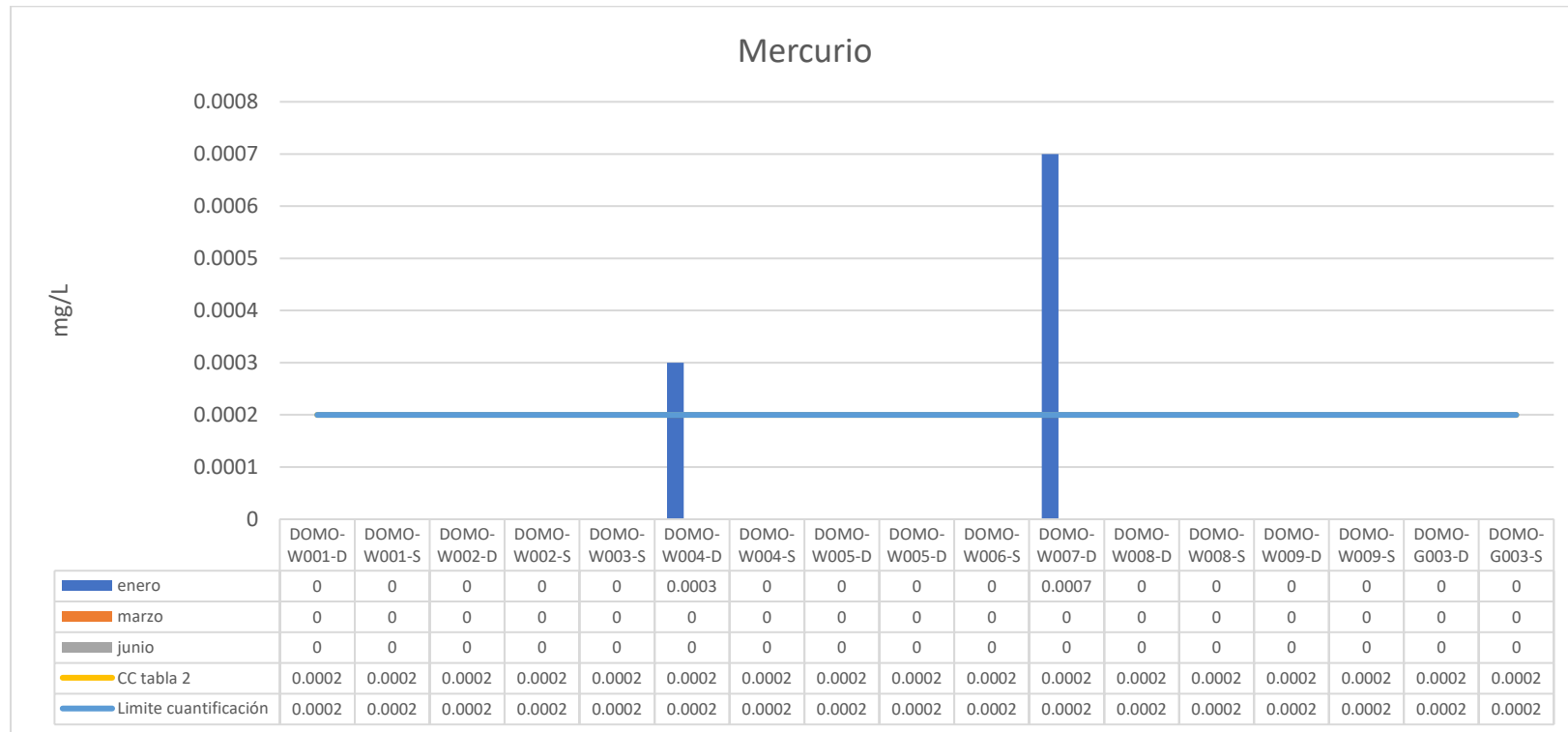


Figura 5-73 Valores de Mercurio en Muestras de Agua Subterránea

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, marzo y junio 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

> Plomo

Los puntos DOMO-W003-S, DOMO-W004-D, DOMO-W004-S, DOMO-W005-D, DOMO-W006-S, DOMO-W007-D, y DOMO-W008-D, tienen valores fuera del criterio de calidad establecido en la normativa. El incumplimiento de este parámetro se puede atribuir a que en la mineralización en El Domo está ampliamente zonificada con un "casquillo" superior de barita, enriquecido variablemente en esfalerita de sílice, galena y oro. La zona rica en cobre está cubierta por la zona de zinc-plomo dominada por la esfalerita de grano grueso de bajo hierro, y la galena esquelética asociada con pirita subordinada.

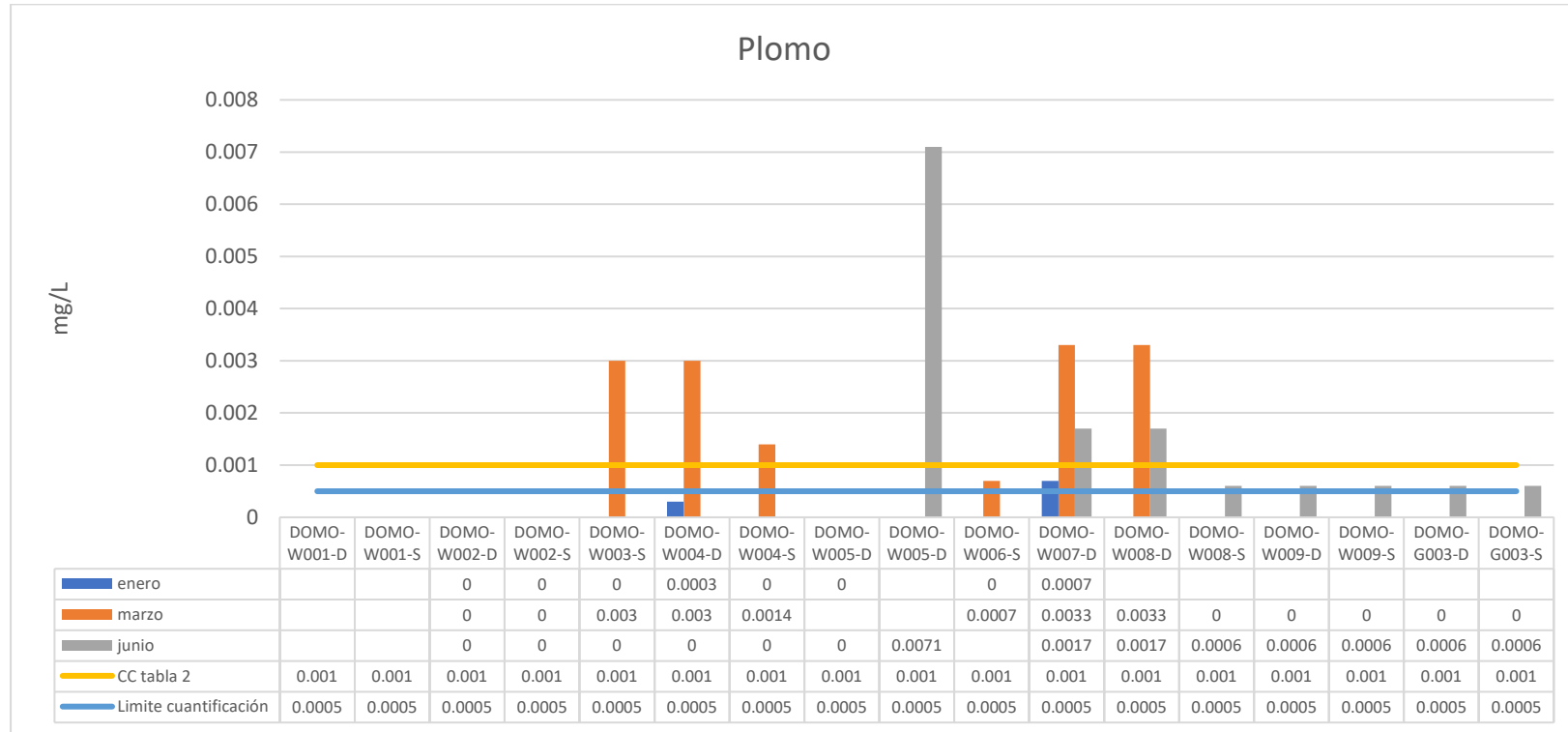


Figura 5-74 Valores de Plomo en Muestras de Agua Subterránea

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, marzo y junio 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

5.1.5.5.2 Conclusiones

- > La mayoría de los parámetros medidos se encuentran dentro de los criterios de calidad, a excepción del potencial de hidrógeno, oxígeno de saturación, aluminio, cobre, arsénico, mercurio y plomo. El incumplimiento de los criterios de calidad de estos parámetros tiene relación con la geología del sitio de estudio, el tipo de rocas y la mineralización que se presenta el área.
- > Las concentraciones de aluminio en las unidades hidrográficas se deben a condiciones naturales del medio, ya que es uno de los elementos más abundantes de la Tierra. Este metal se encuentra generalmente en concentraciones inferiores a 1,0 mg/L en las aguas naturales, es rápidamente absorbido por los sedimentos y precipita de la solución.
- > Por lo general las aguas subterráneas que se localizan en zonas cercanas a la zona de recarga el agua subterránea posee un pH levemente alcalino a alcalino (entre 7 y 9) y una baja cantidad de oxígeno disuelto (OD), mientras que aguas debajo de las zonas de recarga las aguas se van acidificando, hasta llegar a un pH cercano a 6, y el ambiente se vuelve oxidante (alto OD) (Custodio y Llamas, 1976). Los parámetros medidos pH de 9,2 y 9,3, como los demás determinados indicarían esta relación, es decir que el conjunto de muestras analizadas son aguas de reciente infiltración, que también se corrobora con la marca química de las aguas subterráneas son facies de calcio-bicarbonato que se definió en el Subtema de Química del Agua Subterránea. Los valores de pH de 6,4 corresponderían a leves indicios de acidificación del agua subterránea en dichos puntos
- > Las concentraciones de aluminio, cobre, arsénico, mercurio y plomo en algunos piezómetros las aguas subterráneas se deben a condiciones naturales del medio, ya que dichos piezómetros están dentro de una zona mineralizada con es el caso que nos ocupa con alta concentración de sulfuros polimetálicos.
- > En vista que en el área sólo se han realizados actividades exploratorias que no inciden en la calidad del recurso hídrico subterráneo, los valores detectados en este estudio deben servir como parámetros de línea base.
- > El Anexo 1, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), fue actualizado mediante Acuerdo Ministerial 097-A, en la mencionada actualización, la **Tabla 5. Criterios referenciales de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-26,0) % y de materia orgánica entre (0-10,0) %**, es sustituida por la “**Tabla 5. Criterios de Calidad de Aguas para Uso Pecuario**”, adicionalmente a nivel nacional no se cuenta con legislación ambiental aplicable para criterios de calidad de aguas subterráneas

5.1.5.5.3 Recomendaciones

A lo largo del desarrollo del Proyecto Minero se realizará un muestreo continuo de los niveles y calidad de las aguas subterráneas, empleando para ello los piezómetros instalados y descritos en esta sección, para tal efecto se empezará el siguiente procedimiento;

- > En la toma de muestras de agua subterránea, se realizará el siguiente procedimiento: ubicación del sondeo mediante GPS; con la ayuda de un medidor de niveles de agua se determinó la profundidad del nivel freático, como la profundidad del sondeo, con lo cual se calcula la altura del agua en el pozo, que, al medir el diámetro del sondeo, se puede calcular el volumen de la columna de agua; mediante un bailer, se extrae tres veces el citado volumen antes de tomar la muestra de agua subterránea con un bailer que no tenía uso (estéril), que luego fue desechado.
- > Las muestras se las etiquetará y enviará en una nevera portátil a temperatura de 4° C con su respectiva cadena de custodia a un laboratorio especializado para su análisis físico químico.

5.1.6 Vulcanología

5.1.6.1 *Metodología*

Este subtema se lo ha desarrollado mediante la consulta de información publicada por Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional del Ecuador.

El vulcanismo en el Ecuador se identifica por medio de varios cientos de volcanes activos o latentes, que en su mayoría se hallan distribuidos a lo largo de las cumbres de los Andes septentrionales del país.

En la década de los setenta se reconocieron ocho volcanes como activos (Hall M., 1977), en vista que estos habían experimentado actividad en tiempos históricos. Actualmente, se considera que unos 55 volcanes deben ser considerados como tales o potencialmente activos.

Los volcanes considerados como potencialmente peligrosos están distribuidos a lo largo de la cordillera occidental del valle interandino de la Cordillera Real y en la región oriental, desde la frontera con Colombia al norte hasta el sur de Riobamba. Su distribución y sus mecanismos eruptivos reflejan el control y geometría de la zona de subducción que subyace hacia la mitad septentrional del Ecuador.

Los numerosos volcanes tienen influencia en mayor grado al valle interandino. Las áreas que podrían ser amenazadas por futuras erupciones se encuentran no solamente en dicho valle, sino también en los flancos occidentales y orientales de los Andes.

El volcán Chimborazo es el más cercano al proyecto, se encuentra a una distancia aproximada de 54 km. Por tal motivo, esta región no presenta amenazas volcánicas significativas; a continuación, se presenta la ficha técnica del indicado volcán.

Tabla 5-38 Ficha Técnica del Volcán Chimborazo

Volcán Chimborazo²	
Nombre	Chimborazo
Coordenadas	1,467° S-78,819°
Altura	6268 msnm
Diámetro	20 km
Tipo de volcán	Estratovolcán compuesto
Última erupción	Siglo V-VII
Estado	Potencialmente activo
Actividad reciente	Actividad hidrotermal
Monitoreo	Sismicidad, deformación, aguas termales

Fuente: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, junio 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Está construido sobre la cordillera occidental siendo el volcán más sureño de esta cordillera. Es un volcán compuesto por tres edificios sucesivos. El edificio Basal principalmente efusivo que habría estado activo entre 120 y 60 mil años antes del presente. Su construcción se habría dado en dos etapas siendo la última la formación de un complejo de domos. Este edificio fue afectado por un gran colapso sectorial ocurrido hace 60-65 mil años, que produjo una avalancha de escombros cuyo depósito está distribuido sobre la planicie de la ciudad de Riobamba, cubriendo una superficie de 280 km² con un espesor promedio de 40 m y un volumen total estimado entre 10 y 13 km³. Tras el emplazamiento de esta avalancha, la actividad recomenzó en la zona oriental de la cicatriz de colapso, construyendo progresivamente el edificio

² Fuente: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica del Ecuador, 2017

Intermedio. La actividad de este tuvo lugar entre 60 y 35 ka AP (Samaniego, Barba, Robin, Fornari & Bernard, 2012). Los remanentes de este edificio son las cumbres Politécnica y Martínez. Por último, la actividad migró hacia el oeste del edificio iniciando la construcción del edificio más joven cuya cumbre Whymper es además la más alta.

La tasa eruptiva promedio estimada para el Chimborazo durante su historia es de aprox. 0,8 km³/ka. Sin embargo, se observa una disminución de esta desde el edificio más antiguo al actual, siendo la tasa eruptiva de este último de alrededor de 0,1 km³/ka. Durante el Holoceno, la actividad eruptiva del Chimborazo consistió de eventos explosivos de pequeño volumen a intervalos regulares. La erupción más reciente habría tenido lugar entre el inicio del siglo V y finales del siglo VII. El intervalo promedio entre erupciones es de 1000 años y por lo tanto el Chimborazo es considerado como un volcán potencialmente activo. La presencia del casquete glaciar en la cumbre, la fuerte pendiente de sus flancos y su ubicación tan cercana a las zonas pobladas de Riobamba y Ambato son factores que resultan en un riesgo potencial elevado (Instituto Geofísico Politécnica Nacional, 1991)

El volcán Quilotoa se encuentra a una distancia aproximada de 64 km. Por tal motivo, esta región no presenta amenazas volcánicas significativas; a continuación, se presenta la ficha técnica del indicado volcán.

Tabla 5-39 Ficha Técnica del Volcán Quilotoa

Volcán Quilotoa³	
Nombre	Quilotoa
Coordenadas	0,859° S-78,904°
Altura	3914 msnm
Diámetro	2 km
Tipo de volcán	Caldera volcánica/lago cratérico
Última erupción	Siglo XII
Estado	Potencialmente activo
Actividad reciente	Actividad hidrotermal
Monitoreo	Sismicidad, deformación, aguas termales

Fuente: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, junio 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El volcán Quilotoa es un ejemplo de volcanismo dacítico en un lago cratérico. Está ubicado en el frente volcánico al oeste de la ciudad de Latacunga. Ha tenido una serie de erupciones plinianas de tamaño moderado a grande (VEI = 4-6), a intervalos comprendidos entre 10 y 15 mil años. Al menos ocho ciclos eruptivos han sido reconocidos en el Quilotoa en los últimos 200 000 años. Estos ciclos han iniciado generalmente con actividad freato-magmática seguida de caídas de lapilli de pómez y posteriormente oleadas y flujos de ceniza ricos en líticos y cristales. Estos depósitos han creado el paisaje particular de la zona del volcán y han viajado excepcionalmente hasta 17 km a lo largo del valle del río Toachi (Hall & Mothes, 2008). Otro de los peligros asociados a la actividad de este volcán es la potencial formación de flujos de lodo debido al gran volumen de agua disponible en el lago (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2021).

La última erupción tuvo lugar hace aprox. 800 años (siglo XII) produciéndose grandes flujos piroclásticos de pómez y un depósito de caída que se encuentra distribuido a lo largo del norte del país. Cabe destacar

³ Fuente: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica del Ecuador, 2021

que esta ceniza enterró varias zonas agrícolas precolombinas, lo que aparentemente forzó la migración de los pueblos indígenas que las habitaban (Hall M. y., 1998)

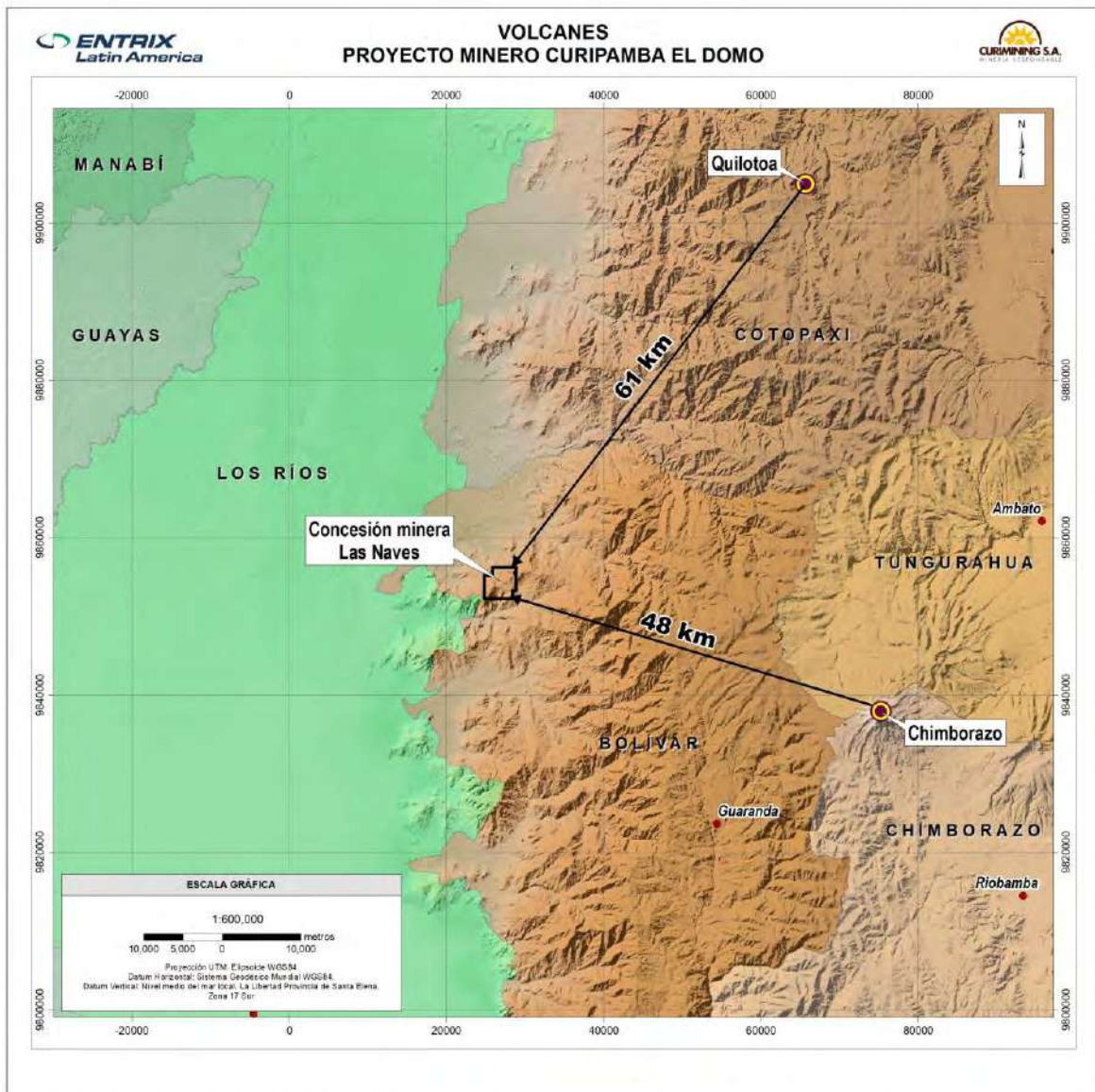


Figura 5-75 Volcanes Cercanos al Proyecto

Fuente y Elaboración: Entrix, abril 2022

5.1.6.2 Conclusión

En el área no se evidencian riesgos mayores asociados a la actividad volcánica del país; el evento que puede incidir en el área del proyecto El Domo es la caída de ceniza tras una erupción volcánica del Quilotoa, siempre y cuando se dé un evento explosivo de gran magnitud.

5.1.7 Sismología

5.1.7.1 General

La actividad sísmica ocurre a lo largo del borde oeste de Sudamérica y afecta directamente al Ecuador y al proyecto Curipamba. La placa de Nazca “ingresa” por subducción por debajo de la placa continental (placa sudamericana), siguiendo una dirección oeste a este, y dentro de la zona definida como “Wadati-Benioff”. El rasgo tectónico más resaltante de la placa Sudamericana es la cordillera de los Andes, la cual se desarrolla desde Colombia hasta el sur de Chile. La cordillera de los Andes es el resultado de la subducción de la litósfera del Pacífico por debajo del continente sudamericano.

Existen regímenes tectónicos bien definidos que caracterizan a la placa de Nazca adyacente al Ecuador:

- > Entre las latitudes 1° y 7° norte (entre Colombia y el norte de Ecuador), la fisiografía del fondo marino es casi plano. La antigüedad de esta zona varía progresivamente entre 10 y 26 millones de años hacia el norte (Lonsdale & Klitgard, 1978), cuya subducción, principalmente por debajo de Colombia, coincide con una fila de estratovolcanes activos.
- > Entre las latitudes 2° y 4° norte, el fondo del océano frente a la zanja ecuatoriana es una zona de 230 km de ancho, fracturada y compleja. Esta región está cortada por varias zonas de fractura oceánica con dirección noreste. Estas fracturas son conocidas como Grijalva, Alvarado y Sarmiento. Conforme esta zona subduce el continente, puede comportarse como una microplaca separada e independiente de las placas adyacentes (Pennington, 1981; Hall & Wood, 1985).
- > Entre los regímenes tectónicos descritos anteriormente, entre las latitudes 1°N y 2°S, se encuentra una cadena de montañas llamadas la “dorsal Carnegie”, la cual fue generada por el manto de las Galápagos y colisiona contra el continente sudamericano. Esta cadena de montañas tiene 300 km de ancho y 3 km de alto, y se encuentra sobre una antigua corteza marina de más de 16 millones de años. En los últimos 25 millones de años la placa de Nazca se ha movido a una velocidad relativa de 5 cm/año (Pilger, 1983), moviendo a la dorsal Carnegie hacia el centro del Ecuador. El proyecto Curipamba se encuentra frente a esta zona, 230 km hacia el este de la zona de subducción.

Lonsdale (1978) estimó que la subducción de la dorsal Carnegie empezó hace unos 2 a 3 millones de años, sin embargo, Pennington (1981) estimó que esto empezó antes. Probablemente la subducción de este dorsal empezó entre 5 y 6 millones de años atrás (Espinoza et al., 1991), cuando el movimiento de subducción desaceleró debido al gran tamaño del dorsal, lo cual permitió la emisión de lava de forma uniforme desde Galápagos y la formación de volcanes por encima del nivel del mar, antes de que la placa se movilizara (J. W. Spence and M. L. Hall, 1987).

En la zona de subducción de la dorsal Carnegie, la zanja es de poca profundidad, la región costera es elevada y se desarrolla un vulcanismo extenso y variado (químicamente) en los Andes. El modo de fracturamiento (o fallas) y la sismicidad de la región podría estar relacionada a la subducción de la dorsal. Otros rasgos tectónicos de la región que también pueden atribuirse a esta subducción son las altas elevaciones de los Andes en esta zona, la formación de estratovolcanes y la existencia de fallas activas laterales (Hall & Wood, 1985).. La zona de fractura de Yaquina (Lonsdale & Klitgard, 1978) no es paralela a las fallas N-S de la cuenca del Panamá, sino se orienta hacia el oeste conforme se acerca hacia la dorsal Carnegie, lo cual sugiere que la subducción de esta zona ha desacelerado considerablemente, muy probablemente debido a la dificultad de subducción de una estructura de las dimensiones de la dorsal (Hall & Wood, 1985).

La colisión de la dorsal Carnegie con el Ecuador ha alterado la distribución de esfuerzos tectónicos a lo largo de esta margen, causando la formación de varias fallas con orientaciones noroeste a sureste (NW-SE) y noreste a suroeste (NE-SW). Dentro de las fallas NW-SE más conocidas se encuentran las del Golfo de Guayaquil, La Pallatanga y la del valle Alausí-Guamote, entre otras. Varios de los sismos destructivos que han ocurrido en el Ecuador, Riobamba (1971) y Alausí (1961), entre otros, han sido correlacionados

con estas fallas de orientación NW-SE. Los mayores lineamientos geológicos y fallas con orientación NE-SW han sido identificados por Hall y Wood (1985) como regiones delimitantes de segmentación tectónica, siendo las más importantes la de Esmeraldas-Pastaza y el del río Mira-Salado. La intersección de varias fallas ocurre en la Depresión Interandina descrita anteriormente, la cual es una zona famosa por su alta sismicidad y sismos destructivos, tales como el terremoto de Ibarra de 1868, el terremoto de Ambato de 1949 y los terremotos de Pastocalle de 1944 y 1976.

La falla dextral más larga en el área es el sistema de fallas de Guayaquil-Algeciras, que se extiende aproximadamente 2000 km desde el centro de Ecuador hasta el sur de Colombia. La falla de Guayaquil-Algeciras está segmentada en base a cambios en la orientación de la falla y forma estructuras contraccionales a lo largo de planos u horizontes. La zona sur de este sistema se llama Guayaquil-Pallatanga, la cual es de orientación hacia la derecha, pero cerca de la zanja se asocia con el sistema de fallas del Golfo de Guayaquil.

Existen diversos modelos de sistemas de fallas para esta región del Ecuador, incluyendo las del Servicio de Geología de los Estados Unidos (USGS), y muchas de las fallas en los modelos tienen pequeñas diferencias de ubicación geográfica y tienen nombres diferentes. En el estudio específico para Curipamba, se han evaluado fallas dentro de un radio de 100 km, dentro de las cuales 25 se encuentran identificadas dentro de estos modelos de sistemas de fallas que se han consultado. La falla más cercana a Curipamba es la falla reversa Quinsaloma, ubicada aproximadamente 6 km al oeste del proyecto, a lo largo de la cara oeste de la Cordillera Occidental. Existen otras fallas reversas que han sido mapeadas a lo largo de este rango al sur y norte de Curipamba, tal como se muestra en la Figura 5-78. Fuera del segmento Pallatanga dentro de la falla Guayaquil-Algeciras, hay poca información y entendimiento respecto a estas otras fallas o sistemas de fallas. El segmento Pallatanga de la falla Guayaquil-Algeciras se encuentra 63 km al suroeste del área del proyecto Curipamba, (KCB, 2021).

En la Figura 5-78 se incluye el Mapa de Fallas y Pliegues del Ecuador, el cual muestra los sistemas descritos anteriormente y las fallas cuaternarias que están dentro del radio de 100 km del Proyecto Curipamba – El Domo.

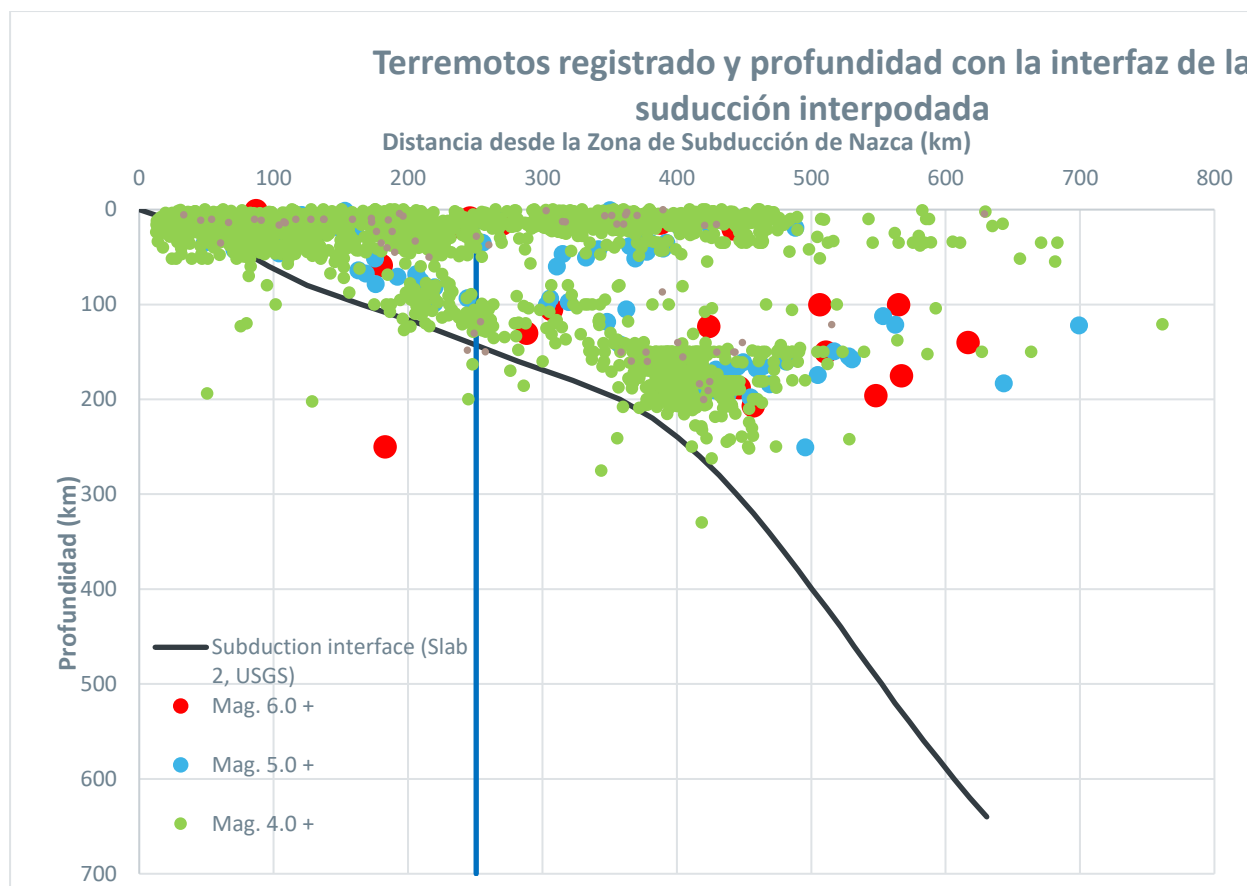


Figura 5-76 Distancias de Terremotos Registrados (hasta Curipamba) vs Profundidad

Fuente y Elaboración: Klohn Crippen Berger, 2021

El contexto geodinámico del Ecuador ha permitido definir tres tipos de fuentes sísmicas: fuentes de interfase, corticales y profundas. (Alvarado et al., 2016)

La interfase corresponde a la zona donde la placa de Nazca choca y se subduce debajo de los bloques Andino e Inca, conformando cuatro fuentes sísmicas: Talara, Golfo de Guayaquil, la Plata y Esmeraldas, que se extienden desde la fosa hasta una profundidad que varía entre 40 a 50 km.

Las fuentes corticales comprenden el sistema principal de fallas que delimitan el Sliver Nor Andino (NAS) de la zona estable de Sudamérica: segmentos Puná, Pallatanga, Cosanga y Chingual (Alvarado., 2012; Alvarado et al., 2016), los sistemas de fallas inversas Quito-Latacunga, el sistema de fallas de rumbo de El Ángel y las fallas que definen la zona subandina: Napo y Cutucú; además, dos fuentes que engloban la sismicidad dispersa fuera de las fallas principales: BGN que comprende la zona de las cuencas de la costa y BGS, al sur del país (Yepes et al., 2016, Beauval et al.).

Las fuentes profundas engloban la placa oceánica en subducción bajo el continente. La fractura de Grijalva es un rasgo morfológico importante en el fondo marino que separa dos cortezas oceánicas de diferente origen y edad: al norte una placa Nazca joven y al sur una placa vieja denominada Farallón (Yepes et al., 2016, Beauval et al.).

En el Mapa Intensidad Sísmica del Ecuador, Figura 5-77 se observa que el área de estudio está dentro de la zona "VII" donde ocurren sismos profundos por subducción de placas, cuyos efectos apenas se manifiestan en superficie.

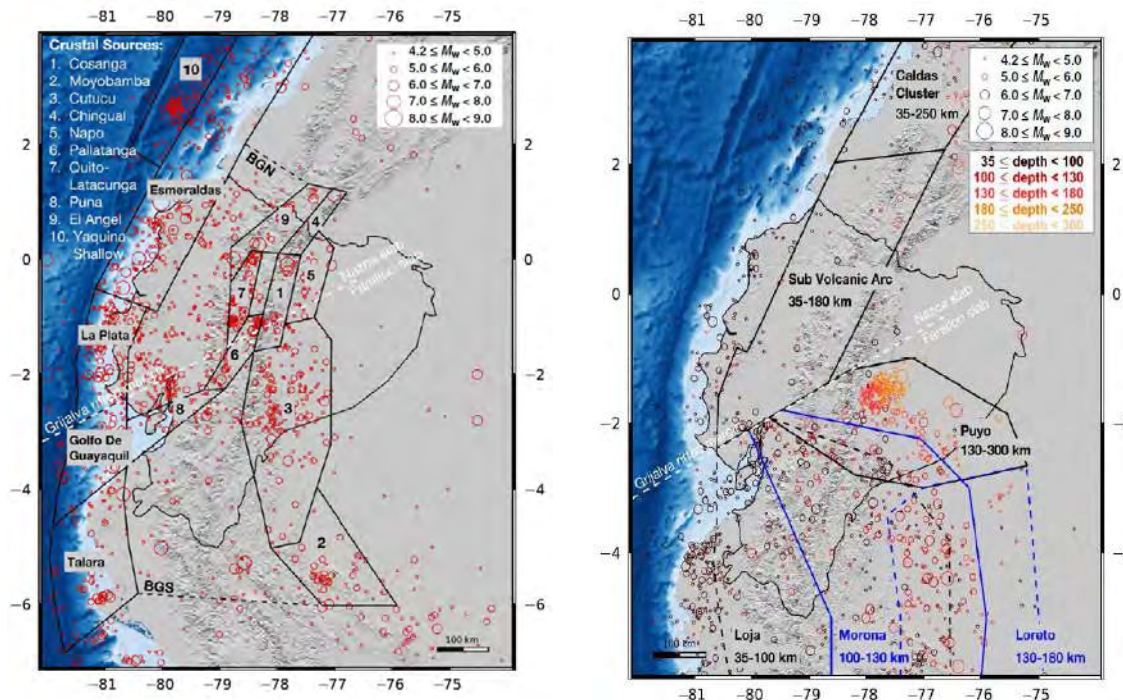


Figura 5-77 Magnitudes de los Eventos en las Fuentes Corticales, Terremotos con Profundidades ≤ 35 km (Beauval et al., 2013). b) Magnitudes de los eventos en las fuentes profundas, terremotos con profundidades > 35 km (Beauval et al., 2019)

Fuente y Elaboración: Klohn Crippen Berger, 2021

Esta configuración ha originado la ocurrencia de alrededor de 125 sismos con magnitud $M_s > 4$ entre 1901 y 1981 (Catálogo CERESIS., 1995). En el ambiente continental, los sismos más importantes se ubican en la región interandina, entre los que se tiene al terremoto del 6 de marzo de 1987 en el Reventador con magnitud $M_s = 6,8$; el terremoto de Ibarra del 16 de agosto de 1868 cuya magnitud M_s probable fue de 7,8 que produjo entre 15 000 y 20000 víctimas (Catálogo CERESIS., 1995).

Estos terremotos pueden ser excedidos por los sismos de la plataforma submarina, como el ocurrido el 31 de enero de 1906, con magnitud $M_s = 8,7$, frente a las costas de Esmeraldas; este sismo está considerado como uno de los más fuertes del mundo; el sismo del 12 de diciembre de 1979, con magnitud $M_s = 7,8$ en la misma región, frente a la frontera Ecuador-Colombia; ambos originaron tsunamis que afectaron las costas cercanas y fueron registrados en muchos otros lugares de la cuenca del Pacífico (Catálogo CERESIS., 1995). También el sismo frente de las costas de Manabí, el 16 de abril de 2016, a las 18h58 hora local, con una magnitud de 7,8 escala Richter, cuyo epicentro se localizó frente a la ciudad de Pedernales (Manabí) a una profundidad de 20 km (Dávila et al., 2016).

Los principales sistemas de fallamiento activos que afectan al área de estudio están presentados en el Mapa de Fallas y Pliegues del Ecuador, U. S. Geological Survey, y de la Escuela Politécnica Nacional, 2003 se pueden apreciar en la Figura 5-78 y sus principales características se señalan en la Tabla 5-40.

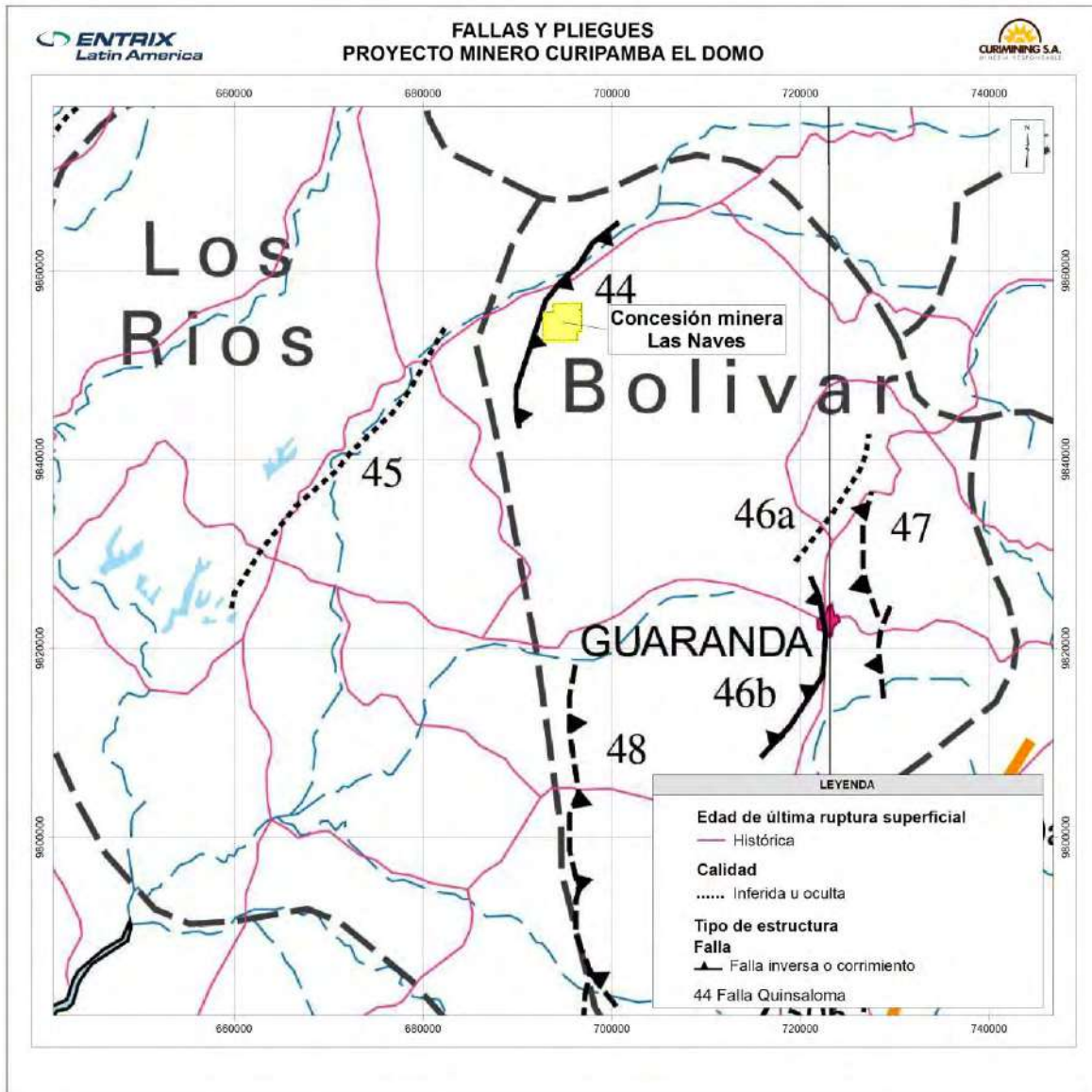


Figura 5-78 Fallas Geológicas Cuaternarias dentro de un Radio de 100 km desde Curipamba

Fuente: U.S. Department of Interior, U. S. Geological Survey, 2003
 Elaboración: Entrix, abril 2022

Tabla 5-40 Fallas Cuaternarias a un Radio de 100 km desde Curipamba

# de Falla	Nombre de la Estructura	Sentido del Movimiento	Tasa del Movimiento (mm/año)
EC-12	Daule	Desconocido	<1
EC-13	Buena Fe	Desconocido	<1
EC-36	Poaló	Reversa	<1

# de Falla	Nombre de la Estructura	Sentido del Movimiento	Tasa del Movimiento (mm/año)
EC-40	Guangaje	Deslizamiento	<1
EC-41a	Sección Sichos	Transperesiva, dextral	<1
EC-41b	Sección Chugchilan	Reversa	<1
EC-42	Puyayacu	Reversa	<1
EC-43a	Sección Valencia	Desconocida	<1
EC-43b	Sección La Maná	Reversa	<1
EC-44	Quinsaloma	Reversa	<1
EC-45	Calabí	Desconocida	<1
EC-46a	Sección Salinas	Desconocida	<1
EC-46b	Sección Salinas sur	Reversa	<1
EC-47	Guaranda	Reversa, dextral	<1
EC-48	Montalvo	Reversa	<1
EC-49	Ciillanes	Reversa	<1
EC-50b	Sección Pallatanga central	Dextral	<1<1
EC-61	Patate	Dextral	<1
EC-62	Candelaria	Dextral	
EC-63	Guamota	Dextral	<1

Fuente: U.S. Department of Interior, U. S. Geological Survey, 2003
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.1.7.2 Análisis del Peligro Sísmico

Aceleración Pico (g): El análisis de peligro sísmico se desarrolló a nivel de factibilidad para el diseño de las futuras estructuras de manejo de residuos mineros de Curipamba, (KCB, 2021).

El análisis incluyó un análisis probabilístico usando el Modelo de Sismos Global (Global Earthquake Model) en el programa OpenQuake. Se emplearon modelos de caracterización de fuentes, incluyendo fuentes activas y estables en la zona de la corteza y zona de subducción entre las placas.

Los modelos del terreno (Ground Motion Models, GMM) son funciones que definen las relaciones entre la magnitud de los sismos, la distancia desde la fuente, las condiciones de sitio y los parámetros de diseño; por ejemplo: aceleraciones de diseño. El análisis de peligro sísmico usó:

- > Tres modelos GMM para fuentes superficiales en la corteza.
- > Cuatro modelos GMM para fuentes activas en la corteza, zona de subducción y zona de subducción intraplaca.

Se estimaron espectros de peligro uniforme para aceleraciones para diferentes periodos espectrales y para periodos de retorno de entre 100 años y 10 000 años. Estos espectros fueron estimados para valores medios y percentiles 15, 50 y 85. Los valores recomendados para diferentes periodos de retorno se resumen en la Tabla 5-41.

Tabla 5-41 Aceleraciones Pico Estimadas y Recomendadas para Diferentes Periodos de Retorno

Periodo de Retorno (años)	Aceleración Pico (g)
100	0,22
1000	0,62
2500	0,88
10000	1,01

Fuente: Klohn Crippen Berger, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Los resultados del análisis de peligro sísmico y las aceleraciones estimadas serán empleadas según el nivel de consecuencia y clasificaciones correspondientes para cada estructura, las cuales seguirán recomendaciones indicadas en guías de diseño internacionales y locales.

5.1.8 Geomorfología

En el presente estudio se ha tomado como modelo jerárquico de la Cartografía Geomorfológica el sistema basado en el libro *Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador* (Winckell A. Z., 1997) y el análisis geomorfológico de Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25 000, Lote 2 adjudicado al Consorcio TRACASA-NIPSA MAGAP-PRAT-105-2015 (SIGTIERRAS-IEE-TRACASA, 2015)..

5.1.8.1 Fisiografía

La zona de estudio se encuentra regionalmente dentro de la Sierra y la Costa, y en cada una de estas regiones el modelado está dominado por grandes vertientes e imponentes relieves ligados a la formación Macuchi del Neogeno mucho más antiguos que la morfología desarrollada en la región Costa, además de una cobertura piroclástica representada por los volcánicos Runayacu compuesta de tobas y flujos de lavas procedentes de la actividad volcánica Cuaternaria. En cuanto al desarrollo del medio aluvial en la región Sierra, este tiene un carácter erosivo, el modelado se ve representado por barrancos que inciden en los relieves y vertientes de la cordillera occidental (SIGTIERRAS-IEE-TRACASA, 2015). (Figura 5-79).

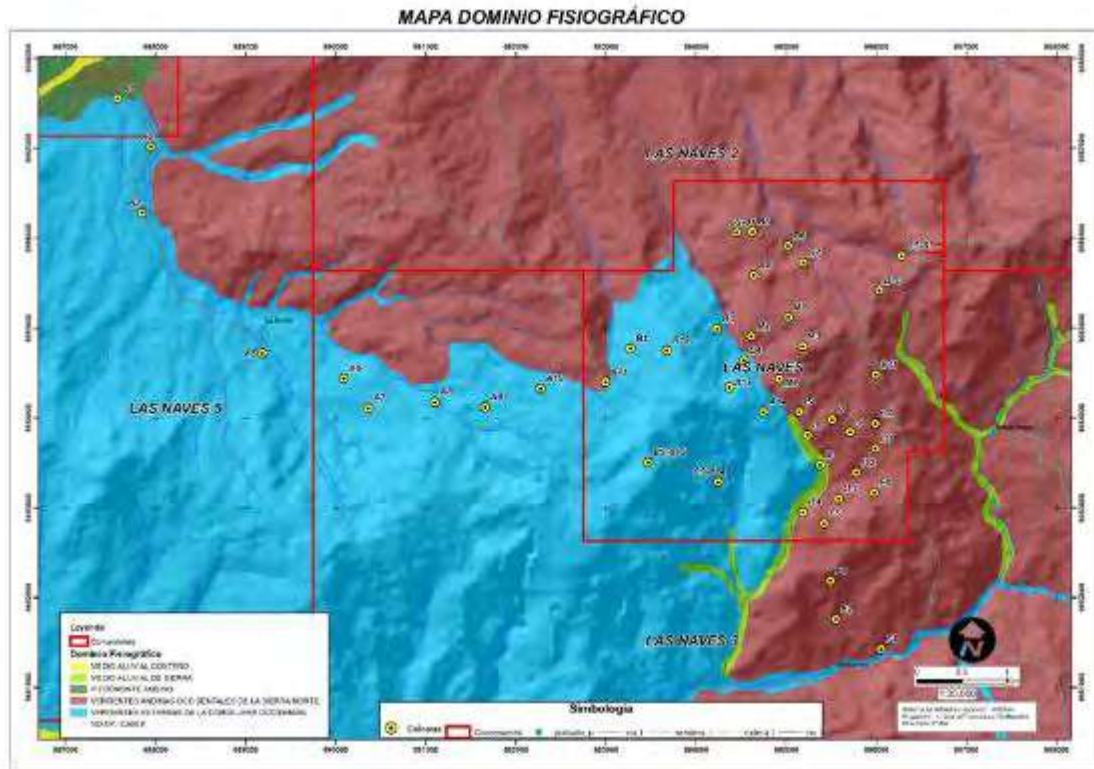


Figura 5-79 Mapa Dominio Fisiográfico

Fuente: SIGTIERRAS-Consortio Tracasa - Nipsa 2015
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.1.8.1.1 Vertiente Externa de la Cordillera Occidental

Corresponde con el dominio fisiográfico de las cimas frías y la región Costa, llega a alcanzar desniveles relativos de hasta 2000-3000 m, lo que proporciona una idea de lo escarpado de esta, presentando pendientes mayoritariamente de medias-fuertes hasta fuertes. Da lugar a morfologías muy variadas y con características diferentes en función del tipo de sustrato sobre el que se presenta y de la existencia o ausencia de cobertura piroclástica. Los relieves sobre antiguas formaciones volcánicas como la formación Macuchi, con o sin cobertura piroclástica, aparecen con un modelo de disección homogéneo. Mientras que las vertientes en las formaciones volcánicas jóvenes como los volcánicos Runayacu se presenta una gran heterogeneidad y procesos morfodinámicos muy activos, ligados a una intensa erosión lineal. Además, se constituye por depósitos de ladera (coluvial y derrumbe) y depósitos coluvio-aluviales.

5.1.8.1.2 Vertientes Andinas Occidentales de la Sierra Norte

Se encuentra desarrollado esencialmente sobre rocas volcánicas antiguas, vertientes heterogéneas típicas escalonadas entre los 1000 y 2500 m, se asocian a segmentos rectilíneos con pendientes entre el 25° y 70°, rellanos con superficie ondulada e incisiones abruptas comúnmente rocosas o cubiertas de escombros. En este contexto fisiográfico se localiza el área minera El Domo.

5.1.8.1.3 Dominio Fisiográfico Medio Aluvial de la Sierra

Se ubica en el extremo sureste, en las cuencas altas, el desnivel relativo oscila entre los 200 y 1000 msnm. El sistema fluvial del río Runayacu es el de mayor influencia dentro del área, presenta como afluentes los esteros Agua Santa, El Silencio y Selva Alegre. La dirección preferencial del río Runayacu es NE-SO

dentro del cantón Las Naves. Este dominio tiene un carácter erosivo, el modelado se representa por barrancos que se encuentran incidiendo las formaciones Macuchi y Volcánicas.

5.1.8.1.4 Piedemonte Andino Occidental

Se extiende al pie de los relieves andinos hacia la costa, desde Santo Domingo al norte hasta Machala al sur, a través de una serie continua de conos coalescentes de esparcimiento y deyección. Existe variación de altitudes entre 190 y 500 msnm, enlazando en las cotas superiores con las vertientes externas de la cordillera occidental y en las cotas inferiores con el medio aluvial costanero.

En la zona de estudio el piedemonte se ubica en la zona occidental, limitado por el Medio aluvial costanero, entre los 30 y 270 msnm. Está representado por los contextos morfológicos Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental y Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados.

5.1.8.1.5 Medio Aluvial Costero

Relacionado a grandes valles fluviales, terrazas bajas y cauces actuales relacionadas también a estos sistemas fluviales. Litológicamente está constituido por depósitos aluviales (terrazas) y depósitos coluvio-aluviales.

5.1.8.2 Análisis Geomorfológico

5.1.8.2.1 Metodología

La metodología utilizada para cumplir con los objetivos propuestos incluyó lo siguiente:

- > Reconocimiento general de las estructuras geomorfológicas del sector.
- > Análisis de los riesgos por procesos geomorfológicos.
- > Se colectó información temática, tanto bibliográfica como cartográfica, la cual fue clasificada y analizada. La información básica fue el levantamiento geomorfológico del sector (cantón Las Naves) de GIGTIERRAS, IEE-TRACASA 2015. Toda la información recopilada fue enriquecida con información obtenida durante la fase de campo.
- > El área de estudio está inmersa en la denominada región de la cordillera occidental de los Andes, dentro de la cual se tiene la unidad ambiental de la vertiente externa de la mencionada cordillera, que en el área estudiada comprende altitudes desde los 1200 a 420 msnm.
- > Análisis de los riesgos por procesos geomorfológicos. Se los ha desarrollado como estabilidad geomorfológica.
- > Se elaboró el Mapa de Pendientes, para lo cual se empleó los rangos que se indican en la siguiente Tabla:

Tabla 5-42 Rangos de Pendientes

Clase	Rango de Pendiente (%)	Tipo de Pendiente
1	0-2	Plana
2	2-5	Muy suave
3	5-15	Suave
4	15-25	Media
5	25-40	Media a fuerte

Clase	Rango de Pendiente (%)	Tipo de Pendiente
6	40-70	Fuerte
7	70-100	Muy fuerte
8	>100	Escapada

Fuente: SIGTIERRAS 2015

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Las pendientes dominantes en el área minera El Domo son de media a fuerte, comprendidas ente el 25 % y 40 %, le siguen las pendientes fuertes comprendidas entre el 40 % y 70 %. Son muy esporádicas las pendientes medias (12-25 %) y suaves (5-12 %). La morfología del sector está comprendida entre altitudes de 420 a 1210 msnm (Anexo B-Cartografía, 5.1-3-A Mapa de Pendientes).

5.1.8.2.2 Sistema de Clasificación Geomorfológica

En el mapa de Geomorfolología

, se presenta la información cartográfica obtenida en el presente estudio. Este mapa incluye todas las unidades y geoformas identificadas en el área de estudio. Las unidades del mapa se clasificaron en tres jerarquías, las que se definen como: (Anexo B-Cartografía, 5.1-3-C Mapa de Geomorfolología).

- > Unidad ambiental.
- > Unidad genética.
- > Unidad geomorfológica (geoforma).

En la Tabla 5-43 se presenta una breve descripción de las unidades geomorfológicas identificadas y su jerarquía.

Tabla 5-43 Unidades del Paisaje Geomorfológico

Unidades Geomorfológicas			Símbolo	Pendiente (%)	Descripción	Susceptibilidad a los Fenómenos Morfodinámicos
Unidad Ambiental	Unidad Genética	Unidad Geomorfológica (Geoformas)				
Vertiente externa cordillera occidental andina	Erosión fluvial	Barranaco	E2	5 a 70	Son los cursos altos de los ríos, esta geoforma se asocia con la formación volcano-sedimentaria Macuchi presentando pendientes transversales medias-fuertes hasta fuertes (de 5 a 70 %), y el río erosiona verticalmente.	Medio a Alto
	Poligenéticas	Coluvio-aluvial antiguo	Coa2	5 a 70	Son depósitos de transición entre las laderas y los valles, presenta pendiente de 5 a 70 % y valle en U, V y plano.	Medio
		Interfluvio de cimas estrechas	Ar2	25 a 70	Son la divisoria de aguas con formas agudas. Presentan pendiente media-fuerte (de 25 a 70 %).	Bajo
	Gravedad y movimiento en masa	Coluvio antiguo	Col2	5 a 40	Son materiales heterogéneos de suelo y fragmentos de roca, pendientes muy variadas que oscilan de media-fuerte (de 12 a 40 %), desnivel relativo de 5-200 m y vertiente cóncava, irregular o mixta.	Medio
		Depósitos de deslizamientos	Ld1	12 a 70	Son una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño. Pendiente media (de 12 a 70 %), desniveles relativos de 50 y 200 m.	Muy Alto
	Tectónico erosivo	Relieve colinado muy alto	Rtec2	40 a 70	Desnivel relativo de 25 a 100 m. Presentan pendiente de 40 a 70 %, vertientes de perfil rectilíneo, convexo, mixto o irregular y longitud de 50-250 m con cimas redondeadas y valles en V.	Medio a Alto
		Relieve montañoso	Rtem	70-100	Pendientes > 70 %, longitud de vertiente de 250 a más de 500 m con forma mixta o rectilínea, cimas redondeadas o agudas y formas de valle en V, el desnivel relativo supera los 300 m.	Medio a Alto
	Volcánico	Relieve volcánico colinado medio	Rv9	12 a 70	Desnivel relativo de 25 a 100 m. Corresponde a rocas volcánicas. Presentan pendiente de 12 a 70 %, vertientes de perfil rectilíneo, convexo, mixto o irregular y longitud de 50-250 m con cimas redondeadas y valles en V.	Medio

Unidades Geomorfológicas			Símbolo	Pendiente (%)	Descripción	Susceptibilidad a los Fenómenos Morfodinámicos
Unidad Ambiental	Unidad Genética	Unidad Geomorfológica (Geoformas)				
		Relieve volcánico colinado alto	Rv10	25 a 70	Desnivel relativo comprendido entre 100 y 200 m. Presenta pendiente de 25 a 70 %, longitud de vertiente moderadamente larga a muy larga con forma de valle en V, cima aguda o redondeada.	Medio a Alto
		Relieve volcánico colinado muy alto	Rv11	12 a 70	Desniveles relativos comprendidos entre 200 y 300 m. Pendientes desde medias a fuertes hasta fuertes (de 12 a 70 %), longitud de vertiente muy larga con perfil longitudinal irregular o mixto y formas de valle en V con cima redondeada o aguda.	Medio a Alto
		Relieve volcánico montañoso	Rv12	25 a 70	Pendientes desde medias a fuertes (de 25 a 70 %), desniveles relativos comprendidos entre 100 y más de 300 m, vertientes con longitudes muy largas (más de 500 m) y formas mixtas o rectilíneas, formas de valle en V y cimas agudas o redondeadas.	Medio a Alto
	Laderas (erosivo)	Vertiente heterogénea	Lr2	25 a 70	Perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada. Las litologías son mixtas volcánicas y volcánicas sedimentarias, se caracterizan por pendientes medias-fuertes hasta fuertes (de 25 a 40 %), desniveles de más de 200 m y longitudes de vertiente muy larga.	Medio
		Vertiente rectilínea	Lr1	25 a 70	Perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con escasa o nula disección, se desarrollan en las formaciones Macuchi. Presentan pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70 %), longitud de vertiente de moderadamente larga a muy larga y desnivel relativo de 50 a más de 300 m.	Medio
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	Lr4	25 a 40	Estas vertientes presentan características similares a la geoforma descrita anteriormente, aunque con un mayor grado de disección.	Medio

Fuente y elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.1.8.2.3 Geformas

Se ha identificado las siguientes geoformas:⁴

Erosión Fluvial

Esta Unidad está directamente influenciada por la presencia de un eje fluvial, el cual debido a la erosión de su cauce profundiza y dan como resultados diferentes geomorformas que dan cuenta de su evolución.

Barranco (E)

Son típicos de los cursos altos de los ríos, están asociados a las vertientes andinas occidentales, esta geoforma se asocia con la formación volcano-sedimentaria Macuchi presentando pendientes transversales medias a fuertes hasta fuertes (de 5 a 70 %), y el río erosiona verticalmente. Las dimensiones longitudinales son por lo general de orden hectométrico a kilométrico y anchuras reducidas (orden decamétrico a hectométrico) y la forma del valle es en V. Dos pequeños cursos altos de drenajes avanzan al área operativa del Proyecto.

Poligénicas

Son geoformas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos.

Coluvio-Aluvial Antiguo (Coa2)

Corresponde a depósitos de transición entre las laderas y los valles, básicamente rellenando vaguadas o fondos de valle, cuyos materiales proceden tanto de la ladera como de una restringida dinámica fluvial a través del valle, presenta pendiente de 5 a 70 % y valle en U, V y plano, la litología corresponde a limo-arcillas, arenas, gravas y bloques.

Interfluvio de Cimas Estrechas (Ar2)

Se encuentra en las crestas de los relieves, siendo una divisoria de aguas con formas agudas, se localizan en el contexto morfológico las vertientes andinas occidentales de la Sierra norte. Se encuentran sobre tobas y flujos de lava. Se caracterizan por presentar pendiente media a fuerte (de 25 a 70 %).

Tectónico Erosivo

Las geoformas incluidas en esta Unidad han sido modeladas por una erosión relativamente uniforme en su conjunto, generalmente sobre materiales que habían sido con anterioridad elevados tectónicamente.

Relieve Montañoso (Rtem)

Se caracteriza por presentar pendientes > 70 %, longitud de vertiente de 250 a más de 500 m con forma mixta o rectilínea, cimas redondeadas o agudas y formas de valle en V, el desnivel relativo supera los 300 m, se localiza dentro del contexto morfológico de las vertientes externas de la cordillera occidental asociado a rocas volcánicas e intrusivas, con forma mixta o rectilínea, cimas redondeadas o agudas y formas de valle en V.

Relieve Colinado muy Alto (Rtc2)

Estos relieves se caracterizan por un desnivel relativo de 25 a 100 m. La litología corresponde a cuerpos intrusivos ígneos de ácido a intermedio y específicamente a granodioritas y tonalitas. Presentan pendiente

⁴ Las fotografías georreferenciadas de cada geoforma se encuentran en el Anexo de Perfiles de Suelos (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.11 Geología).

de 40 a 70 %, vertientes de perfil rectilíneo, convexo, mixto o irregular y longitud de 50 a 250 m con cimas redondeadas y valles en V.

Volcánico

Formas y depósitos asociados directa o indirectamente tanto a edificios volcánicos recientes como a relieves que aparecen sobre sustrato volcánico.

Relieve Volcánico Montañoso (RV12)

Se caracteriza por pendientes desde medias a fuertes (de 25 a 70 %), desniveles relativos comprendidos entre 100 y más de 300 m, aunque mayoritariamente superiores a 300 m, vertientes con longitudes muy largas (más de 500 m) y formas mixtas o rectilíneas, formas de valle en V y cimas agudas o redondeadas, está asociado a los volcánicos Runayacu.

Relieve Volcánico Colinado Alto (Rv10)

Caracterizados por un desnivel relativo comprendidos entre 100 y 200 m, se desarrolla en la formación Macuchi. Presenta pendientes de 25 a 70 %, longitud de vertiente moderadamente larga a muy larga con forma de valle en V, cima aguda o redondeada y forma de vertiente mixta y valles en V.

Relieve Volcánico Colinado Medio (Rv9)

Estos relieves se caracterizan por un desnivel relativo de 25 a 100 m. La litología corresponde a rocas volcánicas. Presentan pendientes de 12 a 70 %, vertientes de perfil rectilíneo, convexo, mixto o irregular y longitud de 50 a 250 m con cimas redondeadas y valles en V.

Relieve Volcánico Colinado muy Alto (Rv10)

Se trata de un relieve con desniveles relativos comprendidos entre 200 y 300 m. Se caracteriza por presentar pendientes desde medias-fuertes hasta fuertes (de 12 a 70 %), longitud de vertiente muy larga con perfil longitudinal irregular o mixto y formas de valle en V con cima redondeada o aguda. Asociado a la formación Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-dibasas, basaltos subporfíricos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas).

Erosivo

Se refiere a formas originadas por el depósito de material, y luego se produce el proceso de erosión del material parental o del depósito y ha dejado unidades nuevas con diferente grado o nivel de desgaste de la roca.

Vertiente Rectilínea (Lr1)

Se caracteriza por la ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con escasa o nula disección, se desarrollan en la formación Macuchi. Presentan pendiente de media-fuerte hasta fuerte (de 12 a 70 %), longitud de vertiente de moderadamente larga a muy larga y desnivel relativo de 50 a más de 300 m.

Vertiente Heterogénea (Lr2)

Ladera de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada. Las litologías presentes en la geoforma, como es la formación Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-dibasas, basaltos subporfíricos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas), se caracterizan por unas pendientes medias-fuertes hasta fuertes (de 25 a 70 %), desniveles de más de 200 m y longitudes de vertiente muy larga.

Vertiente Heterogénea con Fuerte Disección (Lr4)

Estas vertientes presentan características similares a la geoforma descrita anteriormente, aunque con un mayor grado de disección. Se localiza en el contexto morfológico Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica. Pendiente media a fuerte (de 25 a 70 %) en los volcánicos Runayacu. En ambas litologías se aprecia desnivel relativo superior a 300 m, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y vertientes de perfil irregular o mixto.

Gravedad y Movimiento en Masa

Se refiere a formas originadas por el depósito de material, transportado por agentes erosivos como el agua, el hielo o el viento, que constituyen medios de acarreo.

Coluvión Antiguo (Col2)

Un coluvión es un depósito superficial constituido por materiales heterogéneos de suelo y fragmentos de roca, en diferente proporción, está compuesta por materiales detríticos, transportados desde las partes altas de los relieves y vertientes por acción de la gravedad y depositados en las partes intermedias o al pie de estas. Los materiales depositados son una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno. Se caracteriza por tener pendientes muy variadas que oscilan de suaves-media a fuerte (de 5 a 40 %), desnivel relativo de 5 a 200 m, longitudes de vertiente de moderadamente larga a muy larga y vertiente cóncava, irregular o mixta.

Depósitos de Deslizamientos (Ld1)

Se componen de materiales detríticos, transportados desde las partes altas de los relieves y vertientes por acción combinada del agua y de la gravedad y depositados en masa con una gran desorganización interna al pie de estas. Esta geoforma está localizada en el sector central oeste del Mapa Geomorfológico.

La litología de estos depósitos se compone de una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño. Se caracteriza por presentar pendiente media a fuertes (de 12 a 70 %), desniveles relativos de 50 y 200 m, longitudes de vertientes largas a muy largas y vertiente mixta.

En la siguiente Tabla 5-44 se aprecian las áreas que comprenden cada geoforma en hectáreas y porcentaje del área geográfica estudiada:

Tabla 5-44 Geoformas en el Área Geográfica de Estudio

Unidad Geomorfológica (Geoformas)	Símbolo	Hectáreas	%
Interfluvio de cimas estrechas	Ar2	10,57	1,23
Coluvión antiguo	Col2	0,03	0,00
Barranco	E2	49,41	5,75
Vertiente rectilínea	Lr1	66,14	7,70
Vertiente heterogénea	Lr2	346,19	40,29
Relieve colinado muy alto	Rtec2	148,41	17,27
Relieve montañoso	Rtem	142,46	16,58
Relieve volcánico colinado muy alto	Rv11	8,13	0,95
Relieve volcánico montañoso	Rv12	87,83	10,22

Fuente: Consocio Tracasa-Nipsa 2015
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

A continuación, se describen los sitios donde se implantarán las infraestructuras principales del Proyecto:

Tajo Abierto de Mina



Figura 5-80 Relieve colinado y vertiente heterogénea sector Naves Chico, El Domo - Proyección Infraestructura Tajo Abierto de Mina

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

Descripción de Unidad Geomorfológica

- > **Relieve colinado muy Alto (Rtec2):** Al sur de El Domo y norte de sector Esperanza Alta, se caracteriza por presentar cimas redondeadas o agudas y pendientes 70 %, formas de valle en V, el desnivel relativo supera los 100 m.
- > **Barranco (E2):** Estero El Silencio, esta Unidad está directamente influenciada por la presencia de un eje fluvial, el cual debido a la erosión de su cauce profundiza.

Relavera (TSF) y Depósito de Roca (WFR2)

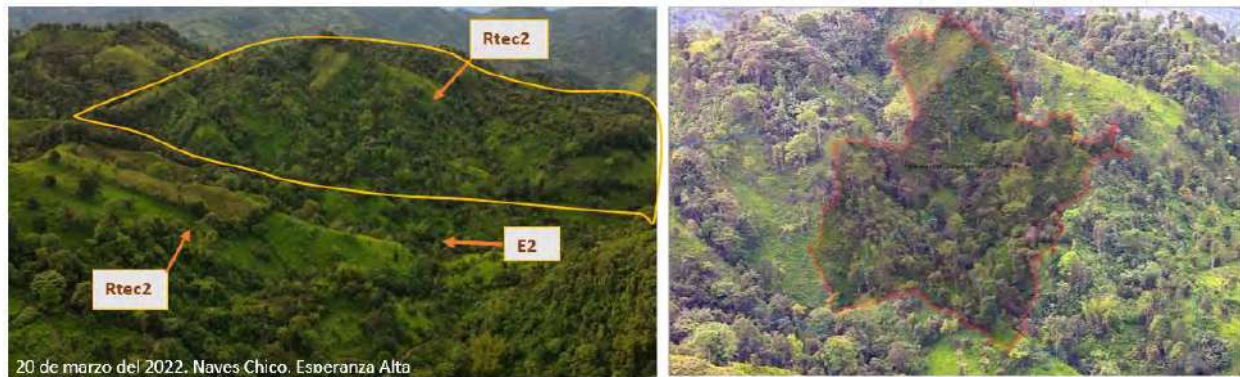


Figura 5-81 Relieve Colinado y Estero El Silencio sector Esperanza Alta, Proyección Infraestructura Relavera y Depósito de Roca (WRF2)

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

Depósito de Saprolito (WRF)



Figura 5-82 Relieve Colinado y Vertiente Heterogénea, sector Naves Chico, El Domo – Proyección Intraestructura Depósito de Saprolito (WRF).

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

Descripción de Unidad Geomorfológica

Relieve colinado muy Alto (Rtec2): Presentan pendiente de 40 a 70%, vertientes de perfil rectilínea, convexo, mixto o irregular y longitud de 50 -250 m con cimas redondeadas y valles en V.

Barranco (E2): Presentan pendientes transversales medias-fuertes hasta fuertes (de 5 a 70%) y el río erosiona verticalmente

Vertiente Heterogénea (Lr2): Al sur de El Domo, ladera de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada, pendientes medias a fuertes.

Depósito de Materiales Varios



Figura 5-83 Vertiente Heterogénea, sector El Domo - Proyección Infraestructura Acopio de Materiales Varios

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

Descripción de Unidad Geomorfológica

Barranco (E2): Quebrada al sur de EL Domo, topografía levemente influenciada por la erosión del eje fluvial.

Vertiente Heterogénea (Lr2): Al sur de El Domo, laderas de perfil mixto a irregular, escasamente disectada, pendientes medias a fuertes por erosión en temporada invernal.

Planta de Procesos



Figura 5-84 Vertiente Heterogénea, sector El Domo - Proyección Infraestructura Planta de Procesos

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

Descripción de Unidad Geomorfológica

Barranco (E2): Estero El Silencio al sur de EL Domo, topografía influenciada por la erosión del eje fluvial y quebradas de invierno.

Vertiente Heterogénea (Lr2): Al Este de El Domo, laderas de perfil mixto a irregular, escasamente disectada, pendientes medias por erosión en temporada invernal.

5.1.9 Estabilidad

La estabilidad es la capacidad que tienen los elementos de las estructuras de aguantar las acciones sin volcar o caer. Desde el punto de vista geomorfológico hace alusión a movimientos gravitacionales, como caídas, deslizamientos, flujos, etc.

5.1.9.1 *Metodología*

La metodología que se empleó es de carácter descriptivo, analítico, correlacional e interpretativo.

Descriptivo, ya que, con el detalle de los subtemas desarrollados en esta Línea Base, de geología, pendiente del terreno, textura de los suelos, tectónica, cubierta vegetal y de precipitación que se efectuaron, con las observaciones y caracterizaciones permitieron realizar su comportamiento geomorfológico.

Analítico, porque reúne a todos los aspectos antes indicados y los relaciona.

Correlacional, debido a que existe una correspondencia entre los diferentes rasgos analizados.

Interpretativo, ya que mediante el análisis y la correlación de las diferentes variables se desarrolló el análisis de Estabilidad Geomorfológica mediante una tabla de atributos del sistema computacional ArcGIS.

Este análisis permite definir que existen zonas estables o zonas afectadas por inestabilidad geomorfológica, metodología adaptada del Instituto Geográfico Militar (IGM), Instituto Panamericano de Geografía e Historia Sección Nacional del Ecuador (IPGH); Instituto Francais de Recherche Scientifique pour le Developpement en Cooperation (ORSTOM); Atlas Infográfico de Quito: Socio dinámica del Espacio y Política Urbana (Anexo B-Cartografía, Mapa 5.1-3-D. Estabilidad Geomorfológica); además de las

directrices para la cartografía regional de deslizamientos de tierra (*The Landslide Handbook-A Guide to Understanding Landslides*), el manual de deslizamientos de tierra: *Una guía para comprender los deslizamientos de tierra*; U.S. Geological Survey, 2008 (Anexo B-Cartografía, 5.1-3-D. Mapa de Estabilidad Geomorfológica).

Por otro lado, para tener una visión clara de los riesgos físicos naturales que podrían afectar al área de estudio, al final de este subtema, en el Tabla 5-45, se realiza una interpretación de la estabilidad geomorfológica, las geoformas y los riesgos físicos naturales.

5.1.9.2 Categorías

5.1.9.2.1 Zonas muy Estables

Son todos aquellos medios actualmente sin problema de inestabilidad debido a que algunos de los factores físico-naturales se presentan a favor del medio dando lugar a que los procesos morfodinámicos de superficie no puedan desarrollarse.

Ocupan áreas onduladas de los interfluvios de las cimas estrechas, con pendientes medias a fuertes, sobre rocas volcánicas que en algunos sectores están aflorantes. Los suelos son poco profundos, son sobresaturados, de baja permeabilidad, vegetación poco intervenida, influenciadas por precipitaciones medias anuales del orden de los 2300. El riesgo a los movimientos en masa en esta categoría es de potencial bajo.

5.1.9.2.2 Zonas Medianamente Estables (E2; E1-E2)

Esta categoría corresponde a áreas donde la estabilidad de uno a varios factores físico-naturales es moderada, lo que crea una mediana potencialidad de rotura del equilibrio natural.

Son vertientes heterogéneas, relieves colinados medios y montañosos, como depósitos coluviales de pendientes fuertes, suelos residuales de texturas finas, presentan una cobertura de vegetación natural poco intervenida, vegetación secundaria, pastos y algunos cultivos. El riesgo a los movimientos en masa en esta categoría es de potencial medio.

5.1.9.2.3 Zonas Medianamente Inestables (E3-(E2); E3)

Esta categoría corresponde a áreas donde la inestabilidad de varios factores físico-naturales es moderada a alta, lo que crea un riesgo potencial de rotura del equilibrio natural.

Se incluyen relieves de barrancos, vertientes muy disectadas, relieves colinados muy altos y montañosos, con pendientes fuertes mayores al 45 %; la textura de los suelos es generalmente fina. Estas áreas están cubiertas con vegetación natural o secundaria, pastos y algunos cultivos.

Por lo general, el riesgo a los movimientos en masa en esta categoría es de potencial medio a alto, tornándose vulnerable a la erosión hídrica.

5.1.9.2.4 Zonas Muy Inestables (E4)

Esta categoría corresponde a áreas donde la inestabilidad de muchos factores físico-naturales es alta, lo que crea un alto riesgo potencial de rotura del equilibrio natural.

Se incluyen a los depósitos de deslizamiento con pendientes abruptas mayores al 45 %; la textura de los suelos es generalmente fina. Estas áreas están cubiertas con vegetación natural o secundaria, pastos y algunos cultivos.

Por lo general, el riesgo a los movimientos en masa en esta categoría es de potencial muy alto, tornándose muy vulnerable a la erosión hídrica.

5.1.9.3 Conclusiones

En el Tabla 5-45 se relaciona la estabilidad geomorfológica y el riesgo físico:

Tabla 5-45 Estabilidad Geomorfológica y Riesgo Físico

Categoría	Paisaje Geomorfológico	Símbolo	Procesos Geomorfológicos	Riesgo Físico
Zona Estable	Interfluvios de cimas estrechas, de pendiente media a fuerte	E1	Socavamientos y erosión lateral.	Bajo
Zona Medianamente Estable	Vertientes heterogéneas, relieves colinados, relieves montañosos y coluvios antiguos, de pendientes medias a fuertes	E2; E1-E2	Socavamientos y erosión lateral. Movimientos en masa pequeños. Reptación de suelos.	Medio
Zona Medianamente Inestable	Barancos, vertientes muy disectadas, relieves colinados muy altos y relieves montañosos de pendientes fuertes.	E3(-E2); E3	Movimientos en masa pequeños a medianos. Reptación de suelos.	Medio a Alto
Zona Muy Inestable	Depósitos de deslizamientos de pendiente media a fuerte	E4	Movimientos en masa medianos a grandes	Muy Alto

Fuente y Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El área de estudio del Proyecto se localiza dentro de zonas estables a muy inestables, está entre zonas de estabilidad (E1, E4), predominan pendientes mayores al 45 %, de aceptable drenaje superficial, el sustrato rocoso es volcánico.

De acuerdo con este análisis, en el área de influencia indirecta de estudio existen riesgos de inestabilidad geomorfológica potenciales, el riesgo es de carácter bajo a muy alto. Los movimientos en masa se presentan con baja regularidad, especialmente en las épocas de grandes precipitaciones que están asociados a la naturaleza geomecánica de los suelos y su sobresaturación, a la fuerte pendiente natural que domina algunos sectores, al fracturamiento del sustrato rocoso y a áreas con intervención antrópica.

Los procesos hidrodinámicos y gravitacionales son muy potentes y no corregibles debido a las pendientes abruptas de algunos sectores, a las altas precipitaciones concentradas en la época lluviosa y a espesores de los suelos, por lo que se debe tomar medidas preventivas para evitar dichos fenómenos.

Es importante destacar que los sitios donde se proyecta cimentar las infraestructuras para la operación del Proyecto se localizan en una zona Estable (E2) geomorfológicamente (Anexo B-Cartografía, 5.1-3-D Mapa de Estabilidad Geomorfológica).

5.1.10 Geotecnia

Para el desarrollo del tema de geotecnia se procedió primeramente a realizar un análisis geotécnico regional de toda el área física de estudio de acuerdo con la metodología que este acápite describe.

5.1.10.1 Parámetros Geotécnicos Analizados para Zonificación

Con la finalidad de establecer zonas y tramos geotécnicamente homogéneos y suministrar en cada uno de ellos la información básica preliminar para la proyección y construcción de obras civiles, se analizaron los rasgos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos y geotécnicos, estimando los factores problemáticos de cada uno de estos aspectos para, de esta manera, cartografiar el mapa geotécnico regional, que es una adaptación de la metodología de la *Commission on Geological Maps of the International Association of Engineering Geology* (1976), para elaborar el Mapa Geotécnico Regional, sobre la base de los parámetros que en los párrafos siguientes se detallan.

Se ha optado por valorar cada parámetro, con la finalidad de enmarcar a cada zona geotécnica dentro de un rango de calidad valorado sobre 20 puntos, para lo cual se distribuyó dicho puntaje entre los diferentes aspectos analizados. A continuación, se hace una descripción muy resumida de la valoración de cada uno de los parámetros analizados en las Fichas Geotécnicas (Anexo C. Respaldo LB, C.1 Físico, C.1.5 Geotecnia, C 1.5.1 Fichas Geotécnicas) para la zonificación geotécnica:

- > Litología: Clasificación de materiales pétreos y suelos, su consistencia y/o capacidad y estructura. Valoración total 4.
- > Clasificación de materiales pétreos y suelos. Es una valoración de 0 a 2 de los suelos en función de su clasificación de acuerdo con la clasificación SUCS.
- > Compacidad y consistencia: Es una valoración de 0 a 1 de los suelos, desde sueltos (0), semisueltos (0,5) a compactos (1).
- > Estructura: Es una valoración de 1 a 0 de los suelos en función de: masivos (1), medianamente fracturado a estratificado (0,5) y fracturados y estratificados (0).
- > Geomorfología: Valoración de las formas del relieve y sus características. Valoración total 5.
- > Morfología: Valoración de 1 a 0 de la forma del relieve, desde explanada (1), colina y ladera (0,5) a montaña (0).
- > Pendiente: Valoración de 1 a 0 de la pendiente del terreno, desde suave (1), moderado y abrupto (0,5) a muy abrupto (0).
- > Meteorización: Valoración de 1 a 0 del grado de la meteorización del macizo rocoso, desde moderado (1), fuerte (0,5) a muy fuerte (0).
- > Erosión: Valoración de 1 a 0 del grado de la erosión del macizo rocoso, desde inicial (1), moderada (0,5) a antigua (0).
- > Drenaje: Valoración de 1 a 0 de la escorrentía superficial, desde alto (1), medio (0,5) a bajo (0).
- > Hidrogeología: Valoración de las características hidrogeológicas principales. Valoración total 3.
- > Humedad: Valoración de 1 a 0 de la saturación de la unidad litológica, desde seco (1), húmedo (0,5) a saturado (0).
- > Escorrentía: Valoración de 1 a 0 de la escorrentía subterránea, desde alta (1), media (0,5) a baja (0).
- > Permeabilidad: Valoración de 1 a 0 de la permeabilidad estimada de la unidad litológica, desde permeable (1), semipermeable (0,5) a impermeable (0).
- > Geotecnia: Valoración de las características geotécnicas del macizo rocoso principales: Valoración total 8.
- > Capacidad portante: Valoración de 2 a 0 de la capacidad portante, desde alta (2), media (1) a baja (0).
- > Estabilidad de taludes: Valoración de 2 a 0 de la estabilidad de los taludes del tramo o sector analizado, desde estable (2), medianamente estable (1) a inestable (0).
- > Escarificación: Permite evaluar, en forma inicial los volúmenes de excavación, valoración de 2 a 0, desde suelos (2), suelos duros y roca suave (1) a roca (0).
- > Fuentes de materiales: Permite evaluar en forma inicial los usos que se pueden asignar a los materiales pétreos o suelos, valoración de 2 a 0, desde base y subbase (2) a ninguna (0).

- > Clasificación geotécnica: Con la sumatoria de la valoración de cada parámetro analizado se llega a la clasificación geotécnica del tramo o área analizada.

Tabla 5-46 Calidad Geotécnica y Valoración

Zona Geotécnica (Símbolo*)	Valoración	Zonificación Geotécnica
I	20 a 16	Excelente o muy favorable
II	16 a 12	Buena o favorable
II	12 a 8	Regular o aceptable
IV	8 a 4	Mala o problemática
V	4 a 0	Muy mala o pésima

* Los subíndices que se agregan al símbolo se refieren a la morfología y a la pendiente.

Fuente y Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.1.10.2 Categorías

De acuerdo con los resultados obtenidos, se elabora el Mapa Geotécnico (Anexo B.- Cartografía, 5.1-5-E Mapa de Geotecnia) y la identificación de las zonas geotécnicas existentes y sus características.

Se realizó la diferenciación geotécnica del área de influencia directa e indirecta del área en estudio dividiéndola en zonas. En la siguiente tabla se resume este análisis:

Tabla 5-47 Descripción de las Zonas Geotécnicas

Ficha No.	Formación	Calidad Geotécnica		Morfología	Pendiente	Zona Geotécnica
1	Unidad Macuchi	III	Regular	Montaña	Muy Abrupta	III-M.ma Montañas de pendiente de abrupta a muy abrupta, sobre rocas volcánicas, taludes de poca estabilidad. Suelos potentes, residuales limo y arcillas: ML, MH y CH, de mediana a alta plasticidad.
2	Unidad Macuchi	III	Regular	Montaña	Abrupta	III-M.a* Montañas, de pendiente moderada a abrupta, sobre rocas volcánicas, taludes de mediana estabilidad. Suelos potentes residuales: limo y arcillas: ML, MH y CH, de mediana a alta plasticidad.
3	Unidad Macuchi	III	Regular	Laderas	Muy Abruptas	III-L.ma* Laderas de pendientes muy abruptas, sobre rocas volcánicas y depósitos de coluviales antiguos, taludes poco estables. Predominan potentes suelos residuales limos y arcillas de mediana a alta plasticidad: ML, MH y CH
4	Unidad Macuchi	III	Regular	Laderas	Abruptas	III-L.a* Laderas de pendientes de moderadas a abruptas, sobre rocas volcánicas, taludes de mediana estabilidad. Predominan potentes suelos residuales limos y arcillas de mediana a alta plasticidad: ML, MH y CH

Ficha No.	Formación	Calidad Geotécnica		Morfología	Pendiente	Zona Geotécnica
5	Unidad Macuchi	II	Buena	Laderas	Abruptas	II-L.a* Laderas de pendientes de moderadas, sobre rocas volcánicas, taludes de buena estabilidad. Predominan potentes suelos residuales limos y arcillas de mediana a alta plasticidad: ML, MH y CH
6	Unidad Macuchi	III	Regular	Colina	Muy Abrupta	III-C.ma* Colinas muy altas, de pendientes muy abruptas, sobre rocas volcánicas, baja permeabilidad, taludes poco estables. Predominan potentes suelos residuales arcillas y limos de mediana a alta plasticidad: ML, CH y MH.
7	Unidad Macuchi	III	Regular	Colina	Abrupta	III-C.a* Colinas medias a altas, de pendientes abruptas, sobre rocas volcánicas, baja permeabilidad, taludes medianamente estables. Predominan potentes suelos residuales limos y arcillas de mediana a alta plasticidad: ML MH y CH.
8	Depósitos de coluviales	III	Regular	Ladera	Abrupta	III-L.a* Laderas de pendientes abruptas, medianamente inestables, bloques, clastos en matriz limo arcillosa a arcillosa, saturados, deficiente drenaje.
9	Depósitos de coluviales	III	Regular	Ladera	Muy abrupta	III-L.ma* Laderas de pendientes muy abruptas, poco inestables, bloques, clastos en matriz limo arcillosa a arcillosa, saturados, deficiente drenaje.
10	Depósitos de deslizamiento	V	Muy Mala	Ladera	Muy abrupta	V-L.ma* Laderas de pendientes abruptas a muy abruptas, sobre depósitos de deslizamientos masivos, saturados, taludes de baja estabilidad. Predominan potentes suelos residuales MH y grava (GP) con arena limosa de grano grueso (matriz SM).
*El símbolo de la Zonificación Geotécnica está representada por el número romano, la clasificación geotécnica, la letra mayúscula por la morfología y la minúscula la pendiente.						

Fuente y Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

El mayor porcentaje del área analizada corresponde a la zona geotécnica III, de calidad Regular, que son sectores dominados por relieves montañosos y colinares de diferente altitud, como laderas (vertientes) con pendientes naturales mayores al 40 %, donde hay un predominio de suelos residuales limos y arcillas de mediana a alta plasticidad, potentes, saturados, mal drenados, influenciados a altas precipitaciones concentradas en varios meses del año.

5.1.10.3 Geotécnica Particular

5.1.10.3.1 Metodología

Para caracterizar geotécnicamente el área operativa se realizó un resumen de las investigaciones desarrolladas por Adventus Mining Ltd. (Adventus, durante 2017 y 2021, para determinar la profundidad de roca y la estratigrafía sitio general, la planta de proceso, de la mina y las presa y diques.

5.1.10.3.2 Condiciones de Sitio

El proyecto Curipamba está ubicado en los Andes ecuatorianos occidentales a una altura promedio de 1000 msnm, aproximadamente a 120 km al noreste de Guayaquil, en el cantón de Las Naves, de la provincia de Bolívar. El Proyecto se encuentra en la divisoria de los ríos Suquibí y Runayacu. El terreno es accidentado con crestas escarpadas y valles profundos con elevaciones que oscilan entre 650 y 1100 msnm.

El sitio tiene un entorno tropical con clima cálido y húmedo durante todo el año, y un balance hídrico positivo con precipitaciones hasta siete veces mayores que el potencial de evaporación. La precipitación media anual y la evaporación media anual se estimaron en 2300 y 3400 mm, respectivamente. Además, las precipitaciones pueden aumentar durante el fenómeno de El Niño, el cual tiene un periodo de recurrencia de entre siete y quince años. La precipitación máxima probable en el Proyecto puede llegar a ser de hasta 920 mm para una tormenta con duración de 72 horas.

A nivel regional, la principal unidad geológica en el sitio del Proyecto es el terrano Macuchi dentro del grupo Macuchi, que generalmente consiste en rocas volcanoclásticas y rocas volcánicas, incluyendo basaltos, andesitas y riolitas. Localmente, en el área de Proyecto las rocas volcánicas incluyen dacita, riolita, toba y andesita, cubiertas por un horizonte de saprolito y suelos residuales entre 10 y 40 m de espesor, según lo observado por KLOHN CRIPPEN BERGER S.A. (KCB) 2021, durante el mapeo de campo y la campaña de perforaciones geotécnicas.

Curipamba se encuentra en una zona sísmicamente activa, siendo la fuente principal la zona de subducción entre las placas de Nazca y América del Sur. Según la Norma Ecuatoriana de diseño sísmico (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2011) el Proyecto se encuentra en una zona de "sismicidad media", con las zonas de "alta" sismicidades ubicadas al oeste a lo largo de la costa. De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de diseño sísmico, la aceleración máxima del suelo (PGA, por Peak Ground Acceleration) para el periodo de retorno de 1 en 10 000 años, considerado aquí como el Terremoto Máximo Creíble de 1,01 g, como se estima y se muestra en las curvas de peligro sísmico (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2011) para las ciudades de Babahoyo y Ambato (más cercanas al sitio del proyecto).

5.1.10.3.3 Condiciones Geotécnicas

Investigaciones Geotécnicas de Campo

Las condiciones geotécnicas de los materiales de fundación de la TSF y WRF, se evaluaron mediante los siguientes trabajos de campo:

- > Mapeo geológico superficial: Reconocimiento superficial de suelos y afloramientos de roca. Esta actividad permitió identificar: (i) diferentes tipos de depósitos de suelos cuaternarios, (ii) el perfil de meteorización de la roca mediante la observación de taludes o excavaciones para la construcción de accesos y (iii) los diferentes tipos de rocas en el área del Proyecto.
- > Calicatas: Excavaciones de hasta 3 m de profundidad que permitieron observar y describir los suelos superficiales y obtener muestras disturbadas para ensayos de laboratorio, índices y muestras inalteradas (en bloque) para ensayos de laboratorio avanzados. Se ejecutaron 33 calicatas en diferentes zonas del TSF y WRF.

- > Perforaciones: Las perforaciones se ejecutaron entre 20 y 80 m de profundidad para observar y describir los materiales desde la superficie hasta el basamento rocoso y obtener testigos y muestras para ensayos de laboratorio. Durante las perforaciones se ejecutaron ensayos in situ tales como: Ensayos de Penetración Estándar (SPT, por Standard Penetration Test), Ensayos de Veleta de Corte (VST, por Vane Shear Test), y ensayos de permeabilidad del tipo Lugeon y Lefranc. Asimismo, se instalaron piezómetros de tubo abierto para medición de niveles de agua subterránea. En total se ejecutaron 21 perforaciones y se instalaron más de 40 piezómetros.
- > Ensayos SCPTu: Los ensayos SCPTu (por Piezocone Seismic Cone Penetration) permiten obtener un perfil completo de respuesta del suelo a la penetración que puede ser usada para inferir su consistencia o rigidez, condiciones de presión de poros y respuesta al corte. Se han ejecutado 14 SCPTu.
- > Ensayos de laboratorio: Las muestras disturbadas de las perforaciones y calicatas fueron enviadas a un laboratorio local para la ejecución de ensayos de laboratorio índices, tales como: contenido de agua, granulometría, índices de consistencia (o Atterberg), gravedad específica, etc. Las muestras no disturbadas o inalteradas fueron transportadas a un laboratorio en Canadá, para la ejecución de ensayos avanzados de mecánica de suelos, tales como: ensayos de consolidación, ensayos triaxiales y ensayos de corte directo simple.

En la siguiente figura y las siguientes tablas se indican las investigaciones realizadas: :(Anexo C. Respaldos LB, C.1. Físico, C.1.5 Geotecnia, C.1.5.3 Perfiles Geotécnicos)

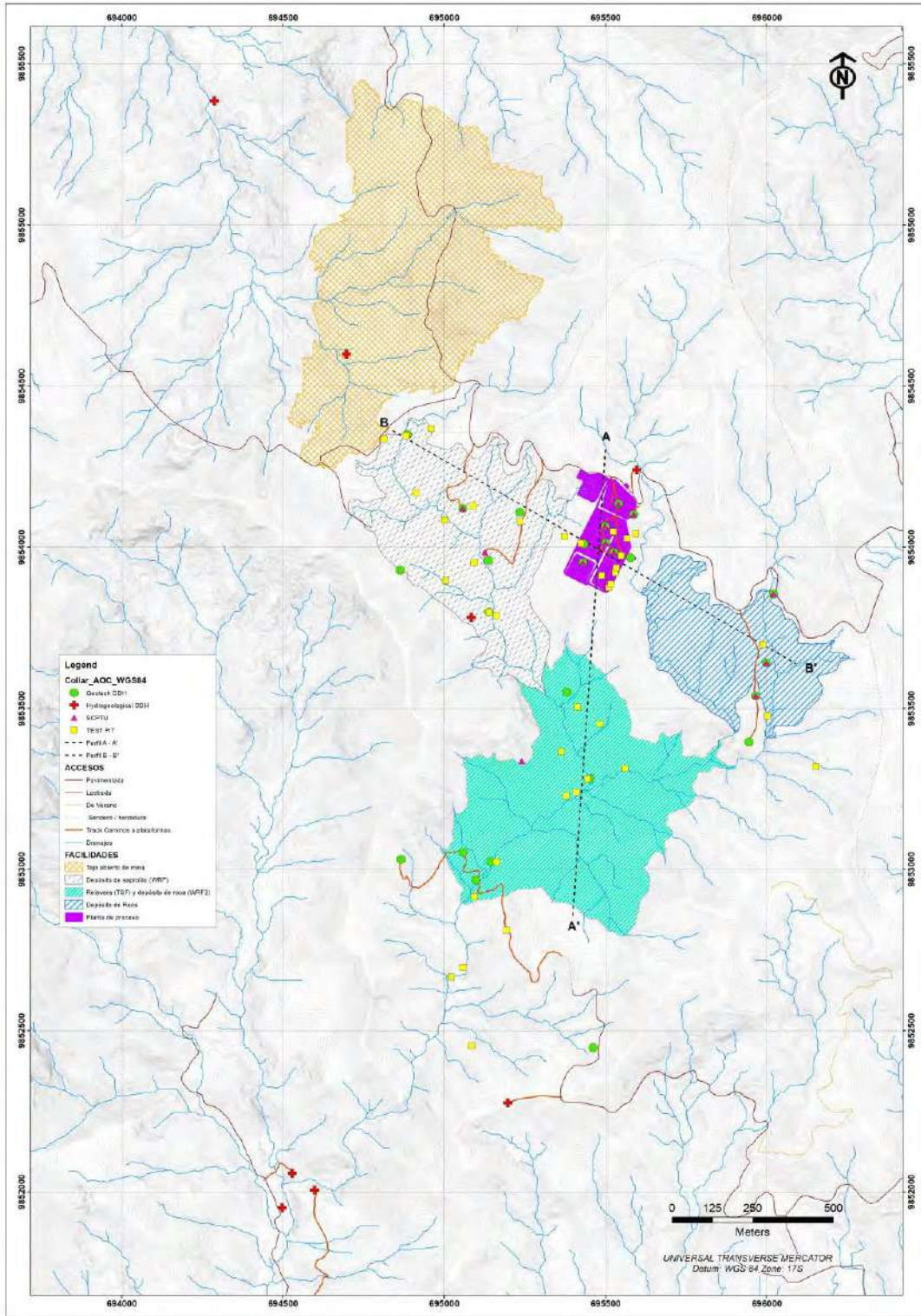


Figura 5-85 Mapa de las Ubicación de las investigaciones Geotécnicas

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

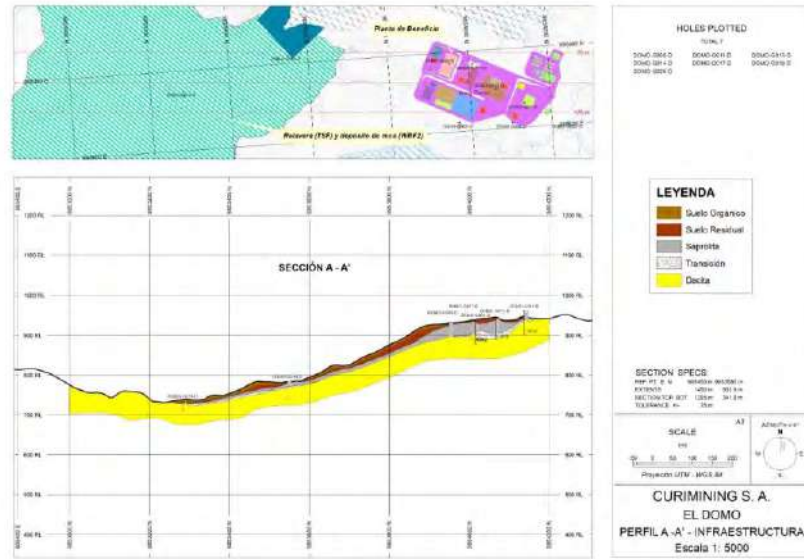


Figura 5-67 Perfil Geotécnico A - A

Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

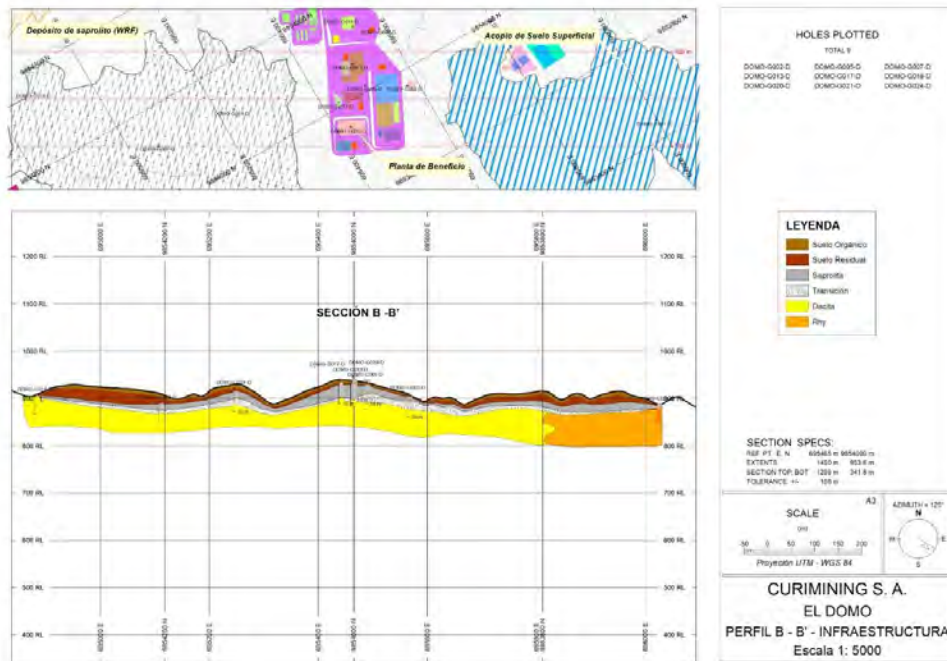


Figura 5-67 Perfil Geotécnico B - B

- Fuente y Elaboración: Curimining S.A., 2022

Página en blanco

Tabla 5-48 Ubicación de los Pozos y Ensayos Realizados

Drill Holes ID		Coordenadas (WGS-84)			Profundidad (m)	Ensayos In situ				Disturbed Samples	
		Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)		SPT Test N°	Vane Shear Test N.°	Packer Test (Lugeon)	Falling Head Test (LeFranc)	Disturbed (include SPT split spoon and core samples)	Shelby
DOMO-G001D	Profundo	695586,71	9854101,71	936,6	70	8	4	4	2	15	2
DOMO-G001S	Poco profundo	695587,2	9854103,54	936,58	35						
DOMO-G002D	Profundo	695577,43	9853967,32	911,33	50	6	7	1	8	14	3
DOMO-G002S	Poco profundo	695577,67	9853966,33	911,27	24						
DOMO-G003D	Profundo	695965,71	9853538,46	888,13	53	10	2	2	2	21	2
DOMO-G003S	Poco profundo	695962,62	9853538,44	888,08	31						
DOMO-G004D	Profundo	695944,5	9853395,18	863,78	42	6	1	1	2	24	1
DOMO-G004S	Poco profundo	695944,97	9853396,2	863,62	19						
DOMO-G005D	Profundo	695500,96	9854012,98	938,62	61,5	9	3	1	3	24	4
DOMO-G005S	Poco profundo	695502,02	9854012,43	938,58	43						
DOMO-G006D	Profundo	695098,12	9852966,88	709,54	31,5	1	-	2	1	2	-
DOMO-G006S	Poco profundo	695098,87	9852966,1	709,48	14,5						
DOMO-G007D	Profundo	695057,51	9854120,75	890,61	41	4	3	2	1	22	2
DOMO-G007S	Poco profundo	695057,36	9854119,8	890,56	16,25						
DOMO-G008D	Profundo	695058,4	9853052,99	752,77	32,2	3	5	1	2	10	-

Drill Holes ID		Coordenadas (WGS-84)			Profundidad (m)	Ensayos In situ				Disturbed Samples	
		Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)		SPT Test N°	Vane Shear Test N.°	Packer Test (Lugeon)	Falling Head Test (LeFranc)	Disturbed (include SPT split spoon and core samples)	Shelby
DOMO-G008S	Poco profundo	695059,3	9853053,44	752,76	20						
DOMO-G009D	Profundo	695136,58	9853958,99	848,69	28	4	2	1	2	7	2
DOMO-G009S	Poco profundo	695135,66	9853958,48	848,69	10						
DOMO-G010D	Profundo	695461	9852447	797,4	43	4	3	2	1	17	-
DOMO-G011D	Profundo	695539,99	9854133,77	961,04	60	6	4	1	2	21	-
DOMO-G012D	Profundo	694865,94	9853031,17	796,48	32	5	-	-	2	12	-
DOMO-G013D	Profundo	695498,99	9854065	946,7	56	13	5	1	1	52	-
DOMO-G013S	Poco profundo	695499,03	9854062,65	946,71	32						
DOMO-G014D	Profundo	695452,07	9853281,49	735,28	25	1	1	1	1	4	-
DOMO-G014S	Poco profundo	695452,96	9853281,36	735,32	9						
DOMO-G015D	Profundo	696019	9853858	930	44	6	3	1	1	24	2
DOMO-G015S	Poco profundo	696020	9853857	930	20						
DOMO-G016D	Profundo	695144,13	9853025,09	713,78	20	-	-	1	2	-	-
DOMO-G016S	Poco profundo	695144,85	9853024,6	713,76	6						
DOMO-G017D	Profundo	695433,6	9854009,23	939,22	50	8	2	1	1	31	1
DOMO-G017S	Poco profundo	695433,75	9854008,02	939,17	28						

Drill Holes ID		Coordenadas (WGS-84)			Profundidad (m)	Ensayos In situ				Disturbed Samples	
		Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)		SPT Test N°	Vane Shear Test N.°	Packer Test (Lugeon)	Falling Head Test (LeFranc)	Disturbed (include SPT split spoon and core samples)	Shelby
DOMO-G018D	Profundo	694886,16	9854349,67	907,82	40	1	-	3	-	3	-
DOMO-G018S	Poco profundo	694885,2	9854349,72	907,8	18						
DOMO-G019D	Profundo	695138,05	9853798,25	837,59	45	5	-	-	1	10	-
DOMO-G020D	Profundo	695429,97	9853951,96	932,49	48	14	1	1	1	3	4
DOMO-G020S	Poco profundo	695428,93	9853952,42	932,46	28						
DOMO-G021D	Profundo	695998	9853641	911	40	4	1	1	1	9	4
DOMO-G021S	Poco profundo	695998	9853639	911	15						
DOMO-G022D	Profundo	694863,83	9853928,68	922,29	70	4	-	2	1	7	-
DOMO-G022S	Poco profundo	694863,83	9853928,68	922,29	20						
DOMO-G023D	Profundo	695525,84	9853984,37	922,22	56	5	-	2	2	10	2
DOMO-G023S	Poco profundo	695526,69	9853983,58	922,16	30						
DOMO-G024D	Profundo	695239	9854110	937	50	7	4	1	2	20	2
DOMO-G024S	Poco profundo	695234	9854112	940	26						
DOMO-G025D	Profundo	695139	9853799	842	30	3	1	1	2	9	1
DOMO-	Shallow	695139	9853797	842	14						

Fuente: Kohn Crippen Berger S.A. 2021
 Elaboración: Cardo Entrix, septiembre 2021

Página en blanco

Tabla 5-49 Ubicación de Calicatas

ID	Coordenadas (WGS-84)		Profundidad (m)
	Este (m)	Norte (m)	
TP20-01	695524	9854049	2
TP20-02	695592	9854042	2
TP20-03	695090	9854129	2
TP20-04	695235	9854080	2
TP20- 05	695373	9854033	2
TP20- 06	695003	9853896	2
TP20- 07	695161	9853788	2
TP20- 08	695481	9853451	2
TP20- 09	695362	9853366	1,2
TP20- 10	695444	9853282	2
TP20- 11	695560	9853314	2
TP20- 12	695988	9853698	2
TP20- 13	696002	9853475	2
TP20- 14	696151	9853319	2
TP20- 15	695163	9853024	1,8
TP20- 16	695193	9852811	2
TP20- 17	695413	9853504	2
TP20- 18	695085	9852453	2
TP20- 19	695409	9853240	2
TP20- 20	695377	9853229	2
TP20- 21	695093	9852916	1
TP20- 22	695021	9852666	2
TP20- 23	695058	9852696	1,2
TP21- 01	695092	9853952	1,5
TP21- 02	694912	9854169	1,5
TP21- 03	694813	9854335	1,5
TP21- 04	694959	9854368	1,5
TP21- 05	694881	9854346	1,5
TP21- 06	695001	9854084	1,5
TP21- 07	695487	9853912	1,5
TP21- 08	695424	9854012	1,5
TP21- 09	695138	9853798	1,5
TP21- 10	695567	9854028	1,5
TP21- C1	695509	9853875	1,5
TP21- C2	695516	9853886	1,5

ID	Coordenadas (WGS-84)		Profundidad (m)
	Este (m)	Norte (m)	
TP21- C3	695529	9853921	1,5
TP21- C4	695533	9853936	1,5
TP21- C5	695548	9853974	1,5

Fuente: Klohn Crippen Berger S.A. 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Tabla 5-50 Resumen del Programa de Campo

Unidad	Total
Investigaciones poco profundas	
Calicatas	38
Investigaciones profundas	
Perforaciones	25
SPT Manual	172
Análisis SPT	127
Prueba de cizalla de paletas eléctricas	50
Prueba de permeabilidad de Lugeon	42
Prueba de permeabilidad de LeFranc	59
SCPTu	11
Instrumentación	
Piezómetros profundos	25
Piezómetros poco profundos	21
Pruebas	
Desarrollo de pozos	46

Fuente: Klohn Crippen Berger S.A. 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Asimismo, se muestran las cantidades de ensayos de laboratorio realizadas durante las investigaciones geotécnicas:

- > Contenido de humedad %: 619 ensayos
- > % de finos (Pasante tamiz 200): 246 ensayos
- > Granulometría por tamizado e hidrómetro: 510 ensayos
- > Gravedad específica: 321 ensayos
- > Límites de Atterberg: 569 ensayos

En el Anexo C. Respaldo LB, C.1 Físico, C.1.5 Geotecnia, C.1.5.2 Resumen Ensayos de Laboratorio, se detallan los resultados en referencia.

El detalle del programa es parte del estudio de factibilidad, el cual proporciona:

- > Registros estratigráficos de calicatas
- > Registros estratigráficos de perforaciones y ensayos *in situ*

> Secciones geológicas

Los resultados de las investigaciones geotécnicas realizadas durante los trabajos de campo han permitido definir la geología superficial la cual fue descrita líneas anteriores.

Geología y Columna Estratigráfica

La unidad geológica principal en el sitio del Proyecto es la unidad Macuchi dentro del grupo Macuchi, que generalmente consiste en rocas basales volcánicas y volcanoclásticas, incluidas rocas lapilli, basalto, dacita, riolita, andesita y riodacita.

KCB llevó a cabo el mapeo geológico superficial en el área de estudio desde octubre de 2020 a junio de 2021. El objetivo fue mapear/identificar depósitos de suelo superficiales, contactos de rocas (si los hubiera) y describir la geomorfología del sitio.

Las actividades de mapeo se vieron limitadas por la accesibilidad debido a la seguridad, el terreno muy empinado y las áreas de propiedad local. Curimining S. A. proporcionó personal de apoyo para preparar senderos para travesías y desmontes manuales poco profundos para la descripción del suelo.

El mapeo y el mapa geológico se muestran en la siguiente figura:

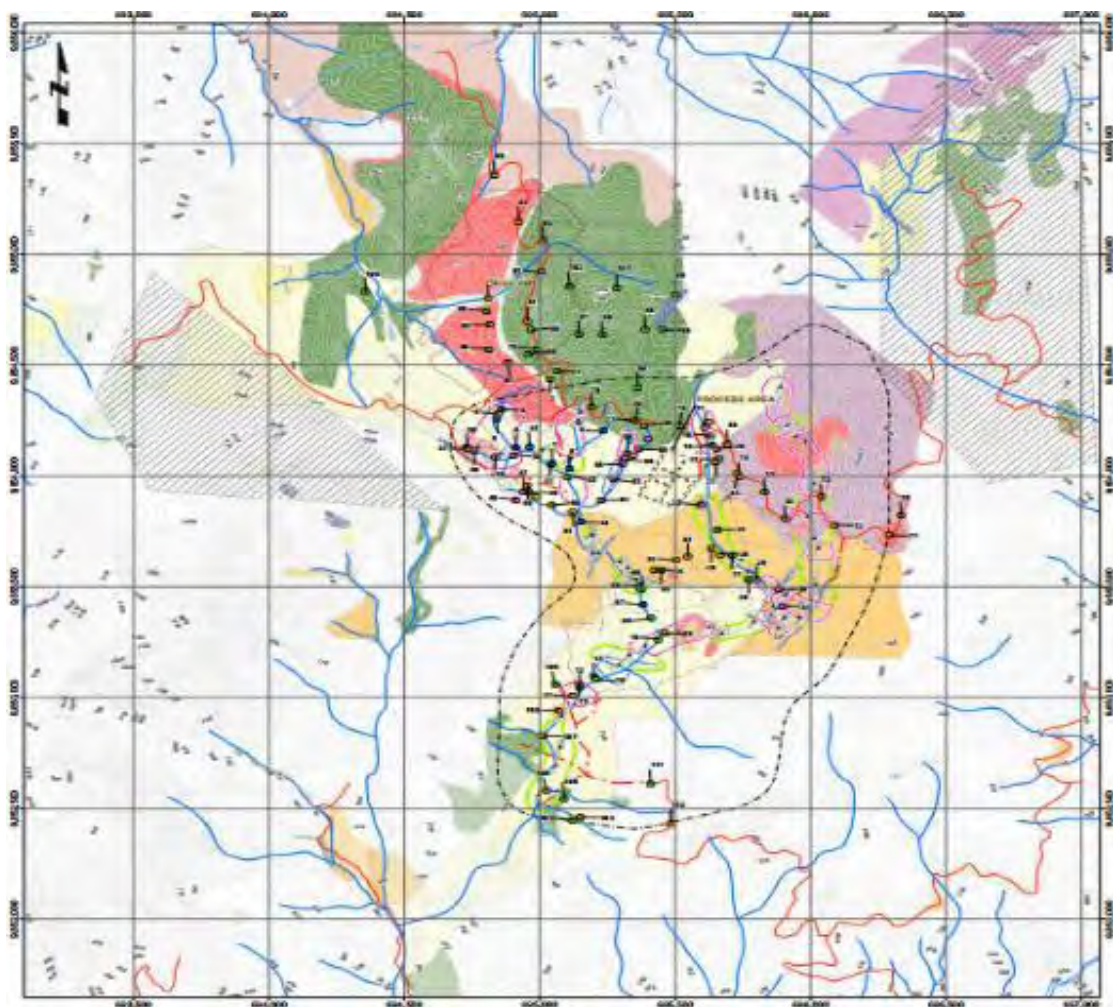


Figura 5-86 Mapa de Suelos




Fuente y Elaboración: Klohn Crippen Berger S.A. 2021



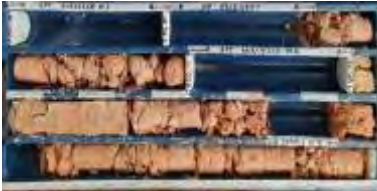



En general, las estructuras de manejo de residuos mineros (relavera y desmonteras) se cimientan sobre suelos residuales y saprolíticos provenientes de la meteorización del lecho de roca volcánica y volcanoclástica. El sitio tiene una vegetación medianamente densa con sistemas radiculares relativamente poco profundos (<0,3 m), hasta un metro de profundidad en algunos pozos de prueba. En general, los principales materiales de cimentación se describen de la siguiente manera, (Figura 5-86) desde la parte superior hacia el fondo:

- > Coluvión: Incluye saprolita transportada mezclada con cantos rodados de dacita.
- > Aluvión: Incluye grandes cantos rodados de dacita, arenas y gravas en el lecho del río, y casa de arenas, gravas y cantos rodados con soporte de matriz de grano fino debajo del coluvión.
- > Suelos residuales y saprolita:
 - Suelos residuales con espesores menores a 5 m.
 - Saprolita con espesores mayores a 2 m y hasta 35 m.
- > Zona de transición: de 2 a 20 de espesor.
- > Tipos de rocas: Dacita, riolita, toba, granulosa, basalto, andesita y toba lapilli.

La tabla siguiente muestra un resumen de las unidades de suelo y tipo de roca:

Tabla 5-51 Resumen Estratigráfico del Proyecto-Unidades de Suelos y Tipo de Roca

Unidad	Espesor Aproximado (m)	Tipo de Roca	Descripción	Fotografía
Topsoil	0.1 a 1.0	-	Orgánico y vegetación	
Colluvial	Distribuido irregularmente. Solo se ha detectado en el DOMO G-006 1,0 a 7,0 m	Grava con algo de arena de grano grueso GP-SM. Sin plasticidad; color marrón grisáceo claro. Cementación pobre. Presentan grandes bloques y dacitas redondeadas, riolitas y basaltos > 2-3 m.		
Suelo residual	0 a 3	DACITE	Limo arenoso con algo de arena granulada (fina a media), trazos de arena gruesa angular	
		DACITE-TUFF	Limo con trazos de arena de grano fino	

Unidad	Espesor Aproximado (m)	Tipo de Roca	Descripción	Fotografía
		RHYOLITE	Limo con algo de arena de grano fino a medio	
		GRAINSTONE	Limo con trazos de arena de grano fino	
Saprolite	2 a 35 m	DACITE	Limo arenoso con trazos de grava de grano fino.	
		DACITE -TUFF	Limo arenoso; fracción de arena de grano fino.	
		DACITE -FLOW	Limo con trazos de arena de grano medio.	
		RHYOLITE	Limo arenoso con trazos de grava de grano fino.	
		GRAINSTONE	Limo con un poco de arena de grano fino a medio.	

Fuente: Klohn Crippen Berger S.A. 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

En la tabla siguiente se resumen general con los resultados obtenidos en las investigaciones geotécnicas de campo:

Tabla 5-52 Resumen Estratigráfico del Proyecto

ID	#Test	Fecha	Intervalo del Test		Profundidad Media (m)	Longitud (m)	Inicio WL (m)	K (m/s)	Media RQD (%)	Litología
			Tope (m)	Fondo (m)						
DOMO-G001-D	1	06-12-2020	28.00	41.00	34.50	13.00	27.53	3.3E-06	20%	Dacita
DOMO-G001-D	2	06-12-2020	46.50	63.50	55.00	17.00	27.21	3.4E-07	53%	Dacita
DOMO-G001-D	3	09-12-2020	54.50	70.00	62.25	15.50	27.07	2.9E-07	87%	Dacita
DOMO-G001-S	1	16-12-2020	21.00	35.00	28.00	14.00	27.21	4.9E-07	21%	Dacita
DOMO-G002-D	1	18-12-2020	38.00	46.00	42.00	8.00	7.83	2.5E-07	87%	Dacita
DOMO-G003-D	1	19-01-2021	34.50	45.00	39.75	10.50	20.90	3.2E-07	47%	Riolita
DOMO-G003-D	2	20-01-2021	38.00	53.00	45.50	15.00	21.41	1.7E-06	39%	Riolita
DOMO-G004-D	2	18-02-2021	33.00	42.00	37.50	9.00	18.08	1.9E-07	94%	Riolita
DOMO-G005-D	1	16-02-2021	47.00	60.00	53.50	13.00	19.96	5.8E-08	70%	Dacita
DOMO-G006-D	1	21-02-2021	9.50	21.50	15.50	12.00	2.40	4.2E-07	72%	Transición Dacita
DOMO-G006-D	1	22-02-2021	22.50	31.50	27.00	9.00	3.30	1.9E-06	95%	Transición Dacita
DOMO-G007-D	1	28-02-2021	17.00	29.00	23.00	12.00	10.50	3.1E-07	54%	Transición Dacita
DOMO-G007-D	2	11-03-2021	29.00	41.00	35.00	12.00	15.00	4.6E-07	71%	Dacita
DOMO-G008-D	1	17-03-2021	23.00	32.18	27.59	9.18	19.28	1.4E-06	67%	Transición Dacita
DOMO-G009-D	1	16-03-2021	10.00	28.00	19.00	18.00	8.33	9.8E-06	77%	Dacita
DOMO-G010-D	1	31-03-2021	23.00	35.00	29.00	12.00	18.00	3.6E-07	57%	Riolita
DOMO-G010-D	2	01-04-2021	32.50	43.00	37.75	10.50	22.16	9.2E-07	59%	Riolita / Toba
DOMO-G011-D	1	29-03-2021	37.00	48.00	42.50	11.00	44.78	2.2E-06	37%	Toba / Dacita
DOMO-G013-D	1	21-04-2021	47.00	56.00	51.50	9.00	32.54	1.2E-06	97%	Grainstone/ Dacita Toba
DOMO-G014-D	1	21-04-2021	13.00	23.00	18.00	10.00	1.38	4.0E-07	37%	Toba
DOMO-G015-D	1	21-04-2021	31.00	44.00	37.50	13.00	15.50	2.9E-06	63%	Dacita
DOMO-G016-D	1	27-04-2021	11.00	20.00	15.50	9.00	1.47	2.6E-07	38%	Dacita / Riolita
DOMO-G017-D	1	29-04-2021	41.00	50.00	45.50	9.00	19.40	1.6E-07	97%	Dacita
DOMO-G018-D	1	29-04-2021	4.00	15.00	9.50	11.00	0.00	7.4E-07	74%	Grainstone
DOMO-G018-D	2	30-04-2021	11.00	18.60	14.80	7.60	0.00	1.9E-06	38%	Grainstone / Toba
DOMO-G018-D	3	01-05-2021	29.00	40.00	34.50	11.00	0.00	5.4E-08	88%	Toba ácida
DOMO-G020-D	1	19-05-2021	38.00	48.00	43.00	10.00	12.98	4.9E-06	64%	Toba ácida
DOMO-G021-D	1	20-05-2021	24.00	40.00	32.00	16.00	10.9	8.0E-07	66%	Riolita
DOMO-G022-D	1	28-05-2021	23.00	40.00	31.50	17.00	13.56	2.1E-07	35%	Lapilli

DOMO-G022-D	2	01-06-2021	47.00	70.30	55.15	23.30	20.49	6.5E-07	71%	Dacita
DOMO-G023-D	1	29-05-2021	34.00	44.00	39.00	10.00	26.64	8.2E-07	4%	Dacita
DOMO-G023-D	2	30-05-2021	48.00	56.00	52.00	8.00	27.58	1.3E-07	58%	Dacita
DOMO-G024-D	1	20-06-2021	40.00	50.00	45.00	10.00	20.14	2.3E-07	70%	Dacita
DOMO-G025-D	1	22-06-2021	15.00	30.00	22.50	15.00	7.90	1.4E-06	96%	Andesita

Fuente: Klohn Crippen Berger S.A. 2022

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2022 Geoquímica de Roca

Metodología

En 2019 se inició un programa de caracterización geoquímica para evaluar el potencial de drenaje ácido de roca y lixiviación de metales (ARD / ML) de rocas residuales y relaves metalúrgicos del depósito El Domo. El programa consistió en pruebas estáticas en 170 muestras de núcleos de perforación y pruebas cinéticas (celdas de humedad) en 18 muestras de núcleos de perforación representativas de los diversos tipos de rocas presentes en el tajo abierto propuesto de El Domo. Además, se realizaron pruebas estáticas en 3 muestras cada una de relaves más limpios y relaves más aproximados del programa de pruebas metalúrgicas de 2020. Todos los resultados son proporcionados en un informe de octubre de 2020 titulado "Caracterización geoquímica del Proyecto Curipamba – Final" (pHase,2020).

Los resultados del informe mencionado indicaron que el contenido total de azufre en el conjunto de muestras fue variable, oscilando entre menos del límite de detección (0,02%) a 22% y dependiendo en gran parte del tipo de roca. El potencial de neutralización fue generalmente bajo en todas las unidades de roca (valores medios <20 kg CaCO₃/t). Las muestras hidrotermales de brecha (BxH) y yeso (Gy) fueron clasificadas como potencialmente generadoras de ácido (PAG) y las muestras de andesita (AND) y toba riolítica (T-RHY) analizadas fueron clasificadas como no potencialmente generadoras de ácido (no-PAG). Las muestras de las otras unidades de roca tenían potencial mixto de ARD, con las muestras de dacita (DaBx), piedra de grano (grainstone) (GR) y sedimento (SED) en gran parte clasificadas como PAG (75% a 85% del conjunto de muestras), y las muestras de toba (T) y toba lapilli (LAP) clasificadas en gran parte como no PAG (95% de las muestras analizadas). Cantidades casi iguales de saprolito (S) y riolita (RHY) caracterizadas en el programa fueron clasificadas como PAG y no PAG. La mayoría de las muestras de basalto analizadas se clasificaron como no PAG (70% de las muestras).

Los ensayos de celdas de humedad en muestras de PAG sugieren que el inicio de condiciones ácidas en la roca PAG puede ser rápido, es decir, dentro de meses una vez expuesto a la oxidación. Se espera la lixiviación de metales en condiciones ácidas, especialmente para sulfato, aluminio, cadmio, cobre, hierro, plomo, manganeso, níquel, zinc y posiblemente arsénico, molibdeno y selenio.

Las concentraciones de término de origen de roca representan el estimado de agua de contacto que se acumulará en las piscinas de filtraciones para cada una de las tres instalaciones de almacenamiento de roca estéril al final de la vida útil de la mina.

Los términos de origen para todos los parámetros, con la excepción de las especies de nitrógeno, se desarrollaron sobre la base de dos componentes individuales, un término de origen de filtración y un término de origen de escorrentía superficial, que se combinaron para representar un término de origen químico del agua para el agua recolectada en la piscina de recolección de filtraciones para cada instalación. Los términos de origen no incluyen la consideración de la carga que puede reportarse a través de los desagües subterráneos, que se supone que es agua sin contacto.

Enfoque de escalamiento

La predicción de término de origen utiliza datos de celdas de humedad de laboratorio que fueron escalados a las condiciones de campo anticipadas en las instalaciones de roca estéril.

Los cálculos de la masa lixiviable inicial, o carga, asociada con el agua de contacto de rocas estériles para cada parámetro se calcularon según la siguiente ecuación:

$$M_{adj} = R \times k_{rm} \times k_{gs} \times k_t \times k_f$$

Dónde:

M_{adj} = la carga lixiviable ajustada (en mg/semana)

R = velocidad de liberación del elemento observado por los ensayos de celdas de humedad de laboratorio (en mg/kg/semana)

k_{rm} = masa de roca y mezclas de materiales reactivas (en kg)

k_{gs} = factor de ajuste para corregir los efectos del tamaño de grano (sin unidad)

k_t = factor de ajuste para corregir los efectos de temperatura (sin unidad)

k_f = factor de ajuste para corregir los efectos de la trayectoria de flujo o el nivel de lavado (sin unidad)

La masa lixiviable ajustada para cada parámetro se convirtió en concentraciones de la siguiente manera:

$$C_{adj} = (M_{adj} / Q)$$

Dónde:

C_{adj} = la concentración desequilibrada de campo ajustada (en mg/L)

M_{adj} = la masa/carga lixiviable ajustada (en mg/semana)

Q = flujos en contacto con roca lixiviable (en L/semana)

Los términos de origen individuales para la escorrentía y la filtración se combinaron en función de su proporción del flujo total según la siguiente ecuación:

$$C_{\text{Estanque de recolección}} = ((C_{\text{Filtración}} \times P_{\text{Filtración}}) + (C_{\text{Escorrentía}} \times P_{\text{Escorrentía}}))$$

Dónde:

$C_{\text{Estanque de recolección}}$ = la concentración desequilibrada del estanque de recolección de campo ajustada (en mg/L)

$C_{\text{Filtración}}$ = concentración desequilibrada de filtración de campo ajustada (en mg/L)

$P_{\text{Filtración}}$ = la proporción de flujo como filtración (en %)

$C_{\text{Escorrentía}}$ = la concentración desequilibrada de escorrentía del campo ajustada (en mg/L)

$P_{\text{Escorrentía}}$ = la proporción de flujo como escorrentía superficial (en %)

Las concentraciones no equilibradas escaladas se ajustaron para los límites de solubilidad mineralógica utilizando el software de equilibrio termodinámico Visual MINTEQ versión 3.1 (Gustafsson, 2019).

Tasas de liberación

Las tasas de liberación masiva (R) de cada elemento en unidades de mg/kg/semana se derivaron de los ensayos de celdas de humedad de laboratorio (HC) aplicados a los diversos tipos de rocas (pHase,2010).

Las predicciones para el término de origen de escorrentía se basaron en las tasas de liberación que representan la descarga inicial (primeros 10 ciclos) de los ensayos de HC y representan el lavado temporal (por ejemplo, estacional) de cargas solubles en la superficie de la pila de roca estéril.

Las predicciones para el término de origen de filtración se basaron en las tasas de liberación que representan condiciones de "estado estacionario" o estables en el trabajo de ensayo de HC (ciclos 11 a 40 o 60).

Se evaluaron dos escenarios; la química de lixiviados típica o esperada utilizó los valores del percentil 50 (o P50) y la química de lixiviados de límite superior utilizó los valores de percentil 95 (o P95) con valores de pH y alcalinidad representados por los valores del percentil 5 (P05) para este escenario.

Se observa que los tipos de roca saprolita PAG y sulfuro masivo vulcanogénico (VMS) PAG no tenían muestras representativas de HC en el conjunto de muestras. Por lo tanto, las tasas de liberación proyectadas para la saprolita PAG y VMS PAG se derivaron de la relación entre el pH y las tasas de liberación de las otras celdas de humedad. Sobre la base de las ecuaciones de línea de tendencia, las tasas de liberación correspondientes para la saprolita PAG se calcularon a un pH de 4.1, lo que representa el pH mínimo de enjuague en el conjunto de datos de saprolita de las extracciones de lixiviación del 'shake flask'. No hubo VMS caracterizado en el programa de ensayo estática. Sin embargo, se espera que la unidad VMS sea PAG debido al alto contenido de sulfuros. Usando las ecuaciones de línea de tendencia, las tasas de liberación correspondientes del VMS se calcularon a un pH de 2.3, el pH de lixiviados en el que los dos HC con el mayor contenido de sulfuro (HC 16 y HC 18) se establecieron en los ensayos de HC.

Para los tipos de rocas que tenían dos celdas de humedad en el programa de ensayo (es decir, saprolita no PAG, toba lapilli no PAG y brecha hidrotermal), el promedio de las estadísticas P50 y P95 de ambas celdas fueron combinadas para determinar las tasas de liberación de manera independiente.

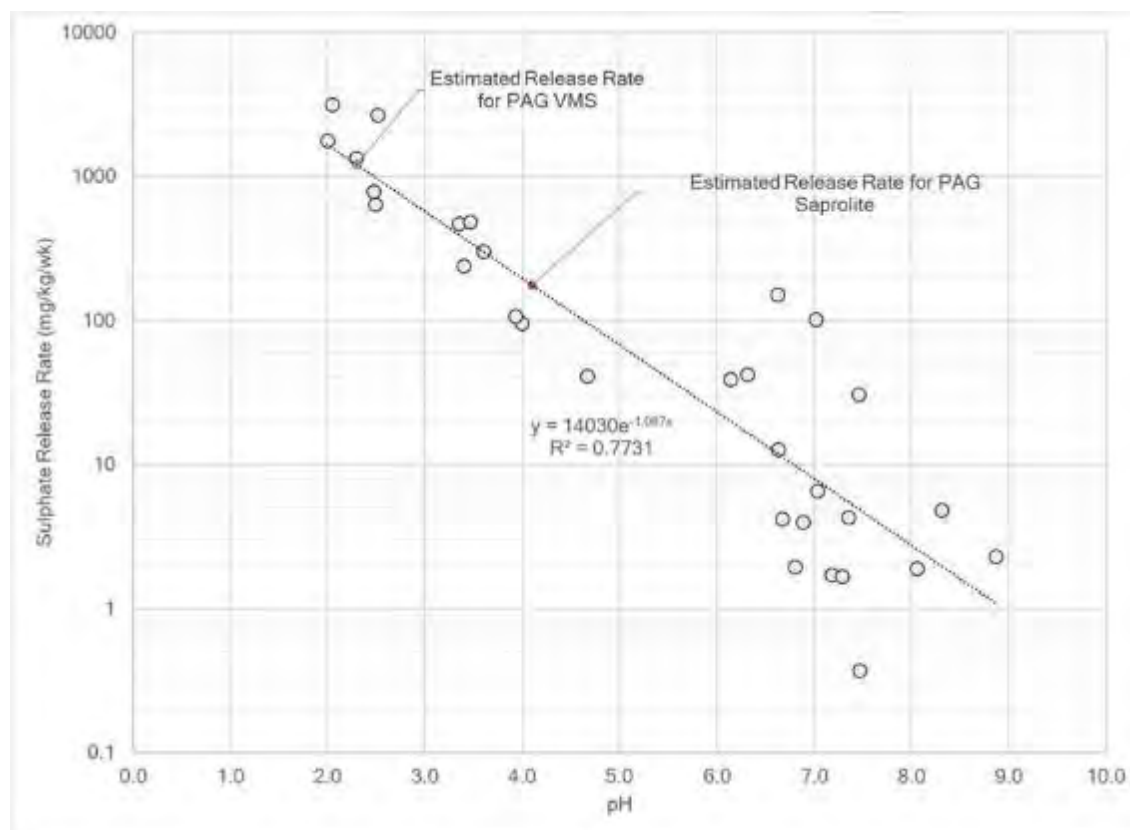


Figura 5-87 pH vs Tasa de Liberación de Sulfato

Fuente y Elaboración: pHase Geochemistry Inc. 2021

Conclusiones

- > Los resultados de la predicción indican que las áreas de almacenamiento generarán condiciones ácidas en el rango de pH 2 a 3 si el volumen total de cada una de estas instalaciones está disponible para la oxidación y refleja el potencial de neutralización limitado de la roca no PAG para proporcionar

cualquier alcalinidad significativa para amortiguar la acidez producida a partir de la roca PAG a pesar de que la volumetría es predominantemente no PAG. A estos bajos valores de pH, se predice que el agua de contacto tiene altas concentraciones de sulfato y metal para casi todos los parámetros, incluyendo aluminio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, plomo, manganeso, níquel y zinc.

- > En general, los resultados sugieren que la calidad de filtración asociada con el WRF2 es muy sensible a pequeños volúmenes de PAG. Esto sugiere que la gestión de residuos será importante, de modo que cualquier PAG que termine en WRF2 debe aislarse del oxígeno y colocarse profundamente en las primeras etapas de la construcción y no colocarse en las etapas exteriores y posteriores de la construcción más susceptibles a la oxidación.

5.1.11 **Edafología**

5.1.11.1 **Metodología**

Este componente se desarrolló en tres etapas: precampo, campo y postcampo, como se detalla en la Metodología de Estudios Edafológicos de SIGTIERRAS, 2015.

5.1.11.2 **Información Utilizada**

La información recopilada incluye temas: geología, geomorfología, topografía, ortofotos, imágenes satelitales, cobertura y uso del suelo. Se utilizará principalmente información de las siguientes fuentes:

- > Cartografía base (red hidrográfica y vial) IGM 1:5.000 o 1:50.000 actualizado 2017
- > Hojas topográficas Raster IGM1:50.000 actualizado 2015
- > Límites cantonales CONALI (Comité Nacional de Límites Internos) 1:5.000 o 1:50.000. actualizado año 2020.
- > Ortofotografías de 30 cm y modelo digital de terreno realizado por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) y Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS) en el 2015.
- > Mapas (uso y cobertura del suelo, geomorfología, geo pedología) escala 1: 25 000 realizado por el IEE y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP) en el 2015.
- > Mapa de Suelos del Ecuador (Mapa de Suelos en Sierra, Mapas Morfo-pedológicos en Costa; y Mapas Morfo-pedológicos en Amazonía) MAGAP-SIGAGRO-PRONAREG-ORSTOM 1: 50 000 (Sierra), 1: 200 000 (Costa), 1: 500 000 (Amazonía) 1980-1984.
- > Modelo digital del terreno-MDT- MAGAP-SIGTIERRAS-1 m en Sierra, 2 m en Costa y 3 m en Amazonía realizado en el 2015.

5.1.11.3 **Agrupación de Atributos en Función de la Localización de Calicatas**

Se analizó información de perfiles existentes cercanos a la red de muestreo de las áreas de estudio donde se focalizó el levantamiento de información que combina cada unidad geomorfológica (pendiente, roca, madre y clima) con la unidad de clasificación de suelos a nivel del subgrupo al que corresponde (Tabla 5-53). De acuerdo con el subgrupo taxonómico del suelo (USDA, 2014) se obtiene lo siguiente:

Tabla 5-53 Clasificación de Suelos a Nivel de Subgrupo en Base a Caracterización Geomorfológica

Geoforma	Pendiente	Rango-Pendiente	SGT_Clave
Barranco	Fuerte	> 40-70 %	Tierras misceláneas (tierras misceláneas)
Relieve volcánico montañoso	Media a fuerte	> 25-40 %	Typic Argiudolls (IHDT)

Geoforma	Pendiente	Rango-Pendiente	SGT_Clave
Vertiente heterogénea	Media a fuerte	> 25-40 %	Acrudoxic Hapludands (DHFk)
Relieve volcánico colinado alto	Media a fuerte	> 25 – 40 %	Typic Hapludands (DHFU)
Vertiente heterogénea	Media a fuerte	> 25 – 40 %	Typic Hapludands (DHFU)
Vertiente rectilínea	Media a fuerte	> 25 – 40 %	Acrudoxic Hapludands (DHFk)
Interfluvio de cimas estrechas	Media a fuerte	> 25-40 %	Acrudoxic Hapludands (DHFk)
Vertiente rectilínea	Fuerte	> 40-70 %	Typic Hapludands (DHFU)
Relieve montañoso	Muy fuerte	> 70-100 %	Typic Hapludands (DHFU)
Coluvio aluvial antiguo	Suave	> 5-12 %	Dystric Fluventic Eutrudepts (KGDO)
Relieve colinado muy alto	Fuerte	> 40-70 %	Typic Hapludands (DHFU)
Coluvión antiguo	Media	> 12-25 %	Typic Hapludolls (IHFR)

Fuente: Consocio Tracasa - Nipsa 2015
Elaboración: Cardno Entrix, marzo- junio 2021

En base a la Memoria Técnica del cantón Las Naves del Proyecto: “Levantamiento de Cartografía Temática Escala 1: 25 000, Lote 2” el Área Geográfica de presente estudio cuenta con la siguiente distribución a nivel de subgrupo:

Tabla 5-54 Tipos de Suelos a Nivel de Subgrupo en el Área Geográfica

Orden	Suborden	Subgrupo	Area_ha	Porcentaje
Andisols	Udands	Acrudoxic Hapludands	476,81	72,63
		Typic Hapludands	147,22	
Mollisols	Udolls	Pachic Argiudolls	97,89	21,62
		Typic Argiudolls	87,86	
Tierras misceláneas	Tierras misceláneas	Tierras misceláneas	49,41	5,75

Fuente: GAD- Las Naves- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Las Naves 2014-2019.
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

En base de las características del suelo (GAD Las Naves, 2014-2019), estos son suelos de textura media evolucionados de cenizas volcánicas. El clima es un factor fundamental en la evolución de los suelos originando andosoles saturados, son suelos de alta fertilidad ligeramente ácidos a neutros (Tabla 5-55).

Tabla 5-55 Matriz para la Descripción de Suelos

Matriz para Descripción de Suelos	ZONA ALTA El Triunfo, Naves Chico, Unión del Congreso, La Esperanza, Selva Alegre	ZONA DESCRIPCIÓN ZONA MEDIA Las Naves, Buenos Aires, Bella Vista, Jerusalén, El Triunfo, La Unión, Voluntad de Dios	ZONA BAJA Coop. Cumandá de Suquibí, San Pedro de Cumandá, Las Mercedes, Bosque de Oro Suquibí Viejo
Característica Clase textural	Suelos amarillos, francos, profundos, con menor cantidad de ácidos húmicos fúlvicos. Saturación de base 50 % Detención de agua APF3 de 50 a 100 %. Suelos coluviales con pendientes de 15 a 42 %, provocan que el suelo y el subsuelo tengan	Suelos francos o franco-arcillosos, profundos con ácidos húmicos fúlvicos, saturación de base menor al 80 %, retención de agua CPF3 80-100 %. Suelos coluviales con pendientes de 15 a 30 %, provocan que el suelo y el subsuelo tengan cierto grado	Suelo franco-arenoso, medianamente profundos 1-1,2 m con saturación de base > 80 % que cubren suelos rojizos arcillosos profundos. Suelos coluviales con pendientes de 5 a 15 %, provocan que el suelo y el subsuelo

Matriz para Descripción de Suelos	ZONA ALTA El Triunfo, Naves Chico, Unión del Congreso, La Esperanza, Selva Alegre	ZONA DESCRIPCIÓN ZONA MEDIA Las Naves, Buenos Aires, Bella Vista, Jerusalén, El Triunfo, La Unión, Voluntad de Dios	ZONA BAJA Coop. Cumandá de Suquibí, San Pedro de Cumandá, Las Mercedes, Bosque de Oro Suquibí Viejo
	cierto grado de inestabilidad y susceptible a erosión laminar y deslizamientos permanentes.	de inestabilidad y susceptibles a erosión laminar.	tengan cierto grado de inestabilidad y susceptible a la erosión.

Fuente: GAD-Las Naves-Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Las Naves 2014-2019
Elaboración: GAD LAS NAVES, 2014-2019

5.1.11.4 Puntos de Muestreo

Los puntos de muestreo fueron ubicados mediante el uso de GPS portátil configurado para obtener coordenadas WGS84 zona 17 Sur. Las coordenadas fueron modificadas (Tabla 5-56) debido a la variación en la señal satelital por factores como la nubosidad, existencia de abundante vegetación en el área, entre otras.

Tabla 5-56 Coordenadas Originales y Modificadas de las Calicatas Excavadas, Muestras Edafológicas Tomadas en cada Calicata

Fecha del Muestreo	Calicata	Coordenadas Originales (WGS84)		Coordenadas Modificadas (WGS84)		Código de la Muestra	Profundidad (cm)		Duplicados	Motivo del Cambio de Coordenada
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		Tope	Base		
14/4/2021	M1	695028,73	9855118,62	695029	9855118	M1-1	0	40		Precisión del GPS
						M1-2	40	100		
	M2	694625,24	9854893,73	694612	9854909	M2-1	0	20		Precisión del GPS
						M2-2	20	35		
					M2-3	30	100			
15/4/2021	M3	695182,09	9854797,80	695181	9854799	M3-1	0	45		Precisión del GPS
						M3-2	45	100		
	M4	694929,51	9854434,01	694925	9854434	M4-1	0	52		Precisión del GPS
						M4-2	52	73		
						M4-3	73	100		
	I5	695144,97	9854065,67	695142	9854068	I5-1	0	15		Precisión del GPS
						I5-2	15	40		
						I5-3	40	100		
	I6	695235,38	9853808,34	695231	9853807	I6-1	0	13		Precisión del GPS
						I6-2	13	35		
I6-3						35	100			
16/4/2021	I7	695506,62	9853978,73	695509	9853978	I7-1	0	20-30		Precisión del GPS
						I7-2	20-30	55		
						I7-3	55	100		
						I7-4	0	30		

Fecha del Muestreo	Calicata	Coordenadas Originales (WGS84)		Coordenadas Modificadas (WGS84)		Código de la Muestra	Profundidad (cm)		Duplicados	Motivo del Cambio de Coordenada
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		Tope	Base		
17/4/2021	I9	695708,30	9853846,59	695709	9853844	I9-1	0	10-15		Precisión del GPS
						I9-2	10-15	60		
						I9-3	60	100		
	I10	695997,01	9853929,96	695990	9853934	I10-1	0	54		Precisión del GPS
						I10-2	54	100		
	I11	695994,18	9853662,83	695992	9853658	I11-1	0	50		Precisión del GPS
						I11-2	50	80		
						I11-3	80	100		
	17/4/2021	I12	695785,34	9853379,63	695782	9853392	I12-1	0	13	
I12-2							13	60		
I12-3							60	100		
A13		694365,34	9854330,84	694368	9854340	A13-1	0	30		Precisión del GPS
						A13-2	60	90		
A14		694750,93	9854064,33	694747	9854068	A14-1	0	52		Precisión del GPS
						A14-2	52	120		
						A14-3	120	130		
I8		695367,09	9853474,51	695377	9853475	I8-1	0	35		Precisión del GPS
	I8-2					35	80			
18/4/2021	A12	693675,27	9854751,29	693676	9854751	A12-1	0	30		Precisión del GPS
						A12-2	30	100		
	A11	692989,34	9854396,75	692993	9854401	A11-1	0	20		Precisión del GPS
						A11-2	20	80		

Fecha del Muestreo	Calicata	Coordenadas Originales (WGS84)		Coordenadas Modificadas (WGS84)		Código de la Muestra	Profundidad (cm)		Duplicados	Motivo del Cambio de Coordenada
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		Topo	Base		
19/4/2021	B4	694500,26	9854645,47	694533	9854641	A11-3	80	100		Precisión del GPS La estación de muestreo original se encontraba sobre una ladera pronunciada
						B4-1	0	35		
						B4-2	35	70		
	B5	694637,84	9855566,21	694639	9855586	B4-3	70	100		
						B5-1	0	20		
						B5-2	20	60		
	B1	693272,60	9854793,64	693272	9854771	B5-3	20	60	Duplicado de B5-2	
						B1-1	0	15		
						B1-2	15	40		
20/4/2021	B6	695040,00	9855915,00	695021	9855914	B1-3	40	100		Precisión del GPS
						B6-1	0	15		
						B6-2	15	70		
						B6-3	70	100		
21/4/2021	F4	695489,26	9852190,93	695490	9852191	B6-4	15	70	Duplicado de B6-2	La estación de muestreo original se encontraba sobre una ladera pronunciada con vegetación bastante densa.
						F4-1	0	10		
						F4-2	10	55		Precisión del GPS

Fecha del Muestreo	Calicata	Coordenadas Originales (WGS84)		Coordenadas Modificadas (WGS84)		Código de la Muestra	Profundidad (cm)		Duplicados	Motivo del Cambio de Coordenada
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		Topo	Base		
						F4-3	55	100		
						F4-4	10	55	Duplicado de F4-2	
22/4/2021	F5	695418,23	9852823,64	695420	9852823	F5-1	0	15		Precisión del GPS
						F5-2	15	75		
						F5-3	75	100		
						F5-4	0	15	Duplicado F5-1	
	I14	695179,00	9852998,00	695186	9852950	I14-1	0	26		La estación de muestreo original se encontraba sobre un afloramiento rocoso.
						I14-2	26	60		
						I14-3	60	90		
	F6	695970,92	9853166,20	695978	9853165	F6-1	0	15		Precisión del GPS
						F6-2	15	100		
						F6-3	15	100	Duplicado de F6-2	
	I13	695575,03	9853099,72	695583	9853098	I13-1	0	20		La estación de muestreo original se encontraba en el terreno de Herederos Rochina a pocos metros del terreno de Manuel Maliza.
						I13-2	20	30		
I13-3						30	100			
I13-4						30	100	Duplicado de I13-3		
23/4/2021	B11	695994,00	9854476,00	695995	9854478	B11-1	0	15		

Fecha del Muestreo	Calicata	Coordenadas Originales (WGS84)		Coordenadas Modificadas (WGS84)		Código de la Muestra	Profundidad (cm)		Duplicados	Motivo del Cambio de Coordenada
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		Tope	Base		
24/4/2021	B8	694628,00	9856076,00	694625	9856072	B11-2	15	50		Precisión del GPS
						B11-3	50	100		
						B8-1	0	70		
	B3	694253,00	9854992,00	694233	9854988	B8-2	70	90		Precisión del GPS
						B8-3	0	70	Duplicado del B8-1	
						B3-1	0	35		
B7	695192,00	9855730,00	695191	9855727	B3-2	35	90		La estación de muestreo original se encontraba sobre vegetación muy densa.	
					B7-1	0	25			
					B7-2	25	60			
25/4/2021	A10	692271	9854329,94	692276	9854323	B7-3	60	100		Precisión del GPS
						A10-1	0	50		
	B10	696033,70	9855410,12	696031	9855419	A10-2	50	90		
						B10-1	0	19		
						B10-2	19	75		Precisión del GPS
						B10-3	75	94		

Fuente y Elaboración: Cinge Cía. Ltda., marzo-junio 2021

Página en blanco

5.1.11.5 Resultados

5.1.11.5.1 Resultados de Laboratorio Edafológicos

El análisis de los suelos desde el punto de vista edafológico se lo efectuó a partir del reconocimiento y descripción de 33 perfiles e interpretación de los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados en las muestras de suelo colectadas (96 muestras) en los diferentes horizontes durante los trabajos de campo realizados en las campañas de campo efectuadas en de abril del 2021 (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.7 Edafología, C.1.7.1 Resultados Laboratorio). El resumen de esto se indica en la siguiente tabla:

Tabla 5-57 Resumen de los Ensayos Edafológicos de Laboratorio

Calicata	Código de Muestra	Profundidad (cm)	pH	MO (%)	NH4 (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Porosidad	Textura
								(%)	
M1	M1-1	0-40	6,3	5,05	46	1	0,09	80,85	FCO,
	M1-2	40-100	6,3	3,53	30,1	1	0,02	85,15	FCO,AS,
M2	M2-1	0-20	6	5,98	48,8	1	0,14	78,32	FCO,
	M2-2	20-30	6,1	2,81	35,8	1	0,27	72,65	FCO,
	M2-3	30-100	6,2	0,17	14,2	1	0,36	57,66	FCO,
M3	M3-1	0-45	6	9,14	56,1	1	0,07	80,4	FCO,
	M3-2	45-100	6,2	4,43	37,3	1	0,02	85,53	FCO,AS,
M4	M4-1	0-52	6,2	4,4	32,9	1	0,08	81,3	FCO,AS,
	M4-2	52-73	6,3	4,09	57,5	1	0,09	81,94	FCO,AS,
	M4-3	73-100	6,6	1,86	35,8	1	0,4	83,83	FCO,AS,
I5	I5-1	0-15	6,2	9,84	93,6	1	0,4	77,45	FCO,
	I5-2	15-40	6,2	5,55	219,4	1	0,29	78,13	FCO
	I5-3	40-100	6,3	1,82	90,8	1	0,23	75,67	FCO
I6	I6-1	0-13	5,7	13,15	150	1	0,19	80,17	FCO,
	I6-2	13-35	6,1	6,59	99,4	1	0,07	78,7	FCO,
	I6-3	35-100	6,3	4,11	82,1	1	0,11	76,84	FCO,
I7	I7-1	0-20	5,9	11,01	105,2	1	0,09	81,94	FCO,ARC,
	I7-2	20-30	6,3	4,64	82,1	1	0,05	81,11	FCO,
	I7-3	55-100	6,1	3,15	69,1	1	0,06	82,25	FCO,AS,
	I7-4	0-30 *	6	11,27	111	1	0,11	82,47	FCO,
I9	I9-1	0-10	5,8	13,51	90,8	1	0,12	78,77	FCO,
	I9-2	oct-15	6,2	6,13	37,3	1	0,03	79,98	FCO,
	I9-3	60-100	6,5	3,33	30,1	1	0,02	78,51	FCO,
I10	I10-1	0-45	6,3	3,91	28,6	1	0,4	78,09	FCO,
	I10-2	54-100	6,2	0,79	31,5	1	0,61	72,65	FCO,
I11	I11-1	0-50	6,4	1,88	25,7	1	0,02	64,19	ARC,

Calicata	Código de Muestra	Profundidad (cm)	pH	MO (%)	NH4 (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Porosidad	Textura
								(%)	
	I11-2	50-80	6,6	0,08	21,4	1	0,03	51,46	FCO,ARC,LI,
	I11-3	80-100	6,3	0,13	21,4	1	0,06	61,4	FCO,LI,
I12	I12-1	0-13	5,8	7,75	92,2	1	0,82	75,26	ARC,
	I12-2	13-60	6,3	3,17	35,8	1	0,33	74,88	FCO,AR,
	I12-3	60-100	6,5	0,45	19,9	1	0,55	63,7	FCO,ARC,
A13	A13-1	0-60	6,3	2,55	63,9	1,4	0,53	56,9	FCO,ARC
	A13-2	60-100	5,9	7,11	41,7	0,9	0,06	78,73	FCO
A14	A14-1	0-52	6,4	4,17	28,4	1,4	1,07	79,34	FCO,ARC,
	A14-2	52-120	6,3	3,45	25,4	2,1	0,22	78,62	FCO,
	A14-3	120-130	6,3	2,1	16,6	2,3	0,39	78,05	FCO,
I8	I8-1	0-35	6,2	0,12	53,2	1	0,29	67,82	FCO,ARC,
	I8-2	35-80	6,2	0,36	18,5	1	0,39	70,39	FCO,ARC,
A12	A12-1	30	6,2	8,24	58	3,1	0,17	92,98	FCO,ARC,
	A12-2	30-100	6,6	3,5	24	1,4	0,2	93,83	FCO-FCO,LI
A11	A11-1	0-20	6,1	9,11	37,3	2,1	0,22	89	FCO,
	A11-2	20-80	6,4	4,48	31,4	9	0,11	90,31	FCO,AS,
	A11-3	80-100	6,2	3,57	24	1	0,16	92,12	FCO,AS,
B4	B4-1	0-35	6	10,79	71,3	1,4	0,2	80,02	FCO,ARC
	B4-2	35-70	6,4	4,61	21	1,3	0,05	78,05	FCO,
	B4-3	70-100	6,7	1,19	16,6	0,6	0,06	69,21	FCO,
B5	B5-1	0-20	6,4	5,1	34,3	2	0,42	78,28	FCO,ARC
	B5-2	20-60	6,4	2	26,9	1,3	0,5	79,07	FCO,
	B5-3	20-60*	6,2	2,94	26,9	1,8	0,49	79,64	FCO,
B1	B1-1	0-15	5,9	9,68	58	1,9	0,36	75,82	FCO,ARC,
	B1-2	15-40	6,1	2,7	18	0,6	0,36	71,03	FCO,ARC,
	B1-3	40-100	6,3	0,42	4,7	0,6	0,06	118,66	FCO,ARC,
B1	F1-1	0-80	6,5	1,8	59	14	0,33	52,97	FCO,ARC,
	F1-2	0-80*	6,3	2,04	63,3	14	0,38	53,12	FCO,ARC,
B6	B6-1	0-15	5,8	8,56	46,2	1	0,36	80,55	FCO,
	B6-2	15-70	6,1	2,79	24	0,5	0,37	76,62	FCO,
	B6-3	70-100	6,3	0,07	7,7	0,5	0,14	52,41	FCO,
	B6-4	15-70*	6,3	2,55	25,4	3,4	0,44	71,48	FCO,
F4	F4-1	0-10	6,5	7,24	82,1	5,6	0,63	75,56	FCO , ARC,

Calicata	Código de Muestra	Profundidad (cm)	pH	MO (%)	NH4 (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Porosidad	Textura
								(%)	
	F4-2	oct-55	6,4	0,57	35,8	1	0,52	65,78	FCO,
	F4-3	55-100	6,3	1,18	41,6	1	0,21	64,68	FCO,ARC,
	F4-4	10-55*	6,6	0,34	18,5	1	0,49	61,36	FCO,ARC,
F5	F5-1	0-15	6,4	3,05	59	1	0,1	79,3	FCO,
	F5-2	15-75	6,4	4,14	61,8	1	0,08	80,81	FCO,
	F5-3	75-100	6,4	2,44	66,2	1	0,19	85,46	FCO, AS,
	F5-4	0-15*	6,5	4,09	54,6	1	0,09	78,2	FCO,
I14	I14-1	0-26	5,9	9,22	50,3	1	0,11	79,98	FCO,ARC,
	I14-2	26-60	6,2	6,82	57,5	1	0,04	80,17	FCO,
	I14-3	60-100	6,3	3,33	34,4	1	0,02	78,7	FCO,
F6	F6-1	0-15	6,2	12,94	83,5	1	0,38	80,28	FCO,ARC,
	F6-2	15-100	6,5	5,09	64,7	1	0,04	79,15	FCO,
	F6-3	15-100*	6,4	4,57	60,4	1	0,04	75,22	FCO,
I13	I13-1	0-20	6,1	13,02	50,3	1	0,44	78,54	FCO,ARC
	I13-2	20-30	6,2	6,22	56,1	1	0,1	81,94	FCO,
	I13-3	30-100	6,4	2,14	32,9	1	0,03	86,89	FCO,AS,- ARE, FCA,
	I13-4	30-100*	6,3	1,86	24,3	1	0,03	87,72	ARE,FCA,
B11	B11-1	0-15	5,9	15,2	132,7	1	0,16	82,02	FCO,
	B11-2	15-50	6,3	6,22	73,4	1	0,06	51,95	FCO,
	B11-3	50-100	6,5	5,02	63,3	1	0,02	81,53	FCO,- FCO,AS,
B8	B8-1	0-70	6,4	4,1	21	0,4	0,03	77,49	FCO,AS,
	B8-2	70-90	6,5	2,99	24	0,4	0,07	87,57	FCO,AS,
	B8-3	0-70*	6,3	4,77	15,1	0,3	0,04	86,37	FCO,AS,
B3	B3-1	0-35	6,2	7,38	40,2	0,6	0,1	78,73	FCO,
	B3-2	35-90	6,4	5,13	26,9	1,1	0,09	77,15	FCO,
B7	B7-1	0-25	6	12,54	90,5	0,5	0,13	77,9	FCO,
	B7-2	25-60	6,5	5,34	28,4	0,5	0,04	77,79	FCO,
	B7-3	60-100	6,5	2,35	16,6	0,4	0,04	80,13	FCO,AS,
A10	A10-1	0-50	6	7,75	55	1,2	0,23	73,97	FCO,
	A10-2	50-90	6,4	2,61	19,5	2,6	0,37	80,09	FCO,
B10	B10-1	0-19	6	11,32	41,7	1,4	0,12	88,98	FCO,
	B10-2	19-75	6,5	5,11	29,9	0,2	0,08	90,87	FCO,- FCO,AS,

Calicata	Código de Muestra	Profundidad (cm)	pH	MO (%)	NH ₄ (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Porosidad	Textura
								(%)	
	B10-3	75-94	6,6	4,34	21	1	0,24	93,08	FCO,AS,

Fco= Franco; As= Arenoso; Arc= Arcilloso, Li= Limoso; Are = Arena; Fca = Franca; * Muestra duplicada

Fuente: Resultados de Laboratorio Agrobiolab, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.1.11.5.2 Resultados Clasificación a Nivel de Subgrupo

Se clasificó el suelo de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 5-58 Clasificación Suelos a Nivel Subgrupo Área de Estudio

Calicata	Familia	Subgrupo	SGT Clave	USDA, 2014	Características
A10	Francosa gruesa	TYPIC	DHFU	TYPIC HAPLUDANDS	Otros Hapludands. Exceso de cobre (Cu) y Hierro (Fe).
A11	Francosa-gruesa	TYPIC	DHFU	TYPIC HAPLUDANDS	Otros Hapludands
A12	Franco-fina	ALFIC	DHFT	ALFIC HAPLUDANDS	Horizonte argílico (acumulación de arcilla aluvial) dentro de los 125 cm de suelo mineral. Exceso de cobre y hierro (Fe).
A13	Esquelética-media	LITHIC	DHFA	LITHIC HAPLUDANDS	Contacto lítico a menos de 50 cm.
A14	Francosa-fina	TYPIC	DHFU	TYPIC HAPLUDANDS	Exceso de hierro (Fe).
B1	Francosa gruesa	TYPIC	DHFU	TYPIC HAPLUDANDS	Otros Hapludands. Exceso de hierro (Fe).
B3	Francosa gruesa	TYPIC	IHDU	TYPIC HAPLUDANDS	Otros Hapludands. Exceso de hierro (Fe).
B4	Francosa gruesa	TYPIC	DHFU	TYPIC HAPLUDANDS	Horizonte argílico (acumulación de arcilla aluvial) dentro de los 125 cm de suelo mineral. Exceso de hierro (Fe).
B5	Francosa gruesa	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Bajo cice, exceso de hierro (fe) en horizontes B5-2 y B5-3.
B6	Francosa fina	TIERRAS MISCELÁNEAS:	NO APLICA	TIERRAS MISCELÁNEAS	Bajo cice, exceso de hierro (Fe).
B7	Francosa gruesa	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Bajo cice. Exceso de hierro (Fe).
B8	Francosa gruesa	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Bajo cice, exceso de hierro (Fe).
B10	Francosa fina	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Suma de bases intercambiables menor a 2,00 meq/100 gramos o 2,00 cmol/kg en B10-2. Exceso de Fe.

Calicata	Familia	Subgrupo	SGT Clave	USDA, 2014	Características
B11	Francosa gruesa	TYPIC	DHFU	TYPIC HAPLUDANDS	Otros Hapludands. Exceso de hierro (Fe) y zinc (Zn)
F4	Arcillosa	PACHIC	IHDK	PACHIC ARGIUDOLLS	Horizonte argílico (acumulación de arcillas aluviales), saturación de bases mayor al 50 %.
F5	Francosa Fina	TYPIC	IHDU	TYPIC ARGIUDOLLS	Otros argiudolls. Exceso de hierro (Fe).
F6	Arcillosa	TYPIC	IHDU	TYPIC ARGIUDOLLS	Otros argiudolls, alto en materia orgánica, exceso de nh4, hierro (Fe) y cobre (Cu).
I10	Francosa-Gruesa	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Baja cice, exceso de hierro (Fe).
I11	Francosa-Gruesa	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Medio cice, exceso de hierro (Fe).
I12	Francosa-Fina	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Baja cice, exceso de hierro (Fe).
I13	Francosa Fina	TYPIC	IHDU	TYPIC ARGIUDOLLS	Otros Argiudolls, alto en materia orgánica, exceso en calcio, hierro (Fe) y zinc (Zn).
I14	Francosa Fina	TYPIC	IHDU	TYPIC ARGIUDOLLS	Otros argiudolls. Alto en materia orgánica, exceso de cobre (Cu),
I5	Francosa-Gruesa	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Baja cice, exceso de hierro (Fe).
I6	Francosa-Gruesa	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Baja cice, exceso de hierro (Fe).
I7	Francosa-Gruesa	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Baja cice, exceso de hierro (Fe).
I8	Francosa-Fina	TIERRAS MISCELÁNEAS	NO APLICA	TIERRAS MISCELÁNEAS	Tierras misceláneas
I9	Francosa-Gruesa	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Baja cice, exceso de hierro (Fe).
M1	Francosa-Gruesa	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Baja cice, exceso de hierro (Fe).
M2	Francosa-Gruesa	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Baja cice, exceso de hierro (Fe).
M3	Francosa-Fina	ACRUDOXIC	DHFK	ACRUDOXIC HAPLUDANDS	Baja cice, exceso de hierro (Fe).
M4	Francosa-Gruesa	LITHIC	DHFA	LITHIC HAPLUDANDS	Baja cice, exceso de hierro (Fe).

Fuente y Elaboración: Cinge Cía. Ltda., marzo-junio 2021

El tipo dominante con respecto a las características edafológicas de los suelos en el área geográfica es el Acrudoxic Hapludans representado por un 55,50. Esta unidad se encuentra dentro del orden Andisol, se caracteriza por incluir a perfiles de texturas francosas-gruesas finas, los resultados de laboratorio para

estos suelos indican: bajo y media CICE, exceso de Hierro en uno o más horizontes, tienen una suma de bases extractables (por NH_4OAc) más Al^{3+} extractable con KCl 1N totalizando menos de 2,0 cmol (+)/kg en la fracción de tierra fina en uno o más horizontes con un espesor total de 30 cm o más, a una profundidad entre 25 y 100 cm “a partir de la superficie del suelo mineral o de la parte superior de una capa orgánica con propiedades ándicas de suelo ” (USDA, 2014). Estos suelos están desarrollados en la formación Macuchi. En la formación Macuchi el tipo de roca es: areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos subporfíricos, lavas en almohadillas, andesitas y dacitas. . La unidad morfológica es vertiente heterogénea y relieve montañoso. La pendiente es media a fuerte (> 25-40 %).

Le sigue la clasificación Typic Hapludans representada por un 17,13 %, se encuentra dentro del orden Andisol, clasificado según USDA D. d., (2014) en “Otros Hapludands”. Se caracteriza por incluir perfiles de texturas francosas-gruesas. Estos suelos están desarrollados sobre la formación Macuchi (a reniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos subporfíricos, lavas en almohadillas, dentro de las geoformas denominadas relieves montañosos con vertientes cóncavas, vertiente rectilínea con fuerte disección e interfluvio de cimas redondeadas, en pendientes medias a fuertes (> 25-40 %), fuertes (> 40-70 %) y muy fuertes (> 70-100 %). Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácidos con niveles altos de materia orgánica. Presentan exceso de hierro (Fe), cobre (Cu) y/o zinc (Zn).

Typic Argiudolls representado por el 10,23 % del total de perfiles, clasificado dentro de los Mollisoles, relacionado a suelos que tienen un horizonte superficial color oscuro y son ricos en bases. Incluye a perfiles de texturas arcillosas y francosa-fina, desarrollados sobre las rocas volcánicas, en tipo de roca tobas y flujos de lava, unidad morfológica: relieve volcánico montañoso, volcánico colinado medio y muy alto pendiente media a fuerte (>25 - 40%). El análisis de laboratorio presenta saturación de bases mayor al 50 % y horizonte argílico (acumulación de arcilla aluvial). Alto en materia orgánica, exceso de cobre (Cu), NH_4 , de calcio, hierro (Fe) y zinc (Zn).

Pachic Argiudolls representado por el 11,39 % del total de perfiles, ubicado dentro de los Mollisoles, relacionado con suelos con texturas arcillosas, está clasificado dentro de “Otros Argiudolls que tienen un epipedón mólico y una textura más fina que la arena francosa fina, ya sea: 40 cm o más de espesor en un régimen de temperatura frígido; o 50 cm o más de espesor” (USDA, 2014). Están desarrollados en tipo de roca tobas y flujos de lava, unidad morfológica: relieve volcánico montañoso, pendiente media a fuerte (>25-40 %). El análisis de laboratorio presenta saturación de bases mayor al 50 % y horizonte argílico (acumulación de arcilla aluvial).

Pachic Hapludolls, se ubica dentro de los Mollisoles relacionado a suelos con textura arcillosa y francosa gruesa clasificado dentro de “Otros Hapludolls que tienen un epipedón mólico con una clase de textura más fina que la arena francosa fina, tiene ya sea 40 cm o más de espesor en un régimen de temperatura frígido o 50 cm o más de espesor” (USDA, 2014). Se encuentran dentro de los depósitos coluviales. Provenientes de material suelto y heterogéneo del suelo y clastos de roca de diferente tamaño y la pendiente es media: (>12-25 %). Los análisis de laboratorio determinan saturación de bases mayor a 50 % y exceso de Ca, en los perfiles A1 y A2.

Dystric Fluventic Eutrudepst clasificado dentro de los Entisoles, ya que tienen escasa o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogénicos. “Otros Eutrudepts que no tienen carbonatos libres a través de cualquier horizonte dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral y tienen todas las siguientes características: una pendiente menor que 25 %, un espesor total de menos de 50 cm de material transportado por el hombre en los horizontes superficiales y a una profundidad de 125 cm abajo de la superficie del suelo mineral, un contenido de carbono orgánico (período Holoceno) de 0,2 % o más y no tienen un contacto dénsico, lítico o paralítico dentro de esa profundidad o una disminución irregular en el contenido de carbono orgánico (período Holoceno), entre una profundidad de 25 cm y ya sea una profundidad de 125 cm abajo de la superficie de un suelo mineral o a un contacto dénsico, lítico o paralítico,

cualquiera que sea menos profundo” (USDA, 2014). Estos suelos están sobre depósitos coluvio aluviales, provenientes de clastos subredondeados a subangulares, asociados a material limoso y arenoso. Unidad ambiental: vertientes externas de la cordillera occidental. Pendiente suave: (>5-12 %). Los resultados de laboratorio determinan contenido de materia orgánica media a baja, ligeramente ácido, CICE media a baja, exceso de cobre (Cu) y hierro (Fe) en el primer horizonte del perfil A5.

Tierras Misceláneas son zonas localizadas en eriales y geoformas excluidas como en valles en V y barrancos (Sigtierras, 2015) y representan el 5,75 % del área geográfica.

5.1.12 Calidad del Suelo

El suelo es un cuerpo natural complejo, cuya caracterización e interpretación requiere de conocimientos y experiencias en campos diferentes en esta ciencia, por tal motivo, el análisis de este componente de la línea base se lo efectuó tomando en consideración tres puntos de vista:

- > Identificar sus características físicas y mecánicas.
- > Determinación de las características edafológicas, la taxonomía de las poblaciones de los suelos, su morfología, las características químicas y fisiográficas,
- > Demarcación y su distribución geográfica, a partir de las cuales se determinó la capacidad de uso.

5.1.12.1 Metodología

Se realizó la revisión y validación de información secundaria e insumos mediante el análisis de clima, fisiografía, geomorfología (clasificación de las formas del terreno de acuerdo a su génesis u origen), geología, característica externa de la vegetación o cultivo, abundancia, localidad, material madre, cuerpo hídrico, erosión y pedregosidad superficial. Este análisis se complementó con: ortofotos, hojas topográficas, cartografía base, modelos digitales del terreno.

La información cartográfica ayudó a la caracterización de los suelos desde el enfoque geopedológico, todos los aspectos analizados con el paisaje contribuyen a entender la dinámica de los suelos y la interacción entre los diferentes factores de formación de estos.

La metodología para la caracterización de la calidad del suelo se basó en lo establecido en el artículo 4.5 Muestreo y análisis de suelos de la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A, que menciona lo siguiente:

Se tomará una muestra compuesta por cada 100 ha, formada por 15 a 20 submuestras georreferenciadas, cada una con un peso no inferior a 0,5 kg tomadas a una profundidad entre 0 y 30 cm. Las submuestras serán mezcladas y homogenizadas para obtener una muestra compuesta representativa del suelo, de la cual se tomará un peso de entre 0,5 y 1,0 kg que servirá para realizar los análisis requeridos. La localización de algunas muestras compuestas se consideró en sitios donde se permitía el acceso por parte del propietario.

5.1.12.2 Puntos de Muestreo

En abril de 2021 se ejecutó el muestreo de calidad del suelo en 15 puntos predefinidos; el procedimiento se realizó de 0 a 30 cm de profundidad, con una cantidad de suelo de entre 0,7 a 1 kg.

Los puntos de muestreo fueron ubicados mediante el uso de GPS portátil configurado para obtener coordenadas WGS84 zona 17 Sur. Las coordenadas fueron modificadas debido a la variación en la señal satelital por factores como la nubosidad, existencia de abundante vegetación en el área, entre otras.

Algunos puntos coincidieron con los puntos de muestreo de edafología donde se aprovechó la calicata para tomar las muestras, cuando no coincidieron se realizó la toma de la muestra con el barreno.

El procedimiento realizado para la toma de la muestra compuesta fue el siguiente:

- > División del área en cuadrantes.
- > Determinación del número de submuestras a tomar.
- > Limpieza del sitio de toma de muestra (retiro de hojas, ramas, raíces, etc.).
- > Excavación de los primeros 30 cm de profundidad.
- > Toma del número de submuestras definido.
- > Cuarteo de las muestras (consiste en reducir las muestras de suelo a cantidades menores viendo que estas sean representativas y lo más homogéneas posible).
- > Mezcla de todas las submuestras para formar una muestra compuesta de 1 kg aproximadamente.

Las muestras recolectadas fueron debidamente identificadas y preservadas (empaquetadas y etiquetadas), para posteriormente ser remitidas mediante una cadena de custodia (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.6 Calidad de Suelo, C.1.6.1. Cadena de custodia) al laboratorio Gruentec Environmental Services (GES), acreditado por el SAE con Acreditación No. SAE LEN 05-008 (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.6 Calidad de Suelo, C.1.6.2. Acreditación Gruentec), cabe mencionar que los técnicos estaban capacitados para la toma de las muestras (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.6 Calidad de Suelo, C.1.6.3. Certificados técnicos), para su análisis y posterior comparación con la Tabla 1. Criterios de Calidad del Suelo del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A, cabe mencionar, que solo se realizaron el análisis de los parámetros que tienen relación con la actividad minera.

Cabe mencionar que Gruentec Cía. Ltda. ha mantenido una reunión con el Director de Acreditación en laboratorios del SAE, en la cual ha recibido acogida inmediata de la petición de cambio de unidades en el alcance de acreditación, ya que desde el punto de vista técnico no existen diferencias entre las unidades acreditadas y normadas; por ejemplo, en los parámetros de metales en aguas y suelo, corresponden a mg/L y mg/kg respectivamente, mientras que las unidades con las que cuenta Gruentec Cía. Ltda. en la acreditación corresponden a µg/L y µg/g para aguas y suelo respectivamente, es decir, las unidades son equivalentes, se encuentran dentro del sistema internacional y, en consecuencia, no tienen un desvío entre ellas por ser submúltiplos de los valores solicitados. Además, en el caso de los suelos, las unidades son incluso equivalentes ($1 \mu\text{g/g} = 1 \text{mg/kg}$).

La ubicación de los sitios de los puntos de muestreo se realizó mediante la utilización de un receptor GPS. En la Tabla 5-59 se presentan los puntos de muestreo de suelo tomados.

Tabla 5-59 Ubicación de los Puntos de Muestreo de Suelos

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 17 S		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo	Método de Recolección
		Este (m)	Norte (m)			
1	CS-01	694452	9856063	20/04/2021	Área abierta y pastizal	Muestreo compuesto
2	CS-02	695021	9855914	20/04/2021	Área con vegetación abundante	Muestreo compuesto
3	CS-03	696279	9855799	23/04/2021	Área destinada para porteros, los remanentes de bosque maduro se encuentran en las laderas cercanas de difícil acceso	Muestreo compuesto
4	CS-04	696031	9855419	25/04/2021	Área con vegetación abundante	Muestreo compuesto
5	CS-05	695029	9855118	14/04/2021	Área con pendiente y abundante vegetación	Muestreo compuesto
6	CS-06	694612	9854909	14/04/2021	Área con vegetación abundante	Muestreo compuesto
7	CS-07	693272	9854771	19/04/2021	Área con árboles y vegetación abundante	Muestreo compuesto
8	CS-08	692993	9854401	18/04/2021	Área con mayor presencia de pastizales	Muestreo compuesto
9	CS-09	694368	9854340	17/04/2021	Área con mayor presencia de pastizales	Muestreo compuesto
10	CS-10	695142	9854068	15/04/2021	Área con mayor presencia de pastizales	Muestreo compuesto
11	CS-11	695990	9853934	16/04/2021	Área con presencia de platanales	Muestreo compuesto
12	CS-12	695782	9853392	17/04/2021	Área con mayor presencia de árboles y pastizales	Muestreo compuesto
13	CS-13	695420	9852823	24/04/2021	Área con vegetación abundante	Muestreo compuesto
14	CS-14	694244	9853286	24/04/2021	Área abierta y pastizal	Muestreo compuesto

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 17 S		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo	Método de Recolección
		Este (m)	Norte (m)			
15	CS-15	693467	9853502	24/04/2021	Pastizal con terrenos aledaños para producción ganadera	Muestreo compuesto

Fuente: Gruntec, resultados de laboratorio 2021
 Elaboración: Cadmo Entrix, agosto 2021

Las coordenadas de ubicación de las submuestras tomadas para cada punto de muestreo compuesto mencionado anteriormente se observan en el Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.6 Calidad de Suelo, C.1.6.4. Ubicación Submuestras.

En la siguiente tabla se detallan los resultados de los puntos de muestreo (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.6 Calidad de Suelo, C.1.6.5. Resultados Laboratorio).

Tabla 5-60 Resultados del Muestreo de Calidad de Suelo

Parámetro	Unidad	Criterios de Calidad del Suelo Anexo 2 Tabla 1 AM 097-A	Resultado del Muestreo														
			CS-1	CS-2	CS-3	CS-4	CS-5	CS-6	CS-7	CS-8	CS-9	CS-10	CS-11	CS-12	CS-13	CS-14	CS-15
pH	-	6 a 8	7,1	6,4	5,8	5,9	6,4	6,4	6,5	6,4	6,7	6,6	6,8	6,3	6,1	6,3	5,4
Conductividad	uS/m	200	50	12	13	22	15	10	13	17	44	19	24	53	50	21	30
Arsénico	mg/kg	12	4,3	3,6	3,1	3,6	1,9	2,8	3,5	1,6	1,2	2,2	1,7	2	2,2	3,8	3,4
Azufre (Límite de cuantificación)	mg/kg	250	<500	<500	<500	925	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	788	<500	<500
Azufre (Límite de detección)	mg/kg	250	<167	<167	<167	-	-	-	<167	-	-	-	-	-	-	<167	<167
Bario	mg/kg	200	153	390	81	53	56	283	543	52	160	293	351	342	135	325	44
Boro	mg/kg	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cadmio	mg/kg	0,5	<0,1	0,1	0,1	<0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	<0,1	0,4	0,4	0,4	0,1	0,2	<0,1
Cobalto	mg/kg	10	8,2	12	8,9	9	9,9	14	14	10	4,1	9,7	11	6,8	8,5	9,8	6,8
Cobre	mg/kg	25	23	27	21	34	34	27	29	30	9,3	35	36	16	38	33	26

Parámetro	Unidad	Criterios de Calidad del Suelo Anexo 2 Tabla 1 AM 097-A	Resultado del Muestreo														
			CS-1	CS-2	CS-3	CS-4	CS-5	CS-6	CS-7	CS-8	CS-9	CS-10	CS-11	CS-12	CS-13	CS-14	CS-15
Cromo	mg/kg	54	14	15	12	12	8,3	11	14	8,2	4,4	7,9	6,9	8,3	11	11	14
Cianuro (libre)	mg/kg	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Estaño	mg/kg	5	0,6	0,7	<5	<0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	<0,5	0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,1	<0,5
Fluoruro	mg/kg	200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molibdeno	mg/kg	5	0,5	0,8	0,8	1,1	1	0,9	0,9	0,7	0,8	0,9	0,7	1,1	0,7	0,6	0,7
Níquel	mg/kg	19	<1	2	<1	<1	6	7	<1	4	1	5	5	3	<1	<1	<1
Plomo	mg/kg	19	7,7	11	9,8	7,8	7,7	9,5	8,8	6,4	7,2	9,6	7,8	8,9	7,7	40	9,2
Selenio	mg/kg	1	<1	<1	<1	1	<1	2	<1	4	<1	6	5	8	1	<1	<1
Vanadio	mg/kg	76	124	88	71	59	66	98	112	55	30	67	59	62	48	67	54
Zinc	mg/kg	60	38	39	33	42	39	41	53	29	13	59	49	25	60	89	21
Cromo hexavalente (Límite de cuantificación)	mg/kg	0,4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo hexavalente (Límite de detección)	mg/kg	0,4	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Relación de adsorción de Sodio	-	4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Valores que no cumplen con los criterios de calidad de suelo																	

Fuente: Gruntec, resultados de laboratorio 2021

Elaboración: Cadmo Entrix, agosto 2021

Página en blanco

5.1.12.3 Parámetros Analizados

> Potencial de hidrógeno (pH)

Las muestras CS-03, CS-04 y CS-05 se encuentran fuera del rango de los criterios de calidad de suelo (CCS) establecidos por la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A. Presentan valores menores a 6, lo que indica que las muestras son ligeramente ácidas. Esto puede deberse a la humedad de la región, que acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica generando una acidez en los suelos. Es importante considerar que el rango de pH óptimo para la mayoría de las plantas oscila entre 5,5 y 7,0; sin embargo, muchas plantas se han adaptado para crecer con valores de pH fuera de este rango.

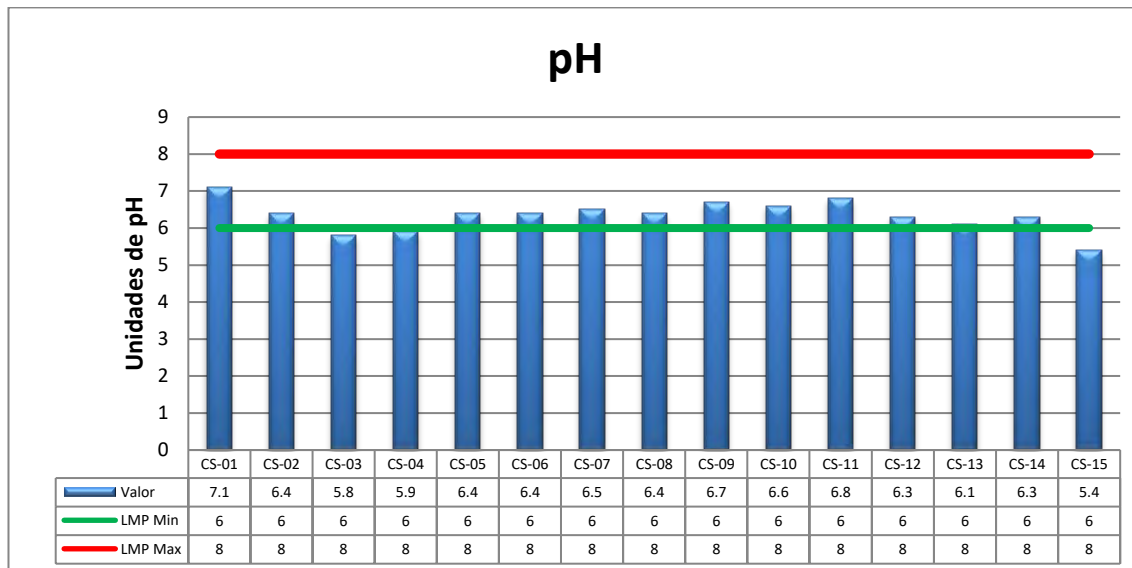


Figura 5-88 Valores de pH Registrados

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

> Conductividad

La CE (conductividad eléctrica) mide la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica al aprovechar la propiedad de las sales en la conducción de esta; por lo tanto, la CE mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo. Su valor es más alto cuanto más fácil se mueva dicha corriente a través del mismo suelo, por una concentración más elevada de sales.

Todas las muestras se encuentran dentro del CCS (200 $\mu\text{s}/\text{cm}$) establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

> Arsénico

Todas las muestras se encuentran dentro del CCS (12 mg/kg) establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

> Azufre (Límite de cuantificación)

Las muestras CS-04 y CS-13 se encuentra por encima del CCS (250 mg/kg) establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A, lo cual se puede atribuir a la naturaleza del material parental, el cual presenta sulfuros debido al tipo de mineralización presente en la zona de estudio (Cunduri Morocho & Robles Jimenez, 2015).

Las concentraciones de azufre reportadas por el laboratorio Gruntec para las muestras CS-01, CS-02, CS-03, CS-05, CS-06, CS-07, CS-08, CS-09, CS-10, CS-11, CS-12, CS-14, CS-15 indican < 500 mg/kg (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 500 mg/kg), que corresponde a cualquier número entre 0 y 500, es decir no representa un número entero, razón por la cual estos valores no han sido graficados y no se puede determinar que haya cumplimiento o incumplimiento de los CCS (250 mg/kg) establecidos en la normativa.

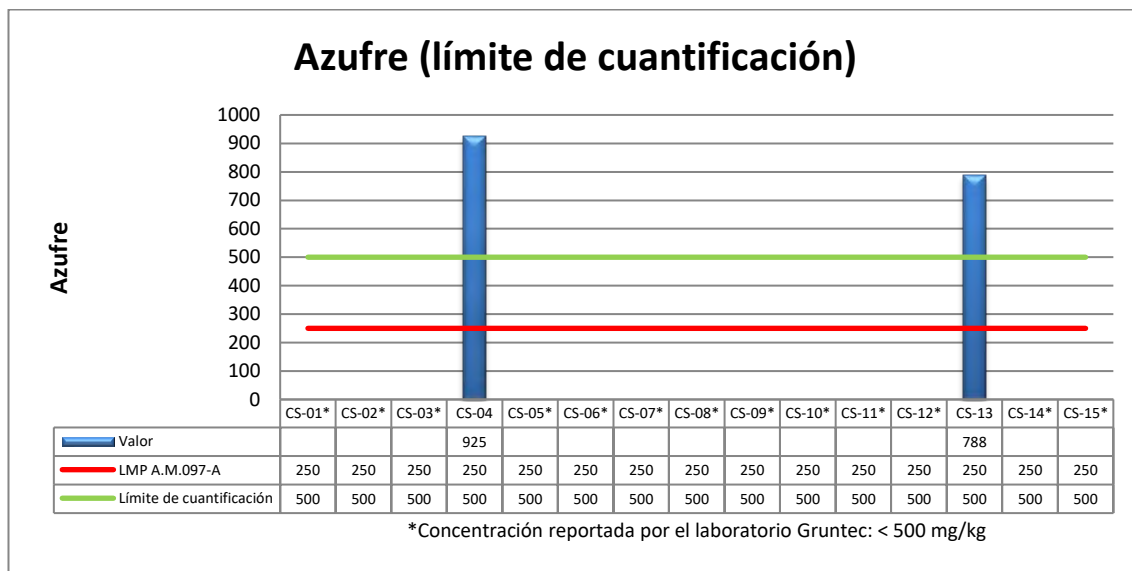


Figura 5-89 Valores de Azufre Registrados

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruntec, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

> Bario

Las muestras CS-02, CS-06, CS-07, CS-10, CS-11, CS-12, CS-14 se encuentran por encima del CCS (200 mg/kg) establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A, lo cual se puede atribuir a la naturaleza del material parental, el cual presenta en su mineralización sulfato de bario (barita).

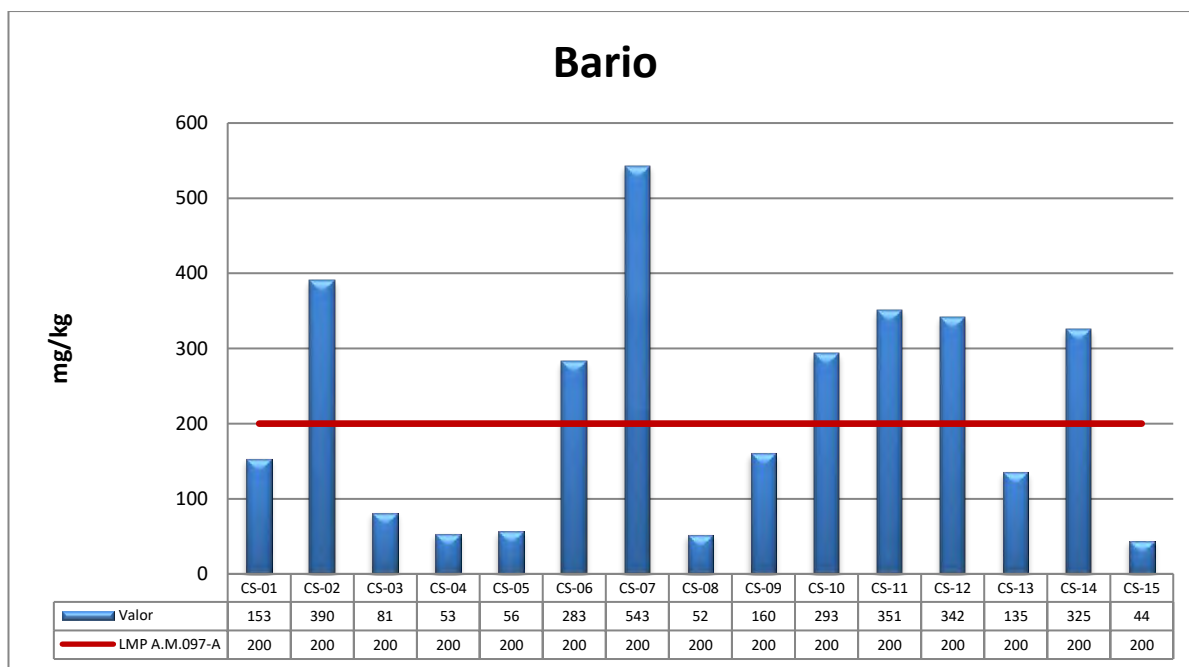


Figura 5-90 Valores de Bario Registrados

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

> Boro

La concentración de boro reportada por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican < 1 , que corresponde a cualquier número entre 0 y 1, es decir no representa un número entero; sin embargo, se puede concluir que hay cumplimiento de los CCS (1 mg/kg) establecidos en la normativa.

> Cadmio

Las muestras CS-02, CS-03, CS-05, CS-06, CS-07, CS-08, CS-10, CS-11, CS-12, CS-13, CS-14, presentan valores por debajo del CCS establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

La concentración de cadmio reportada por el laboratorio Gruentec para CS-01, CS-04, CS-09, CS-15, indica $< 0,1$ mg/kg (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,1 mg/kg), que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,1, es decir no representa un número entero; sin embargo, se puede concluir que este parámetro se encuentra por debajo de los CCS (0,5 mg/kg) establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del A.M. 097-A.

> Cobalto

Las muestras CS-02, CS-06, CS-07, CS-11, presentan valores por encima del CCS (10 mg/kg) establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A, lo cual se puede atribuir a la naturaleza del material parental, el cual presentaría sulfuros de cobalto (cobaltita, carrolita y linæita) debido al tipo de mineralización.

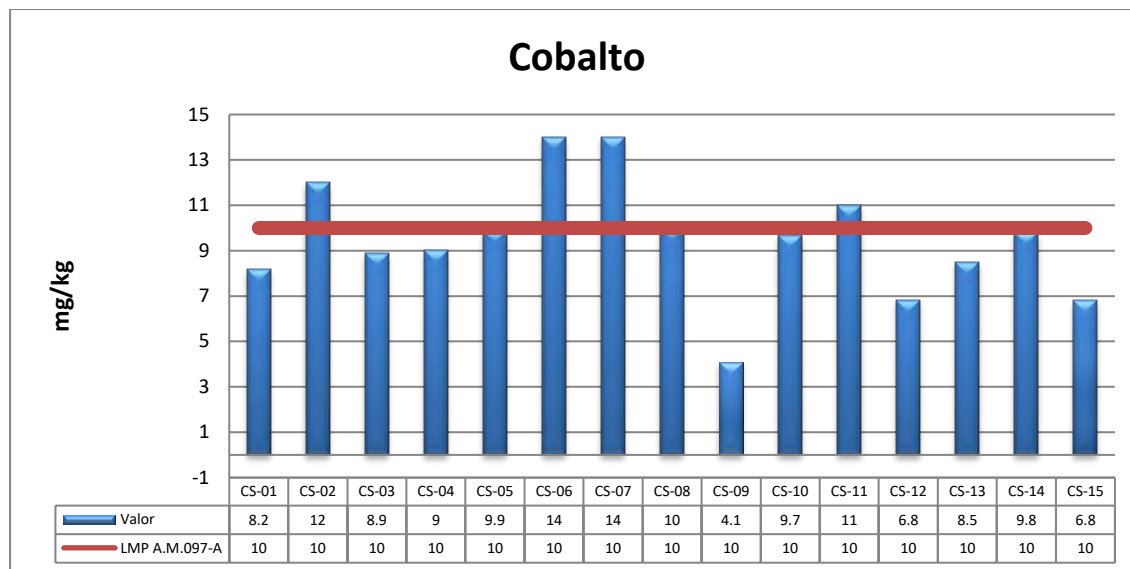


Figura 5-91 Valores de Cobalto Registrados

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

> **Cobre**

Las muestras CS-02, CS-04, CS-05, CS-06, CS-07, CS-08, CS-10, CS-11, CS-13, CS-14, CS-15, presentan valores por encima del CCS (25 mg/kg) establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A, lo cual se puede atribuir a la naturaleza del material parental, el cual presenta en su mineralización sulfuros con contenido de cobre, como es el caso de la calcopirita. De acuerdo a la geología del sitio de estudio, este presenta sulfuros masivos y semimasivos ricos en calcopirita, esfalerita, galena, pirita y baritina

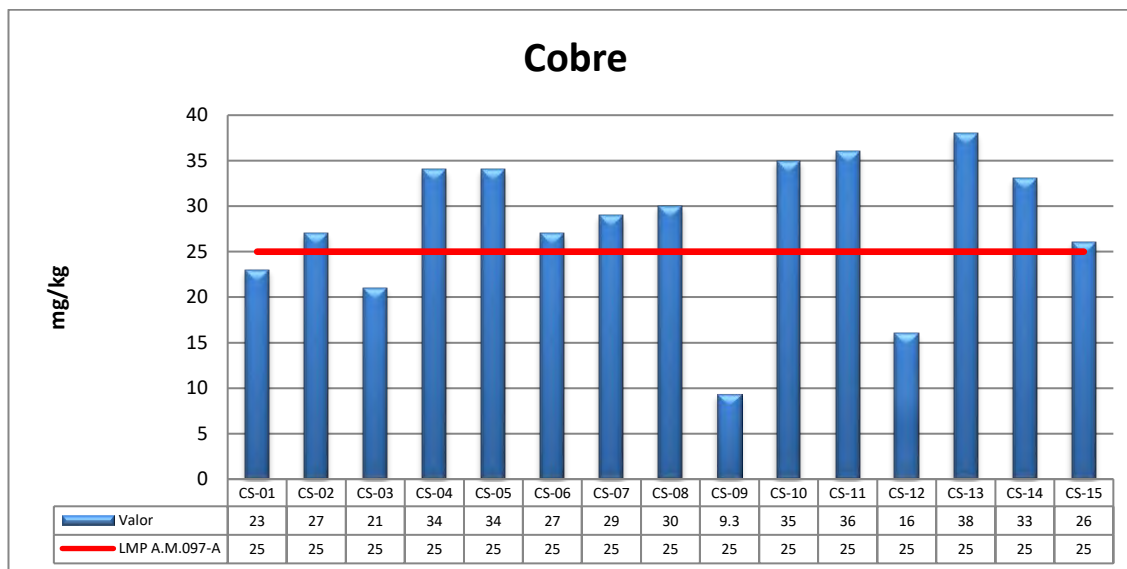


Figura 5-92 Valores de Cobre Registrados

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

> Cromo

Todas las muestras se encuentran dentro del CCS (54 mg/kg) establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A

> Cianuro (libre)

Las concentraciones de cianuro libre reportadas por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican < 0,5 mg/kg que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,5, es decir no representa un número entero; sin embargo, se puede concluir que este parámetro se encuentra por debajo de los CCA (0,9 mg/kg) establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

> Estaño

Todas las muestras se encuentran dentro del CCS (5 mg/kg) establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A

> Fluoruro

Las concentraciones de fluoruro reportadas por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican < 1 mg/kg (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 1 mg/kg), que corresponde a cualquier número entre 0 y 1, es decir que no representa un número entero; sin embargo, se puede concluir que este parámetro se encuentra por debajo de los CCS (200 mg/kg) establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

> Mercurio

Las concentraciones de mercurio reportadas por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican < 0,1 mg/kg (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,1 mg/kg), que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,1, es decir que no representa un número entero, sin embargo, se puede concluir que este parámetro se encuentra dentro de los CCS (0,1 mg/kg) establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

> Molibdeno

Todas las muestras se encuentran dentro del CCS (5 mg/kg) establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

> Níquel

Las muestras CS-02, CS-05, CS-06, CS-08, CS-09, CS-10, CS-11 y CS-12, presentan valores por debajo del CCS establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

La concentración de níquel reportada por el laboratorio Gruentec para CS-01, CS-03, CS-04, CS-07, CS-13, CS-14 y CS-15, indica < 1 mg/kg (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 1 mg/kg), que corresponde a cualquier número entre 0 y 1, es decir no representa un número entero; sin embargo, se puede concluir que este parámetro se encuentra por debajo de los CCS (19 mg/kg) establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

> Plomo

Todas las muestras cumplen con el CCS (19 mg/kg) establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A a excepción de la muestra CS-14, la cual presenta un valor por encima del CCS, lo cual se puede atribuir a la naturaleza del material parental, el cual muestra en su mineralización sulfuro de plomo (galena). El incumplimiento de este parámetro pudo ser debido a que en la mineralización en El Domo está ampliamente zonificada con un "casquillo" superior de barita, enriquecido variablemente en esfalerita de sílice, galena y oro. La zona rica en cobre está cubierta por la zona de zinc-plomo dominada por la esfalerita de grano grueso de bajo hierro, y la galena esquelética asociada con pirita subordinada.

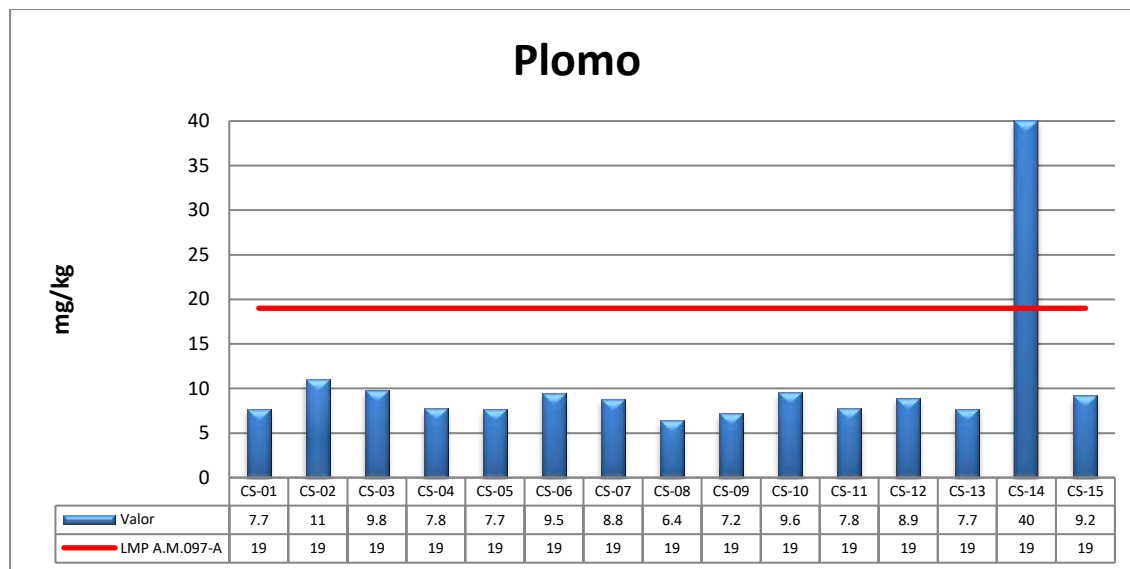


Figura 5-93 Valores de Plomo Registrados

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruntec, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

> Selenio

Las muestras CS-06, CS-08, CS-10, CS-11 y CS-12 presentan valores por encima del CCS (1 mg/kg) establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A, lo cual se podría atribuir a la naturaleza del material parental, al ser el tipo de mineralización de la zona de estudio: sulfuros masivos volcanogénicos, estos sulfuros de selenio pueden estar presentes.

Como se puede observar en la figura, el límite de cuantificación del laboratorio Gruntec para el parámetro selenio (1 mg/kg) es igual que el CCS establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

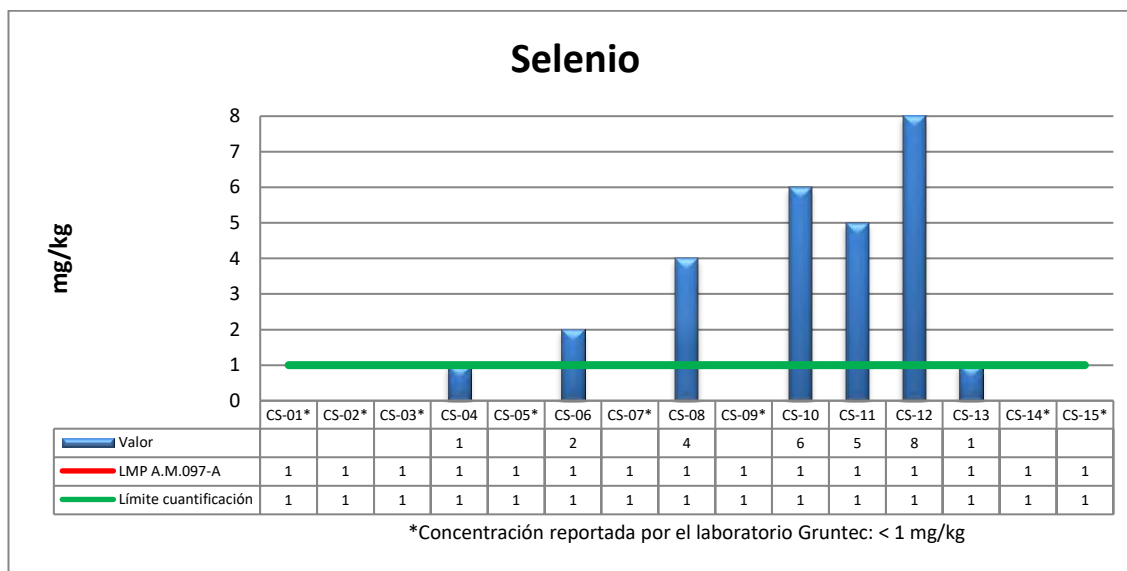


Figura 5-94 Valores de Selenio Registrados

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruntec, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

> Vanadio

Las muestras CS-01, CS-02, CS-06 y CS-07, presentan valores por encima del CCS (76 mg/kg) establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A, lo cual se podría atribuir a la naturaleza del material parental, al ser el tipo de mineralización de la zona de estudio: sulfuros masivos volcanogénicos pueden estar presentes junto al cobre formando el mineral sulvanita (sulfuro de cobre y vanadio).

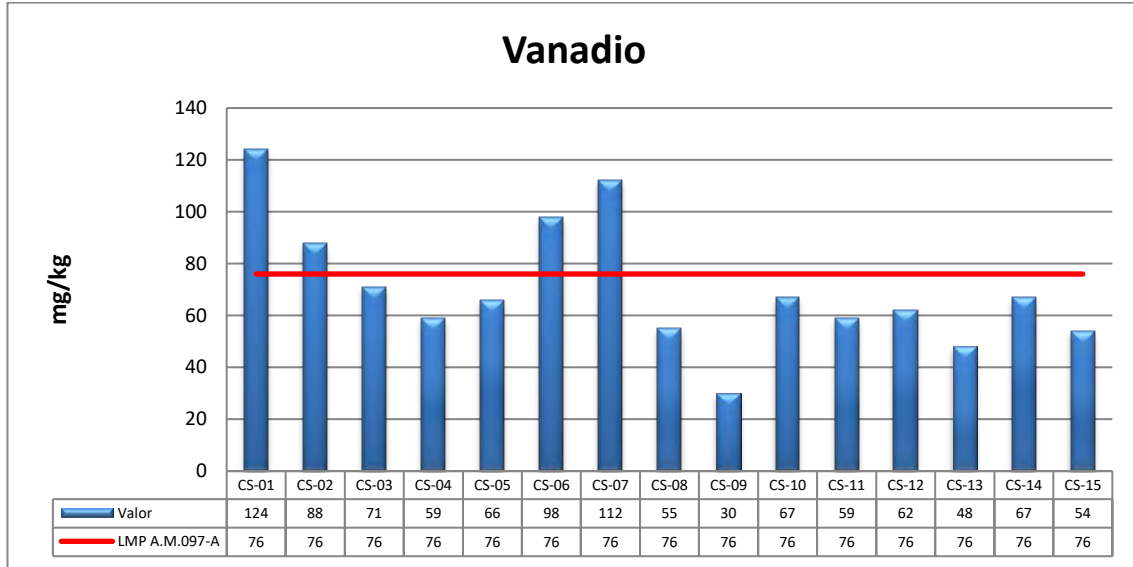


Figura 5-95 Valores de Vanadio Registrados

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec, 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

> Zinc

La muestra CS-14, presenta valores por encima del CCS (76 mg/kg) establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A, lo cual se puede atribuir a la naturaleza del material parental, que presenta en su mineralización sulfuro de zinc (esfalerita). La esfalerita es un miembro final de zinc puro con poco o ningún contenido de hierro.

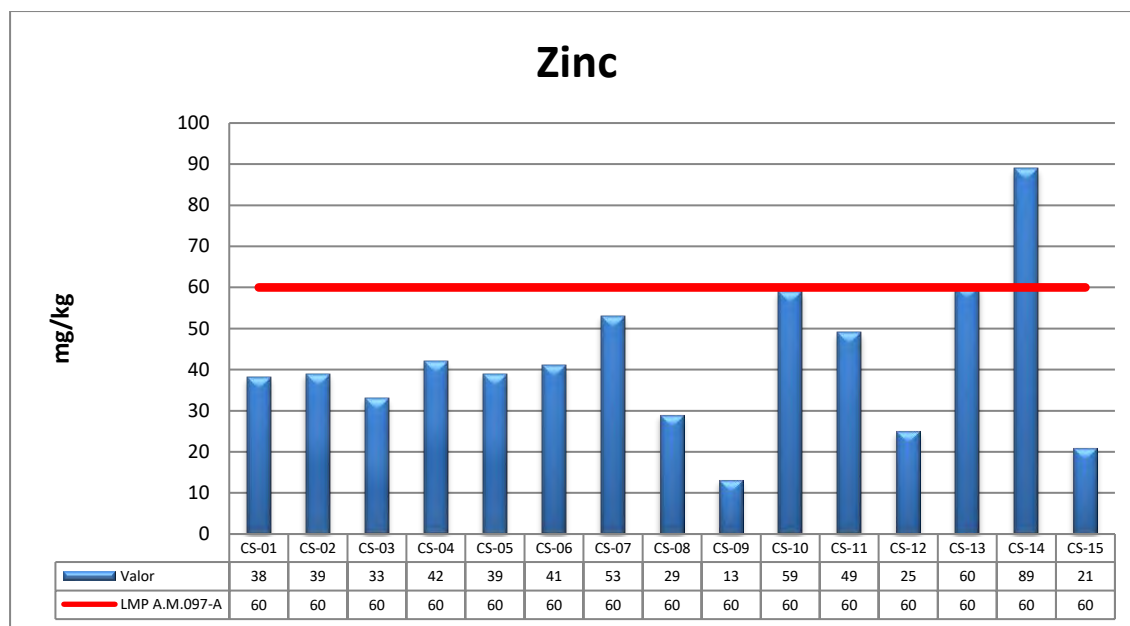


Figura 5-96 Valores de Zinc Registrados

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

> Cromo hexavalente (Límite de cuantificación)

Las concentraciones de cromo hexavalente reportadas por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican < 1 mg/kg (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 1 mg/kg), que corresponde a cualquier número entre 0 y 1, es decir no representa un número entero, razón por la cual estos valores no se pueden determinar que haya cumplimiento o incumplimiento de los CCS (0,4 mg/kg) establecidos en la normativa.

> Relación de adsorción de sodio

Las concentraciones de relación de adsorción de sodio reportadas por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican $< 0,1$ mg/kg que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,1, es decir no representa un número entero; sin embargo, se puede concluir que este parámetro se encuentra por debajo de los CCA (4 mg/kg) establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

5.1.12.4 Conclusiones

Los elementos que sobrepasan el límite permisible mencionado en la “Tabla 1, Criterios de Calidad del Suelo del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A”, corresponden a anomalías de azufre, bario, cobre, cobalto, plomo, vanadio, selenio y zinc.

Dichos elementos anómalos están relacionados con la naturaleza del material parental, ya que los puntos de muestreo se encontraban en las cercanías al cuerpo mineralizado presente en la zona de estudio, que corresponde a un depósito de sulfuros masivos volcanogénicos (Cunduri Morocho & Robles Jimenez, 2015), lo que explicaría dichas anomalías.

5.1.13 Uso de Suelo

5.1.13.1 Capacidad Uso del Suelo

La capacidad de uso del suelo corresponde a una clasificación técnica “interpretativa” y como tal se hace a partir de los antecedentes combinados que se toman en cuenta, siendo los más importantes los antecedentes del suelo (Zelada, 2005)

5.1.13.1.1 Metodología

Para determinar la potencialidad y las limitaciones de los suelos en el área de influencia del Proyecto se tomó como base las especificaciones que se indican en el Sistema denominado de las Ocho Clases de USA (USDA-SCS. 1961), con algunas adecuaciones de acuerdo con las características edafológicas, climáticas y de relieve existentes en el área evaluada.

El sistema de clasificación utilizado está basado en las Normas y Principios del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos o llamado de las Ocho Clases, con adecuaciones a las condiciones existentes en el área de estudio.

5.1.13.1.2 Categorías

El Sistema básico de agrupación comprende los siguientes niveles o categorías:

- > Grupos de capacidad.
- > Clases de capacidad.
- > Subclases de capacidad.

Estas potencialidades y limitaciones de los suelos son determinadas de las interpretaciones de las imágenes satelitales actuales del sector, de las propiedades fisicoquímicas determinadas en campo y laboratorio y de las observaciones de campo.

La agrupación de suelos en clases de capacidad se basa principalmente en su potencial para producir cultivos comunes y pastos sin deteriorar el suelo por largos periodos de tiempo. El riesgo tiene que ver con la destrucción de los suelos o que las limitaciones se incrementen progresivamente de la clase I a la clase VIII.

De acuerdo con el Sistema utilizado, los grupos de capacidad son cuatro los que se subdividen a su vez en clases y subclases, así:

- > Tierras apropiadas para cultivos anuales y otros usos, en los que se incluyen las clases I a la IV.
- > Tierras apropiadas para cultivos permanentes, pasto y aprovechamiento forestal. Se incluyen las clases V y VI.
- > Tierras marginales para uso agropecuario, aptas generalmente para uso forestal. Se incluye a la clase VII.
- > Tierras no apropiadas para fines agropecuarios ni explotación forestal. Áreas de protección. Clase VIII.

Las clases de capacidad comprenden a su vez subclases, las cuales están determinadas de acuerdo con la naturaleza de las limitaciones y en función de los siguientes factores: condición del suelo: profundidad efectiva (s1), textura (s2), pedregosidad (s3), salinidad (s5) y toxicidad (s6); riesgos de erosión: (condiciones topográficas) ligero (e1), moderado (e2), alto (e3); humedad del suelos: drenaje (h1) inundación (h2); y clima: isohipertérmicos (c1), isotérmico (c2) (Anexo B-Cartografía, 5.1-5-C Mapa Capacidad de Uso).

Con la evaluación de las características morfológicas, químicas y de clima de los suelos, se analiza comparativamente con la pendiente del terreno (rangos de pendiente) la cual juega un papel importante debido a que se usa para establecer los límites de las clases.

5.1.13.1.3 Tierras Generalmente Aptas para Agricultura y Otros Usos

Clase III

Ocupa áreas de relieve ondulado a fuerte, con pendientes inferiores al 25 %, correspondientes a paisajes de coluviales antiguos (Co).

Son tierras que soportan las actividades agrícolas, pecuarias o forestales, pero se reducen las posibilidades de elección de cultivos anuales a desarrollar o se incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo de suelo y agua.

La subclase identificada es: IIIe2s4 por limitaciones de suelo y erosión.

Clase IV

Las geoformas que predominan son: relieve volcánico montañoso, relieve volcánico colinado medio con fuerte disección. Se desarrollan sobre pendientes medias (> 12-25 %).

Los suelos se caracterizan por su textura que varía de franco-arcillo-limosa a franco-arcillosa y arcillosa; drenaje bueno a moderado, profundos, pH ácido, de baja fertilidad.

El uso de estas tierras en agricultura presenta moderadas a severas limitaciones; los cultivos permanentes o semipermanentes podrían cultivarse y ocasionalmente cultivos anuales para autoconsumo.

Las subclases identificadas son: IVs2 y IVe2s4 por limitaciones de suelo y erosión.

5.1.13.1.4 Tierras con Severas Limitaciones que Restringen su Uso para Algunas Explotaciones Especiales

Dentro de este grupo de capacidad se ha identificado las clases V y VI, la que se describe a continuación con la identificación de sus respectivas subclases.

Clase VI

Esta clase de capacidad incluye tierras que, por lo general, no son adecuadas para cultivos intensivos, aunque lo serían, con limitaciones, para cultivos de carácter permanente, pastos o actividad forestal.

Ocupan áreas de topografía moderadamente escarpada, con pendientes comprendidas entre 25 y 45 % correspondientes a paisaje volcánico colinado muy alto, relieve volcánico montañoso, vertiente heterogénea, vertiente rectilínea y relieve volcánico colinado alto; con suelos moderadamente profundos o poco profundos, limitados en algunos casos por un estrato poco estable.

La capacidad productiva de esta clase de tierras puede ser mantenida mediante la fijación de cultivos de carácter exclusivamente permanente (con limitaciones) o el establecimiento de sistemas agroforestales orientados a la conservación del recurso suelos; en áreas no intervenidas, estas tierras deben mantenerse con la cobertura vegetal arbórea existente.

Las subclase corresponde a: Vie3, VIe3s4 por limitaciones de suelos y peligros de erosión.

5.1.13.1.5 Tierras Marginales para el Uso Agropecuario, Aptas para Uso Forestal (protección)

Clase VII

Se trata de suelos profundos, con una textura superficial franco-arcillosa, franca y franco-arenosa. Generalmente no presentan pedregosidad, la fertilidad de estos suelos es mediana, alta y baja; son suelos no salinos y sin toxicidad. Mayoritariamente, su drenaje es bueno y no presentan períodos de inundación o bien estos son muy cortos. Las geoformas predominantes son vertiente heterogénea, relieve volcánico montañoso y relieve volcánico colinado muy alto; se encuentran en pendientes fuertes (> 40-70 %) y, por consiguiente, a moderada y/o alta susceptibilidad a la erosión pluvial.

Tierras inapropiadas para uso agropecuario: se presentan favorables para uso forestal con fines de protección y ocupan áreas ubicadas en zonas de montañas altas y zonas muy disectadas.

Las subclases corresponden a: VIIe3 y VIIe3s4 por limitaciones de suelos y peligros de erosión.

Tierras Misceláneas

Esta categoría se ha demarcado en las geoformas de barrancos y eriales donde no están caracterizadas como unidades de suelos o unidades taxonómicas que por lo general son relieves muy disectados y con pendientes fuertes entre 40 y 70 %.

5.1.13.2 Cobertura Vegetal y Uso de Suelo

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. (Definición, 2019).

5.1.13.2.1 Metodología

La cartografía de este componente fue elaborada a partir de una imagen obtenida con tecnología Lidar (resolución 10 cm) del 2018, y para su interpretación se tomaron criterios, tales como: tono, color, textura, tamaño y, luego, con trabajos de campo se llegó a definir los diferentes tipos de uso existentes en el sector (Anexo B-Cartografía, Mapa 5.1-5-A Cobertura y Uso de la Tierra).

5.1.13.2.2 Categorías

Bosque Secundario (B2)

Estos bosques secundarios pueden ser homogéneos y mixtos. Más del 60 % de su cobertura ha sido alterada e intervenida por acción humana y otras causas. Se caracterizan por presentar especies pioneras en diferentes estadios de regeneración natural que han logrado prevalecer luego de la degradación que ha sufrido el bosque natural por la intervención antrópica o por fenómenos naturales con una regeneración de ≥ 20 años; presenta claros y una cobertura vegetal que varía de semicerrada a abierta (Palacios et al., 1999).

El bosque intervenido es el que mayor representatividad posee en el área de estudio; se encuentra principalmente en las zonas cercanas a las casas y fincas. Posee vegetación arbórea de densidad media, lo cual es producto de la regeneración de las especies forestales que han sido seleccionadas y taladas por parte de los comuneros que viven en las cercanías de las plataformas. Se caracteriza principalmente por la ausencia de dosel continuo, siendo esos espacios abiertos generalmente ocupados por gramíneas y especies pioneras. Representa el 20,09 % del área geográfica.

Vegetación Arbustica (Va)

Áreas con un componente sustancial de especies leñosas nativas no arbóreas, vegetación densa, lignificada, de poca altura, no superior a 8 m y que mantiene el verdor de sus hojas en forma constante. El piso al igual que los troncos del estrato arbóreo suelen estar cubiertos por briofitas. Vegetación reducida en muchos casos a remanentes por acción antrópica por efecto del fuego y extracción de madera. Esta cobertura está distribuida en un 26,15 % del área geográfica.

Pastizales (P)

El 51,41 % de la superficie total del área geográfica está destinada al uso pecuario bovino extensivo, con un aproximado de 10 684 ha representadas por pastizales que se encuentran dispersos por toda el área de estudio, y su producción es de carne y leche.

Cultivo (C)

El segundo uso en importancia es el uso agrícola extensivo con 1,35 %. Se componen especialmente por cultivos de cacao y plátano y en menor proporción cultivos de maíz duro, banano, naranja, caña de azúcar, entre otros.

Erial (E)

Son áreas que no se cultivan ni se labran, especialmente cuando se abandonan y se desarrolla en estas la vegetación espontánea, representa solo por el 1,00 % del área geográfica.

5.1.13.2.3 Resultados

Tabla 5-61 Cobertura Vegetal y Uso Actual del Área Geográfica del proyecto Curipamba – El Domo

Cobertura Vegetal	Simbología	Área (ha)	Porcentaje (%)
Bosque Secundario	B2	172,57	20,09
Vegetación arbustiva	Va	224,67	26,15
Cultivos	C	11,63	1,35
Pastizal	P	441,69	51,41
Erial	E	8,61	1,00
Total		859,19	100,00

Fuente y Elaboración: Cadno Entrix, agosto 2021

5.1.13.3 Conflictos de Uso de Suelo

5.1.13.3.1 Metodología

Cuando el equilibrio natural no se ve perturbado, los procesos naturales se desarrollan a un ritmo normal; sin embargo, al ser alterado, el equilibrio se rompe produciendo efectos negativos al recurso suelo, como: erosión, degradación, pérdida de fertilidad, compactación, etc.

La sobreposición de la cartografía de capacidad de uso con la de cobertura vegetal y uso actual permitió, por medio de la matriz de interpretación, delimitar áreas de tierras que están en Uso Correcto, en Uso Factible o en Uso Incorrecto (Anexo B. Cartografía, Mapa 5.1-5-D Conflicto de Uso de Suelo).

Tabla 5-62 Cobertura Vegetal y Uso Actual del Área Geográfica del proyecto Curipamba – El Domo

Cobertura Vegetal Capacidad de Uso	Bosque Natural Poco Intervenido (B1)	Bosque Secundario (B2)	Vegetación Arbustiva (Va)	Cultivo (C)	Mosaico Agropecuario (Ma)	Pastizal (P)	Erial (E)
IV	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto-factible	Correcto-factible	Incorrecto	No aplica
V	Correcto	Correcto	Correcto	Factible-correcto	Factible-correcto	Incorrecto	No aplica
VI	Correcto	Correcto	Correcto	Factible - correcto	Factible - correcto	Incorrecto	No aplica
VIII	Correcto	Correcto	Correcto	Incorrecto	Incorrecto	Incorrecto	No aplica

Fuente: Modificado del Esquema Metodológico para obtener los conflictos de uso de las tierras en Ecuador, de SIGTIERRAS, 2017
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.1.13.3.2 Categorías

En el área de estudio se han identificado las siguientes categorías de uso:

Uso Correcto (C)

Se determina cuando el uso actual coincide con la aptitud de la tierra propuesta, por lo tanto, no se observan procesos que tiendan a degradar los suelos; sin embargo, cuando estas tierras estén bajo actividades agropecuarias requerirán que se realicen prácticas de manejo. Corresponde al 46,24 % del área analizada.

Uso Factible (F)

Corresponden a áreas en las cuales sus tierras están siendo utilizadas con menor intensidad que su aptitud, por lo que pueden soportar un uso mayor.

La utilización más intensa de la tierra demandará tomar medidas de manejo técnico y socialmente adecuadas para evitar que se presenten conflictos. En esta categoría se ha considerado a las áreas de plantaciones forestales con una valoración de Factible-Incorrecto (50-50 %) debido que son ambientes antropogénicos dedicados al manejo forestal, con especies de pino (*Pinus spp.*) en alto porcentaje.

Uso Incorrecto (I)

Corresponde a las clases de uso actual, en las que la aptitud de la tierra está siendo aprovechada en forma más intensiva que la que puede soportar, por lo tanto, los procesos de deterioro se van a presentar, reflejándose en el empobrecimiento de la tierra, generando la baja producción y posterior abandono de estos suelos. Corresponde al mayor porcentaje (5,412 %) del área analizada se localiza dentro de esta categoría.

No Aplica

Esta categoría comprende áreas cubiertas con cuerpos de agua y afloramientos rocosos que, en la mayoría de los casos no presenta vegetación o en su defecto, hay escasa vegetación natural de poca altura (Mapa 5.1-5-D Conflicto de Uso de Suelo).

Las superficies para cada una de las clases de conflicto de uso del suelo identificadas en el área de estudio se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 5-63 Superficies de Conflictos de Uso del Suelo

Conflictos de Usos	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Uso Correcto	397,25	46,24
Uso Incorrecto	441,69	51,41
Uso Factible	11,63	1,35
No Aplica	8,61	1,00

Fuente: Cardno Entrix, julio 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.1.14 Calidad del Aire

De acuerdo con lo establecido en el A.M. 097-A se define al aire de la siguiente manera: “Aire o también denominado ‘aire ambiente’, es cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como la mezcla gaseosa, cuya composición normal es de, por lo menos, veinte por ciento (20 %) de oxígeno, setenta y nueve por ciento (79 %) de nitrógeno y uno por ciento (1 %) de dióxido de carbono, además de las proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica”

5.1.14.1 Metodología

La medición de la calidad del aire fue realizada por el laboratorio ALS Ecuador, acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), con Acreditación No. SAE LEN 05-005. (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.8 Calidad del Aire, 1.8.1 Acreditación ALS) Para los muestreos realizados desde el 2019 al 2021 se utilizó como referencia los siguientes métodos:

- > Acuerdo Ministerial No.097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 4: Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión.
- > EPA 40 CFR Part 50 National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter
- > EPA Quality Assurance Handbook for Air pollution Measurement Systems Vol II 2017

Para el alcance de muestreo, la medición de los niveles de calidad del aire fue realizada por el laboratorio Gruentec con el método interno MM-AIR-02, acorde al manual EPA: *Quality Assurance, Handbook for Air, Pollution Measurement Systems* Volume II (mayo, 2013) y a la Norma de Calidad de Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, Anexo 4 del A.M. 097-A, en cuanto al muestreo de partículas sedimentables se utilizó el Método MM-S-07. Determinación de partículas sedimentables, basado en el método de referencia ASTM D 1739 – 98 (2017). *Standard Test Method for Collection and Measurement of Dustfall* (Settleable Particulate Matter) (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.8 Calidad del Aire, 1.8.2 Acreditación Gruentec)

5.1.14.1.1 Equipos Utilizados

La descripción de los equipos utilizados por el laboratorio ALS Ecuador, se detallan en la Tabla 5-64.

Tabla 5-64 Descripción de Equipos utilizados ALS Ecuador

Equipo	Parámetro	Metodología de Referencia	Método Interno ALS	Rango Acreditado
ACO-228	Monóxido de Carbono	EPA CFR 40, Parte 50 US EPA, RFCA-1093- 093 TULSMA, Libro VI, Anexo 4	POS - 68.00	1,2 a 41 ppm
	Monóxido de Nitrógeno	EPA CFR 40, Parte 50 US EPA, RFNA-1194- 099 TULSMA, Libro VI, Anexo 4	POS - 68.00	60 a 400 ppb
ECO-229	Dióxido de Nitrógeno	EPA CFR 40, Parte 50 US EPA, RFNA-1194- 099 TULSMA, Libro VI, Anexo 4	POS - 68.00	51 a 393 ppb
ECO-230	Ozono	EPA CFR 40, Parte 50 US EPA, RFNA-1194- 099 TULSMA, Libro VI, Anexo 4	POS - 68.00	60 a 400 ppb
	Dióxido de Azufre	EPA CFR 40, Parte 50 US EPA, EQSA-0495- 0100 TULSMA, Libro VI, Anexo 4	POS - 68.00	60 a 400 ppb
ECO-226	Material Particulado 10	EPA CFR 40, Parte 50 US EPA, EQSA-0495- 0100 TULSMA, Libro VI, Anexo 4	POS - 68.00	8 a 243 µg/m ³
	Material Particulado 2,5	EPA CFR 40, Parte 50 US EPA, EQSA-0495- 0100 TULSMA, Libro VI, Anexo 4	POS - 68.00	7 a 200 µg/m ³

Fuente: ALS Ecuador, marzo 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

La descripción de los equipos utilizados por el laboratorio Gruentec, el método de análisis y el método de detección, se detallan en la tabla a continuación:

Tabla 5-65 Descripción de Equipos utilizados Gruentec

Equipo	Parámetro	Técnica de Análisis	Método Interno	Límite de Cuantificación
ACO-01	Monóxido de carbono	Absorción IR	US EPA RFCA-1093-093	0,1 ppm
ANOX-01	Dióxido de nitrógeno	Quimioluminiscencia	US EPA RFNA-1194-099	0,05 ppm
ANOX-01	Ozono	Absorción UV	US EPA EQQA-0514-214	0,05 ppm
ASO-01	Dióxido de azufre	Fluorescencia UV	US EPA EQSA-0495-0100	0,055 ppm
MPM-01	Material Particulado 10	Gravimetría	US EPA RFPS-0714-216	42 µg/m ³
MPM-02	Material Particulado 2,5	Gravimetría	US EPA RFPS-1014-219	42 µg/m ³

Fuente: Gruentec, 2021

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.1.14.1.2 Tipo de Medición

Para la evaluación de los reportes de los muestreos efectuados, se realizó una comparación de los valores obtenidos con los límites máximos permisibles. (ALS ECUADOR, 2021).

Los laboratorios ALS Ecuador y Gruentec utilizaron el mismo tipo de medición.

- > Acuerdo Ministerial No.097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 4: Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión.

Tabla 5-66 Tipo de Medición

Parámetro	Medición	Límite Máximo Permissible (Anexo 4, A.M 097-A)
Monóxido de carbono (CO)	Promedio de la medición continua durante 8 horas	10 000 µg/m ³
	Máxima concentración de la medición durante 1 hora	30 000 µg/m ³
Monóxido de Nitrógeno	Promedio a 24 horas	No aplica
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Máxima concentración en 1 hora de medición continua	200 µg/m ³
Ozono (O ₃)	Máxima concentración de la medición continua en un periodo de 8 horas	100 µg/m ³
Dióxido de azufre (SO ₂)	Medición durante 24 horas	125 µg/m ³
	Valor en un periodo de 10 minutos	500 µg/m ³
Material Particulado menor a 10 micrones (PM ₁₀)	Promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas	100 µg/m ³
Material Particulado 2,5	Promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas	50 µg/m ³
Partículas Sedimentables	Medición durante 30 días	1 µg/m ³

Fuente: ALS Ecuador marzo 2021 y Gruentec agosto 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

5.1.14.2 Descripción

Se procedió a detener toda operación desde el equipo Patrón Dilutor / Calibrador (T700), los instrumentos tomaron aire ambiente y se registraron automáticamente en el sistema Logger de datos en las correspondientes bases de datos. La hora de inicio de recolección de datos fue cuando los analizadores automáticos ya se encontraban estables y libres de alertas o alarmas. Los datos fueron analizados por los instrumentos y almacenados en las bases de datos del sistema de adquisición de datos Logger en donde se pudo obtener los datos históricos como en tiempo real. (ALS ECUADOR, 2021).

5.1.14.2.1 Puntos de Muestreo

Los criterios de selección de los puntos de muestreo de calidad del aire consideran la ubicación de los receptores sensibles como la dirección del viento, la ubicación de los asentamientos humanos: población de Naves Chico, El Panecillo, Jerusalén, Selva Alegre, Esperanza Alta, Esperanza Baja, Unión del Congreso, El Congreso y El Paraíso; y el área donde se va a implementar la infraestructura.

De acuerdo a la metodología utilizada por el laboratorio para la medición de partículas sedimentables que es de 30 días, se ubicaron los sitios de muestreo cerca de los puntos del alcance del muestreo, en un lugar adecuado para la instalación del equipo.

Con base en los criterios antes mencionados se establecieron 15 puntos de muestreo de calidad de aire, en la siguiente tabla se detalla la ubicación de los puntos de muestreo identificados. (Anexo B.- Cartografía, 5.1-6 Mapa de Ubicación de Puntos de Medición de Calidad de Aire).




Datos Actuales

Tabla 5-67 Ubicación de los Puntos de Muestreo de Calidad del Aire 2021

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
		Este (m)	Norte (m)			
1	CURI-NCH-AQ-06	693291	9854329	23/03/2021 al 24/03/2021	Área con presencia de vegetación de la zona y casa Sitio accesible	
2	CURI-PAN-AQ-01	696604	9855757	22/03/2021 al 23/03/2021	Área con presencia de platanales, pastizales y casas Sitio accesible	

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
		Este (m)	Norte (m)			
3	CURI-JER-AQ-07	692914	9857148	24/03/2021 al 25/03/2021	Área con presencia de platanales y árboles Sitio accesible	
4	CURI-ECO-AQ-04	693510	9850693	16/03/2021 al 17/03/2021	Área con presencia de vegetación de la zona y casa Sitio accesible	
5	CURI-EPA-AQ-05	692587	9851440	18/03/2021 al 19/03/2021	Área con presencia de platanales Sitio accesible	
6	CURI-EAL-AQ-08	695968	9852171	26/03/2021 al 27/03/2021	Área con presencia de árboles y vegetación propia de la zona Sitio accesible	

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
		Este (m)	Norte (m)			
7	CURI-SAL-AQ-02	697636	9853788	21/03/2021 al 22/03/2021	Área con presencia de platanales y árboles Sitio accesible	
8	CURI-UDC-AQ-03	696337	9851755	20/03/2021 al 21/03/2021	Área con presencia de árboles y casas Sitio accesible	
9	CURI-EBA-AQ-09	694586	9851067	17/03/2021 al 18/03/2021	Área con presencia de platanales y casas Sitio accesible	
10	DOMO-CA-01	696300	9853962	29/07/2021 al 30/07/2021	Área con presencia de árboles y casas Sitio accesible	

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
		Este (m)	Norte (m)			
11	DOMO-CA-02	695486	9854222	30/07/2021 al 31/07/2021	Área con presencia de árboles y casas Sitio accesible	
12	DOMO-CA-03	694859	9855172	01/07/2021 al 02/07/2021	Área con presencia de árboles y casas Sitio accesible	
13	DOMO-PS-01	696300	9853962	30/07/2021 al 29/08/2021	Área con presencia de vivienda, árboles y circulación eventual de vehículos livianos y pesados por la vía.	
14	DOMO-PS-02	695533	9854190	30/07/2021 al 29/08/2021	Área con presencia de vivienda, árboles y circulación eventual de vehículos livianos y pesados por la vía.	

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 S		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
		Este (m)	Norte (m)			
15	DOMO-PS-03	694903	9855181	30/07/2021 al 29/08/2021	Zona abierta, libre de infraestructura con circulación eventual de vehículos livianos y pesados por la vía.	

Fuente: ALS Ecuador, marzo 2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Datos Históricos

El punto de muestreo CURI-EPA-AQ-05 presenta coordenadas diferentes entre 2019 y 2020, ya que se cambió el punto inicial de muestreo a causa de que no se obtuvo el permiso de ingreso del propietario en el Sector El Paraíso.

Tabla 5-68 Ubicación de los Puntos de Muestreo 2019-2020

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo
		Este (m)	Norte (m)		
1	CURI-NCH-AQ-06	693291	9854329	03/11/2020 al 04/11/2020	Área con presencia de árboles y pastizales Sitio accesible
				25/11/2019 al 26/11/2019	
2	CURI-PAN-AQ-01	696604	9855757	15/11/2020 al 16/11/2020	Área con presencia de platanales y casas Sitio accesible
				26/11/2019 al 27/11/2019	
3	CURI-JER-AQ-07	692914	9857148	04/11/2020 al 05/11/2020	Área con presencia de árboles Sitio accesible
				27/11/2019 al 28/11/2019	
4	CURI-ECO-AQ-04	693232	9850304	07/11/2020 al 08/11/2020	Área con presencia de vegetación de la zona y casa Sitio accesible
				29/11/2019 al 30/11/2019	
5	CURI-EPA-AQ-05	692351	9851010	12/11/2020 al 13/11/2020	Área con presencia de platanales y casas Sitio accesible
		692748	9851186	01/12/2019 al 02/12/2019	
6	CURI-EAL-AQ-08	695275	9852652	10/11/2020 al 11/11/2020	Área con presencia de árboles y casas

Número de Muestra	Código de Muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17S		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo
		Este (m)	Norte (m)		
				12/01/2020 al 13/01/2020	Sitio accesible
7	CURI-SAL-AQ-02	697636	9853788	13/11/2020 al 14/11/2020	Área con presencia de árboles y pastizales Sitio accesible
				22/01/2020 al 23/01/2020	
8	CURI-UDC-AQ-03	696337	9851755	09/11/2020 al 10/11/2020	Área con presencia de platanales, árboles y casas Sitio accesible
				23/01/2020 al 24/01/2020	
9	CURI-EBA-AQ-09	694586	9851067	06/11/2020 al 07/11/2020	Área con presencia de platanales y árboles de la zona Sitio accesible
				24/01/2020 al 27/01/2020	

Fuente: ALS Ecuador, resultados de laboratorio 2019-2021
Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

5.1.14.3 Resultados de Muestras

En la siguiente tabla se detallan los resultados de los puntos de muestreo los cuales fueron comparados con los niveles máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial No.097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 4: Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión. (Anexo C. Respaldo LB, C.1 Físico, C.1.8 Calidad del Aire, C.1.8.3. Resultados Laboratorio).

Cabe mencionar que el laboratorio asigno una codificación a los puntos de muestreo de aire del alcance del muestreo y otra distinta a los puntos de muestreo de partículas sedimentables, pero se encuentran en la misma ubicación.

De acuerdo con el Método MM-S-07 utilizado por el laboratorio para la medición de partículas sedimentables, los puntos DOMO-PS-01 y DOMO-PS-02 fueron sitios que no cumplen con los criterios de aceptación de la muestra, ya que los sitios de colección no son una zona abierta, existe infraestructura (vivienda) de más de 6 m de altura dentro de un radio de 20 m del soporte del contenedor/colector, además existen árboles de más de 10m de altura ubicados alrededor del sitio donde se instaló el colector de partículas sedimentables, sin embargo, fue necesario realizar el muestreo en estos puntos por su cercanía a la infraestructura que se implementará y por la seguridad hacia los equipos de muestreo.

Página en blanco

5.1.14.3.1 Datos Actuales

Tabla 5-69 Resultados de Muestreo de Calidad del Aire 2021

Parámetro	Unidad	Resultado de Muestreo											Límite Máximo Permisible (ug/m3)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente	
		CURI-PAN-AQ-01	CURI-SAL-AQ-02	CURI-UDC-AQ-03	CURI-ECO-AQ-04	CURI-EPA-AQ-05	CURI-NCH-AQ-06	CURI-JER-AQ-07	CURI-EAL-AQ-08	CURI-EBA-AQ-09	DOM O-CA-01 y DOM O-PS-01	DOM O-CA-02 y DOM O-PS-02			DOM O-CA-03 y DOM O-PS-03
PM 2.5	ug/m3	8,63	1,56	7,21	5,84	7,67	12,28	1,60	9,75	6,40	<8,9	<8,9	34	50	Si Cumple
PM 10	ug/m3	16,01	3,66	15,76	16,01	13,95	23,07	3,53	19,63	16,57	<18	<18	82	100	Si Cumple
Dióxido de azufre (SO2)	ug/m3	18,64	4,19	0,00	0,00	4,98	21,00	0,00	0,00	0,00	<125	<125	<125	125	Si Cumple
Ozono	ug/m3	56,89	52,09	58,02	35,44	77,09	63,51	0,00	24,58	38,28	<98	<98	<98	100	Si Cumple
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	ug/m3	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<94	<94	<94	200	Si Cumple
Monóxido de Nitrógeno (NO)	ug/m3	82,18	99,61	105,85	83,01	91,35	126,64	133,66	128,87	92,33	<94	<94	<94	No Aplica	Si Cumple
Monóxido de Carbono (CO) (Máx. concentración a 1 hora)	ug/m3	1400,85	2456,80	329,59	224,86	890,25	1791,3	218,42	419,35	409,65	<114	<114	526	30000	Si Cumple
Monóxido de Carbono (CO) (Promedio a 8 horas)	ug/m3	290,55	959,38	292,88	479,97	254,57	186,68	85,87	192,00	409,65	<114	<114	908	10000	Si Cumple

Parámetro	Unidad	Resultado de Muestreo											Límite Máximo Permisible (ug/m3)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente		
		CURI-PAN-AQ-01	CURI-SAL-AQ-02	CURI-UDC-AQ-03	CURI-ECO-AQ-04	CURI-EPA-AQ-05	CURI-NCH-AQ-06	CURI-JER-AQ-07	CURI-EAL-AQ-08	CURI-EBA-AQ-09	DOM O-CA-01 y DOM O-PS-01	DOM O-CA-02 y DOM O-PS-02			DOM O-CA-03 y DOM O-PS-03	
Partículas Sedimentables	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23	0,22	0,15	1	Si Cumple

Fuente: Gruentec, agosto 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

5.1.14.3.2 Datos Históricos

En los muestreos ejecutados en el 2019 y 2020 no se realizó la medición de partículas sedimentables ya que son puntos referenciales que fueron muestreados como parte de los estudios de Factibilidad del proyecto, razón por la cual se ha utilizado esta información como datos históricos, sin embargo, en el alcance del muestreo (información primaria) se realizó la medición de este parámetro.

Tabla 5-70 Resultados de Muestreo de Calidad del Aire 2019 al 2020

Parámetro	Unidad	Resultado de Muestreo									Límite Máximo Permisible (ug/m3)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
		CURI-NCH-AQ-06	CURI-PAN-AQ-01	CURI-JER-AQ-07	CURI-ECO-AQ-04	CURI-EPA-AQ-05	CURI-EAL-AQ-08 ⁵	CURI-SAL-AQ-02	CURI-UDC-AQ-03	CURI-EBA-AQ-09		
PM 2.5	ug/m3	14,35	30,74	22,53	0,00	14,81	8	2,95	3,26	3,80	50	Si cumple
		21	19	17	15	8	11	23	16	16		Si cumple
PM 10	ug/m3	21,03	41,93	31,10	0,00	24,17	8	8,26	11,25	12,87	100	Si cumple
		30	26	52	26	22	35	26	35	18		Si cumple
Dióxido de azufre (SO ₂)	ug/m3	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	No existe acceso al punto de muestreo	0,00	0,00	0,00	125	Si cumple

⁵ En el punto CURI-EAL-AQ-08 no se realizó el muestreo de algunos parámetros en los años 2019 y 2020 a causa de que la vía de acceso al punto se encontraba en malas condiciones debido a factores climáticos.

Parámetro	Unidad	Resultado de Muestreo									Límite Máximo Permissible (ug/m3)	Cumple o no con la Norma Ambiental Vigente
		CURI-NCH-AQ-06	CURI-PAN-AQ-01	CURI-JER-AQ-07	CURI-ECO-AQ-04	CURI-EPA-AQ-05	CURI-EAL-AQ-08 ⁵	CURI-SAL-AQ-02	CURI-UDC-AQ-03	CURI-EBA-AQ-09		
		9	8	6	7	12	para realizar el muestreo de gases.	5	7	5		Si cumple
Ozono	ug/m3	86,08	107,52	63,89	80,68	61,38	No existe acceso al punto de muestreo para realizar el muestreo de gases.	45,82	25,02	11,27	100	No cumple
		61	12	14	10	23		17	30	15		Si cumple
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ug/m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	No existe acceso al punto de muestreo para realizar el muestreo de gases.	0,00	0,15	0,00	200	Si cumple
		2	5	4	3	3		1	5	1		Si cumple
Monóxido de Nitrógeno (NO)	ug/m3	15,49	4,75	0,25	21,92	3,60	No existe acceso al punto de muestreo para realizar el muestreo de gases.	13,53	25,77	17,13	No Aplica	Si cumple
		10	2	40	1	2		1	2	1		Si cumple
Monóxido de Carbono (CO) (Máx. concentración a 1 hora)	ug/m3	3354,86	2549,62	939,75	2641,28	2562,27	No existe acceso al punto de muestreo para realizar el muestreo de gases.	1563,08	937,53	1833,03	30000	Si cumple
		979	670	633	506	927		348	481	355		Si cumple
Monóxido de Carbono (CO) (Promedio a 8 horas)	ug/m3	962,44	802,51	738,07	1115,92	737,43	No existe acceso al punto de muestreo para realizar el muestreo de gases.	1195,68	857,61	762,69	10000	Si cumple
		842	625	499	197	856		291	406	297		Si cumple

Fuente: ALS Ecuador, resultados laboratorio 2019- 2020
 Elaboración: Cardno Entrix, julio 2021

Página en blanco

5.1.14.4 Conclusiones

Se puede observar que los muestreos realizados en 2020 y 2021 todos los puntos de muestreo cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial No.097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 4: Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión; por lo que se considera que la calidad del aire en estos sitios de muestreo no presenta concentraciones de gases contaminantes, ni material particulado que genere contaminación al medio ambiente.

El muestreo ejecutado en el 2019 dio como resultado que los puntos de muestreo CURI-NCH-AQ-06, CURI-JER-AQ07, CURI-ECO-AQ-04, CURI-EPA-AQ-05, CURI-EAL-AQ-08, CURI-SAL-AQ-02, CURI-UDC-AQ-03 y CURI-EBA-AQ-09 cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial No.097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 4: Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión. Mientras que el punto CURI-PAN-AQ-01 no cumple en el parámetro Ozono, esto pudo ser a causa de que este gas secundario se forma a partir de ciertos precursores como el monóxido de carbono y sobre todo con intervención de alta insolación y temperatura, lo que tiene relación con la alta concentración de CO obtenido en este punto durante el muestreo. En este mismo punto también se observa que no se registró valores de PM10 y PM2.5, esto pudo darse a causa de la presencia de lluvia en el sector o porque no existió influencia de viento, lo que generó que no exista presencia de partículas en suspensión que sean medibles.

Los resultados obtenidos de los puntos del alcance del muestreo cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial No.097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 4: Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión.

5.1.15 Hidrología

La hidrología del área de estudio está descrita en función de las unidades hidrográficas que se encuentran en el área de implantación del proyecto; busca determinar la calidad del agua de los cursos hídricos más representativos obteniendo valores referenciales de su condición ambiental actual.

La caracterización de la hidrología es relevante, por cuanto su conocimiento resulta imprescindible para el entendimiento del comportamiento del medio físico de la zona y su relación con los potenciales impactos durante el desarrollo del proyecto.

Los cuerpos hídricos están estrechamente ligados al contexto geográfico: relieve, naturaleza, grado de meteorización de las rocas, cobertura vegetal, uso del suelo y clima, los cuales se combinan para establecer las características de la hidrología.

La determinación de las unidades hidrográficas y sus características físicas, se realizó sobre la base de información cartográfica oficial del Instituto Geográfico Militar a escala 1:50 000 (N IV-B 3 Quinzaloma, N IV-B 4 Moraspungo, N IV-D 1 Ventanas, N IV-D 2 San José de Camarón) aplicando la metodología Pfafstetter, que se encuentra detallada en el *Manual de procedimientos de delimitación y codificación de unidades hidrográficas, caso: Ecuador*, elaborado por la UICN SUR en el 2009 y aprobada mediante Acuerdo Ministerial No. 2017-0023 del 15 de noviembre de 2017, de la Secretaría Nacional del Agua SENAGUA.

5.1.15.1 Metodología

5.1.15.1.1 Unidades Hidrográficas del Área Geográfica

El método Pfafstetter considera tres tipos de unidades de drenaje: cuencas, intercuenas y cuencas internas.

Cuenca es un área (unidad hidrográfica) que no recibe drenaje de ninguna otra área, pero sí contribuye con flujo a otra unidad de drenaje. Es un sistema de donde el agua, sedimentos y materiales disueltos drenan a un punto en común a lo largo de un arroyo, humedal, lago o río. Por cada cuenca, hay un sistema

de drenajes que transporta agua de lluvia a sus salidas. Sus márgenes están marcadas por los puntos más altos de este terreno alrededor del cuerpo de agua.

Intercuenca es un área (unidad de drenaje) que recibe el drenaje de otra unidad que se ubica aguas arriba, mediante el curso del río principal, y permite el drenaje del flujo propio y del que ha ingresado a esta unidad hacia la unidad de drenaje que se ubica hacia aguas abajo.

Con el fin de caracterizar toda el área donde se prevé intervención debido a la ejecución del proyecto, se establecieron los niveles de las unidades hidrográficas que se encuentran en el área de geográfica. En tal sentido, se determinó que el área del proyecto se enmarca en las siguientes unidades hidrográficas.

Tabla 5-71 Unidades Hidrográficas del Área Geográfica

Unidad Hidrográfica Pfasftetter	Código	Nivel	Nombre del Drenaje
Unidad hidrográfica 1497854	1497854	7	Río SN
Unidad hidrográfica 1498226	1498226	7	Río SN

Fuente: Metodología Pfasftetter, Cardno Entrix, agosto 2021
Elaborado por: Cardno Entrix, agosto 2021

Las principales características físicas de las unidades hidrográficas a ser analizadas en el presente proyecto, son: área, perímetro, longitud del cauce principal, longitud media del cauce principal, longitud total de los cauces secundarios y dirección del drenaje.

Tabla 5-72 Características de las Unidades Hidrográficas del Área Geográfica

Nombre del Drenaje	Pfasftetter			Características Principales					
	Unidad Hidrográfica Pfasftetter	Codificación	Nivel	Área (km ²)	Perímetro (km)	Longitud del Cauce Principal	Longitud Media del Cauce Principal (km)	Longitud de los Cauces Secundarios (km)	Dirección del Drenaje
Río SN	Unidad hidrográfica 1497854	1497854	7	7,03	11,50	5,08	3,06	49,60	N-S
Río SN	Unidad hidrográfica 1498226	1498226	7	10,88	17,61	8,36	6,33	54,10	S-N

Fuente: Metodología Pfasftetter, Cardno Entrix, agosto 2021
Elaborado por: Cardno Entrix, agosto 2021

Con estas características se puede determinar parámetros de forma de las cuencas por medio de índices o coeficientes que relacionan el movimiento del agua y las respuestas de la cuenca a estos movimientos. Las variables a calcular son: la forma de la microcuenca, con base en el coeficiente de compacidad (Kc) de Gravelius y al coeficiente de forma (Kf) de Horton; la densidad de drenaje (Dd) de la cuenca, con base en la longitud total de los cauces; y la sinuosidad del cauce principal (Si), para lo cual se hará uso de las siguientes relaciones:

Coficiente de Forma (kf)

Es uno de los parámetros que explica la elongación de una unidad hidrográfica. Este parámetro está definido por la siguiente expresión:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Donde⁶:

A, área de la unidad hidrográfica, km²

L, longitud del cauce principal, km

Es un parámetro adimensional, y la longitud de la unidad hidrográfica puede considerarse según tres criterios diferentes: la longitud del cauce principal considerando su sinuosidad, la longitud del cauce principal considerando su eje o la distancia en línea recta entre el punto de control de la cuenca y el punto más alejado de este punto (López Cadenas de Llano & Mintegui Aguirre, 1987).

En la siguiente tabla se muestra la forma que puede adoptar una unidad hidrográfica según los rangos aproximados del factor de forma.

Tabla 5-73 Rangos Aproximados del Factor de Forma

Factor de Forma (valores aproximados)	Forma de la Unidad Hidrográfica
<0,22	Muy alargada
0,22 a 0,30	Alargada
0,30 a 0,37	Ligeramente alargada
0,37 a 0,45	Ni alargada ni ensanchada
0,45 a 0,60	Ligeramente ensanchada
0,60 a 0,80	Ensanchada
0,80 a 1,20	Muy ensanchada
>1,20	Rodeando el desagüe

Fuente: Metodología Pfasftetter, Cardno Entrix, agosto 2021

Elaborado por: Cardno Entrix, agosto 2021

Coefficiente de Compacidad (kc)

Establece la relación entre el perímetro de la unidad hidrográfica y el perímetro de una circunferencia de área equivalente a la superficie de la unidad hidrográfica correspondiente. Este índice representa la forma de la superficie de la unidad hidrográfica, según su delimitación y su influencia sobre los escurrimientos y el hidrograma resultante de una precipitación (López Cadenas de Llano & Mintegui Aguirre, 1987).

De otra manera, este índice se basa en la comparación con una unidad hidrográfica ideal de forma circular con sus cauces dispuestos radialmente y que desembocan en el punto central (López Cadenas de Llano, 1998). Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$K_c = \frac{0,28 P}{A^{0,5}}$$

Donde⁷:

A, área de la unidad hidrográfica, km²

P, perímetro de la unidad hidrográfica, km

Cuando el valor de kc tienda a uno, la unidad hidrográfica tendrá una forma casi circular. Esto significa que las crecientes tendrán mayor coincidencia debido a que los tiempos de concentración de los diferentes puntos de la unidad hidrográfica serán iguales. El tiempo de concentración consiste en la duración

⁶ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador; Metodología Pfasftetter, SENAGUA 2009

⁷ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador; Metodología Pfasftetter, SENAGUA 2009

necesaria para que una gota de agua que cae en el punto más alejado de la cuenca llegue al punto de salida o desembocadura. En cuencas muy alargadas, el valor de K_c sobrepasa a 2, como se puede observar en la siguiente figura:

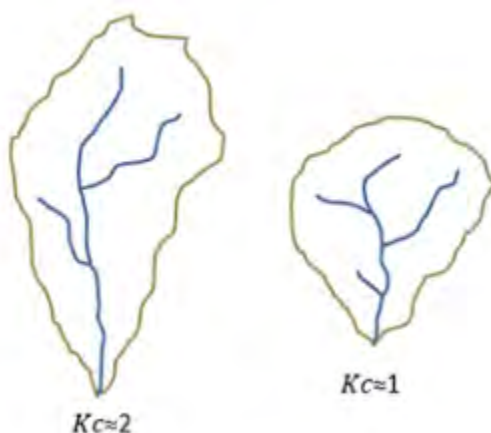


Figura 5-97 Comparación de la Forma de Unidades Hidrográficas según K_c

Fuente: Metodología Pfasftetter, Cardno Entrix, diciembre 2020
Elaborado por: Cardno Entrix, diciembre 2020

Densidad de Drenaje (Dd)

Este parámetro indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua irregulares y regulares de la unidad hidrográfica y la superficie total de esta. De otra manera, expresa la capacidad de desalojar un volumen de agua dado (López Cadenas de Llano, 1998). Este parámetro es muy representativo respecto a la topografía de la unidad hidrográfica.

Valores mínimos de esta relación están asociados a regiones con materiales de suelo poco erosionables, baja cubierta de vegetación y pendientes planas. Mientras que, valores altos refieren a que las precipitaciones intervienen rápidamente sobre las descargas de los ríos. Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$D_d = \frac{L_T}{A}$$

Donde⁸:

A, área de la unidad hidrográfica, km^2

L_T , longitud total de los cauces, km

Tabla 5-74 Rangos Aproximados de la Densidad del Drenaje

Densidad de Drenaje (valores aproximados)	Clases
0,1 a 1,8	Baja
1,9 a 3,6	Moderada
3,7 a 5,6	Alta

Fuente: Metodología Pfasftetter, Cardno Entrix, diciembre 2020
Elaborado por: Cardno Entrix, diciembre 2020

⁸ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador; Metodología Pfasftetter, SENAGUA 2009

Sinuosidad (Si)

Es el índice que representa la distancia en la que el trazado del río se aparta de una línea recta. Se mide por la relación entre la distancia que separa dos puntos a lo largo de la parte más profunda del cauce y la distancia en línea recta entre ellos. Un cauce en línea recta tiene una sinuosidad de 1, mientras que se describen los ríos como meándricos cuando la sinuosidad es mayor de 1,5 (López Cadenas de Llano & Mintegui Aguirre, 1987). Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Si = \frac{L}{L_m}$$

Donde:

L, longitud del cauce principal, km

Lm, longitud media del cauce principal en línea recta o curva, km

5.1.15.1.2 Análisis de Resultados

Los cálculos realizados se presentan en el Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.9 Hidrología, C.1.9.1 Método Pfafstetter.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los cálculos antes mencionados.

Tabla 5-75 Coeficientes a partir de los Parámetros Fisiográficos de las Unidades Hidrográficas Analizadas

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Código	Nivel	Coefficiente de Forma (kf)	Coefficiente de Compacidad (kc)	Densidad de Drenaje (Dd) (km/km ²)	Sinuosidad (Si)
Unidad hidrográfica 1497854	Río SN	1497854	7	0,27	1,22	7,13	1,66
Unidad hidrográfica 1498226	Río SN	1498226	7	0,16	1,49	4,96	1,32

Fuente: Metodología Pfafstetter, Cardno Entrix, agosto 2021
Elaborado por: Cardno Entrix, agosto 2021

Coefficiente de Forma (kf)

Tabla 5-76 Análisis de Resultados del Coeficiente de Forma (kt)

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Coefficiente de Forma (kf)	Forma de la Unidad Hidrográfica
Unidad hidrográfica 1497854	Río SN	7	0,27	Alargada
Unidad hidrográfica 1498226	Río SN	7	0,16	Muy alargada

Fuente: Metodología Pfafstetter, Cardno Entrix, agosto 2021
Elaborado por: Cardno Entrix, agosto 2021

Coefficiente de Compacidad (kc)

Tabla 5-77 Análisis de Resultados del Coeficiente de Compacidad (kc)

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Coefficiente de Compacidad (kc)	Forma de la Unidad Hidrográfica
Unidad hidrográfica 1497854	Río SN	7	1,22	Circular

Unidad Hidrográfica Pfasftetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Coefficiente de Compacidad (kc)	Forma de la Unidad Hidrográfica
Unidad hidrográfica 1498226	Río SN	7	1,49	Circular

Fuente: Metodología Pfasftetter, Cardno Entrix, agosto 2021
Elaborado por: Cardno Entrix, agosto 2021

Densidad de Drenaje (Dd)

Tabla 5-78 Análisis de Resultados de la Densidad de Drenaje (Dd)

Unidad Hidrográfica Pfasftetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Densidad de Drenaje (Dd) (km/km ²)	Rangos Aproximados
Unidad hidrográfica 1497854	Río SN	7	7,13	Alta
Unidad hidrográfica 1498226	Río SN	7	4,96	Alta

Fuente: Metodología Pfasftetter, Cardno Entrix, agosto 2021
Elaborado por: Cardno Entrix, agosto 2021

Sinuosidad (Si)

Tabla 5-79 Análisis de Resultados de Sinuosidad (Si)

Unidad Hidrográfica Pfasftetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Sinuosidad (Si)	Tipo de Cauce
Unidad hidrográfica 1497854	Río SN	7	1,66	Meándrico
Unidad hidrográfica 1498226	Río SN	7	1,32	Lineal

Fuente: Metodología Pfasftetter, Cardno Entrix, agosto 2021
Elaborado por: Cardno Entrix, agosto 2021

5.1.15.1.3 Hidrometría y Cálculo de Caudales

La hidrometría es una rama de la hidrología, encargada de la medición del agua que circula por una sección en un tiempo determinado.

La ecuación de caudal se detalla a continuación:

$$Q = A * V$$

Donde:

Q: caudal (m³/s)




A: área de la sección transversal (m²)





V: velocidad media del agua (m/s)




A continuación, se detalla el cálculo de las características hidrométricas de los cuerpos hídricos muestreados como parte de la línea base del presente informe (Anexo B.- Cartografía, 5.1-7-A Mapa Hidrológico).




Cabe mencionar que la empresa recolectó la información hidrológica del sector con el objetivo de levantar la línea base, por lo cual la empresa levanto la información de área y velocidad en cada uno de los puntos de muestreo ubicados en las zonas del proyecto y recolectada la información en intervalos de tiempo. (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.9 Hidrología, C.1.9.2 Est Hidrológicas)



Tabla 5-80 Características Hidrométricas de los Cuerpos Hídricos Monitoreados

Unidad Hidrográfica Nivel 7 (Pfafstetter)	Nombre del cuerpo hídrico	Tipo	Coordenadas WGS 84		Ancho de sección (m)	Profundidad (m)	Velocidad promedio (m/s)	Caudal promedio (m ³ /s)	Tipo de Aforo	Registro Fotográfico
			Este (m)	Norte (m)						
DOMO-AG-01	Río Naves Chico	Lótico	694920	9856066	0,54	0,06	0,5	12,13	Global water	
DOMO-AG-02	Río Naves Chico Este	Lótico	695795	9855912	0,41	0,04	0,331	5,67	Flujometro valeport	
DOMO-AG-03	Quebrada El Buho	Lótico	694492	9854754	0,19	0,03	0,359	1,67	Flujometro valeport	

Unidad Hidrográfica Nivel 7 (Pfafstetter)	Nombre del cuerpo hídrico	Tipo	Coordenadas WGS 84		Ancho de sección (m)	Profundidad (m)	Velocidad promedio (m/s)	Caudal promedio (m³ /s)	Tipo de Aforo	Registro Fotográfico
			Este (m)	Norte (m)						
DOMO-AG-04	Quebrada El Silencio	Lótico	695163	9854484	-	-	-	0,75	Aforo volumétrico	
DOMO-AG-05	Quebrada Tamame Oeste	Lótico	695624	9854199	0,4	0,044	0,393	6,18	Flujometro valeport	
DOMO-AG-06	Quebrada S/N	Lótico	696033	9853541	0,31	0,44	0,42	3,77	Flujometro valeport	
DOMO-AG-07	Estero El Silencio	Léntico	695152	9853012	1,72	0,09	0,359	59,58	Flujometro valeport	

Unidad Hidrográfica Nivel 7 (Pfafstetter)	Nombre del cuerpo hídrico	Tipo	Coordenadas WGS 84		Ancho de sección (m)	Profundidad (m)	Velocidad promedio (m/s)	Caudal promedio (m ³ /s)	Tipo de Aforo	Registro Fotográfico
			Este (m)	Norte (m)						
DOMO-AG-08	Estero El Silencio	Lótico	694423	9852814	0,54	0,07	0,497	13,79	Flujometro valeport	
DOMO-AG-10	Estero Caracol	Léntico	695169	9855926	0,42	0,05	0,397	5,64	Flujometro valeport	
DOMO-AG-11	Estero Naves Chico	Léntico	694242	9855430	1,24	0,05	0,44	34,88	Flujometro valeport	

Unidad Hidrográfica Nivel 7 (Pfafstetter)	Nombre del cuerpo hídrico	Tipo	Coordenadas WGS 84		Ancho de sección (m)	Profundidad (m)	Velocidad promedio (m/s)	Caudal promedio (m³ /s)	Tipo de Aforo	Registro Fotográfico
			Este (m)	Norte (m)						
DOMO-AG-12	Quebrada El Buho	Lótico	694681	9854574	-	-	-	0,23	Aforo volumétrico	
DOMO-AG-13	Quebrada El Silencio	Lótico	694403	9853289	0,27	0,05	0,455	5,21	Flujometro valeport	
DOMO-AG-14	Naves Chico	Lótico	694288	9854965	-	-	-	0,98	Aforo volumétrico	

Unidad Hidrográfica Nivel 7 (Pfafstetter)	Nombre del cuerpo hídrico	Tipo	Coordenadas WGS 84		Ancho de sección (m)	Profundidad (m)	Velocidad promedio (m/s)	Caudal promedio (m ³ /s)	Tipo de Aforo	Registro Fotográfico
			Este (m)	Norte (m)						
DOMO-AG-15	Quebrada La Ortencia	Lótico	694372	9854805	-	-	-	0,966	Aforo volumétrico	
SRL-7	Estero Naves Chico Este	Lótico	694685	9856624	1,3	-	-	3,64	Flujometro valeport	

Fuente: Curimining S.A. 2021
 Elaborado por: Cardno Entrix, octubre 2021

Página en blanco

5.1.15.1.4 Conclusiones

- > El Río S/N se encuentra en la unidad de hidrográfica de Pfastetter 1497854, con el código 1497854, en nivel 7, la forma que presenta es alargada, la compacidad es circular, la densidad de drenaje es alta con una sinuosidad meandrica.
- > El Río S/N se encuentra en la unidad de hidrográfica de Pfastetter 1498226, con el código 1498226, en nivel 7, la forma que presenta es muy alargada, la compacidad es circular, la densidad de drenaje es alta con una sinuosidad lineal.

5.1.16 Calidad del Agua

La calidad del agua depende de varios factores que incluyen el origen y características de la zona influenciada, el volumen de las precipitaciones, la presencia de nutrientes y posible contaminación producida por diferentes tipos de actividades que se den en el área.

Debido a la complejidad de todos los factores que determinan la calidad del agua, así como la cantidad de variables que pueden seleccionarse para describir un cuerpo hídrico en términos cuantitativos, se considera difícil establecer una simple definición de la calidad del agua. Por tal motivo y para fines de este estudio, se utilizarán las definiciones establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tabla 5-81 Ubicación de los Puntos de Muestreo

Término	Definición
Calidad del ambiente acuático	<p>Conjunto de concentraciones, especiaciones y particiones físicas de sustancias orgánicas e inorgánicas.</p> <p>Composición y estado de la biota acuática en el cuerpo de agua.</p> <p>Descripción temporal y espacial de las variaciones debidas a factores internos y externos al cuerpo de agua.</p>
Contaminación del ambiente acuático	<p>Introducción directa o indirecta de sustancias o energía generadas por el hombre, que resulten en efectos nocivos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Daño a los recursos vivientes ▪ Peligros para la salud humana ▪ Impedimento a las actividades acuáticas, incluyendo la pesca ▪ Daño a la calidad del agua con respecto a su uso en la agricultura, uso industrial y actividades económicas

Fuente: (WHO-UNESCO-UNEP, 1996)
Traducción: Cardno Entrix, abril 2019

5.1.16.1 **Metodología**

Caracterizar la calidad del agua comprende el seguimiento sistemático a través del muestreo y toma de datos de campo de puntos definidos previamente, con la finalidad de obtener información que permita evaluar que los parámetros de la calidad del agua guarden relación con los usos del cuerpo receptor.

Los ensayos para la caracterización de la calidad del agua fueron realizados por el laboratorio Gruentec, acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE)., además, los técnicos estaban capacitados para la toma de las muestras (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.10 Calidad del Agua, C.1.10.1. Certificados técnicos), Cabe mencionar que Gruentec Cía. Ltda. ha mantenido una reunión con Walter Pérez, Director de Acreditación en Laboratorios del SAE, en la cual ha recibido acogida inmediata de la petición de cambio de unidades en el alcance de acreditación, ya que desde el punto de vista técnico, no existen diferencias entre las unidades acreditadas y normadas, por ejemplo, en los parámetros de metales en aguas y suelo, corresponden a mg/l y mg/kg respectivamente, mientras que las unidades con las que cuenta Gruentec Cía. Ltda. en la acreditación, corresponden a µg/l y µg/g para aguas y suelo respectivamente, es decir, las unidades son equivalentes, se encuentran dentro del sistema internacional

y, en consecuencia, no tienen un desvío entre ellas por ser submúltiplos de los valores solicitados. Además, en el caso de los suelos, las unidades son incluso equivalentes ($1 \mu\text{g/g} = 1 \text{mg/kg}$), (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.10 Calidad del Agua, C.1.10.2. Acreditación Gruntec).

La metodología que utiliza el laboratorio se basa en la utilización de métodos internos referentes a métodos estándar para análisis de parámetros físico-químicos y análisis microbiológico.

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio, se realiza una comparación con los límites máximos permisibles establecidos en la Tabla 2 Criterios Admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios; y, la Tabla 3 Criterios de Calidad de aguas para riego agrícola, Anexo 1 del Libro VI del Acuerdo Ministerial 097-A.

Durante las jornadas de toma de muestra, se recolectó *in situ* las características y condiciones ambientales mediante fichas de campo; a su vez, se realizó la medición de los parámetros pH, temperatura y conductividad eléctrica (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.10 Calidad del Agua, C.1.10.4 Fichas de Campo).

5.1.16.2 Procedimiento de Campo


El procedimiento de campo para la toma de muestras simples de agua superficial contempla:

- > En la zona de muestreo se debe determinar la ubicación de los puntos a muestrear.
- > Con la hoja de campo se debe de caracterizar el área de toma de muestra (coordenadas, condiciones climáticas, ancho curso de agua, etc.).
- > Se debe realizar el etiquetado del envase con el que se va a tomar la muestra, para lo que se señala la fecha, persona que realiza el muestreo, empresa, nombre del estudio y código de la muestra.
- > Previa toma de muestras se homogeniza los envases, lavando con el agua del cuerpo de agua a muestrear y rellenando los envases, posteriormente, se desecha esta agua. Nunca se debe desechar el agua por delante del punto de muestreo.
- > Si el muestreo se lo hace a pie, se debe orientar la boca del envase aguas arriba frente a sus pies, de manera que no se mezcle cualquier sedimento que pudiese contaminar la muestra.
- > Recolectar las muestras de agua superficial en cada lugar antes de recoger las de sedimentos para evitar contaminación con exceso de partículas suspendidas levantadas durante el muestreo.
- > El envase debe de quedar totalmente lleno y sin burbujas, si la muestra es para análisis orgánicos volátiles se debe dejar un espacio para la expansión.
- > Posteriormente, se deben de tomar los parámetros *in situ* mencionados (multiparámetros) a continuación: pH, temperatura y conductividad eléctrica.
- > Completar la cadena de custodia y descontaminar todo el equipo de muestreo antes y después de su uso y entre los lugares de muestreo. (Anexo C. Respaldos LB, C.1 Físico, C.1.10 Calidad del Agua, C.1.10.3 Cadenas de custodia).



5.1.16.2.1 Puntos de Muestreo




Para caracterizar la calidad del agua, se consideraron cuerpos hídricos que podrían verse afectados por el desarrollo de las actividades del proyecto, directa o indirectamente, también se consideró la accesibilidad que garantiza el muestreo a largo plazo, la facilidad de toma de las muestras y la seguridad de técnicos y equipos. En la tabla a continuación, se presenta la ubicación de los puntos determinados.




Tabla 5-82 Ubicación de los Puntos de Muestreo




No. de muestra	Código de muestra	Cuerpo de agua ⁹	Coordenadas UTM WGS84 17S		Fecha de muestreo			Descripción del sitio de muestreo	Uso de agua	Fotografía del Sitio de muestreo
			Este (m)	Norte (m)	2021	2020	2019			
1	CURI-EBA-A3	Estero Naves Norte	692559	9854524	11/01 16/02 15/03 12/04 10/05 15/06 13/07 12/08	14/01 11/02 11/03 13/10 18/11 14/12	14/11 10/12	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
2	CURI-JER-A6	Río Naves Medio	692452	9857211	11/01 15/02 17/03 12/04 10/05 14/06 12/07 10/08	13/01 10/02 10/03 12/10 16/11 14/12	12/11 09/12	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
3	CURI-JER-A8	Estero Naves Chico Este	694691	9856645	11/01 15/02 15/03 12/04 10/05 14/06 12/07 10/08	13/01 10/02 10/03 12/10 18/11 14/12	12/11 09/12	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores	Preservación de la vida acuática y silvestre	




⁹ Los nombres de los cuerpos hídricos corresponden a los identificados en la fase de campo, dentro de la cartografía corresponde S/N




No. de muestra	Código de muestra	Cuerpo de agua ⁹	Coordenadas UTM WGS84 17S		Fecha de muestreo			Descripción del sitio de muestreo	Uso de agua	Fotografía del Sitio de muestreo
			Este (m)	Norte (m)	2021	2020	2019			
4	CURI-NCH-A1	Quebrada El Búho	695291	9855410	11/01			Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
					15/02	13/01				
					15/03	10/02				
					12/04	10/03	12/11			
					10/05	12/10	09/12			
					14/06	16/11				
					12/07	14/12				
					10/08					
5	CURI-NCH-A7	Estero Naves Chico	693609	9856453	11/01			Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
					15/02	13/01				
					15/03	10/02				
					12/04	10/03	12/11			
					10/05	12/10	09/12			
					14/06	16/11				
					12/07	14/12				
					10/08					
6	CURI-ETR-A4	Estero Naves Sur	691164	9854122	12/01			Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
					16/02	14/01				
					16/03	11/02				
					13/04	11/03	14/11			
					11/05	13/10	10/12			
					16/06	17/11				
					13/07	15/12				
					11/08					




No. de muestra	Código de muestra	Cuerpo de agua ⁹	Coordenadas UTM WGS84 17S		Fecha de muestreo			Descripción del sitio de muestreo	Uso de agua	Fotografía del Sitio de muestreo
			Este (m)	Norte (m)	2021	2020	2019			
7	CURI-NCH-A2	Quebrada Naves Medio	692991	9854606	12/01 15/02 15/03 12/04 11/05 14/06 12/07 10/08	14/01 11/02 11/03 13/10 17/11 15/12	14/11 10/12	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
8	CURI-EAL-A15	Estero El Silencio	695384	9853413	13/01 17/02 17/03 15/04 12/04 16/06 14/07 12/08	16/01 13/02 12/03 15/10 18/11 16/12	13/11 11/12	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
9	CURI-EAL-A16	Estero El Silencio	695009	9852571	14/01 18/02 18/03 15/04 13/05 17/06 14/07 13/08	17/01 13/02 15/10 19/11 16/12	13/11 11/12	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	




No. de muestra	Código de muestra	Cuerpo de agua ⁹	Coordenadas UTM WGS84 17S		Fecha de muestreo			Descripción del sitio de muestreo	Uso de agua	Fotografía del Sitio de muestreo
			Este (m)	Norte (m)	2021	2020	2019			
10	CURI-EBA-A18	Quebrada El Silencio	694498	9851824	14/01 18/02 18/03 14/04 13/05 17/06 15/07 13/08	16/01 14/02 16/10 20/11 17/12	11/11 12/12	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores	Preservación de la vida acuática y silvestre	
11	CURI-UDC-A17	Río Runayacu	696429	9851548	14/01 18/02 18/03 14/04 13/05 17/06 15/07 12/08	16/01 13/02 13/03 16/10 19/11 16/12	13/11 12/12	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Abrebadero de animales	
12	DOMO-AG-01	Río Naves Chico	694920	9856066	18/08 -	-	-	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	

No. de muestra	Código de muestra	Cuerpo de agua ⁹	Coordenadas UTM WGS84 17S		Fecha de muestreo			Descripción del sitio de muestreo	Uso de agua	Fotografía del Sitio de muestreo
			Este (m)	Norte (m)	2021	2020	2019			
13	DOMO-AG-02	Río Naves Chico	695795	9855912	22/08 -	-	-	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores	Preservación de la vida acuática y silvestre	
14	DOMO-AG-03	Quebrada El Buho	694492	9854754	17/08 -	-	-	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
15	DOMO-AG-04	Quebrada El Silencio	695163	9854484	17/08 -	-	-	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	

No. de muestra	Código de muestra	Cuerpo de agua ⁹	Coordenadas UTM WGS84 17S		Fecha de muestreo			Descripción del sitio de muestreo	Uso de agua	Fotografía del Sitio de muestreo
			Este (m)	Norte (m)	2021	2020	2019			
16	DOMO-AG-05	Quebrada Tamame	695624	9854199	19/08 -	-		Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
17	DOMO-AG-06	Quebrada S/N	696033	9853541	19/08 -	-		Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
18	DOMO-AG-07	Estero El Silencio	695152	9853012	18/08 -	-		Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	

No. de muestra	Código de muestra	Cuerpo de agua ⁹	Coordenadas UTM WGS84 17S		Fecha de muestreo			Descripción del sitio de muestreo	Uso de agua	Fotografía del Sitio de muestreo
			Este (m)	Norte (m)	2021	2020	2019			
19	DOMO-AG-08	Estero El Silencio	694423	9852814	19/08 -	-		Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
20	DOMO-DA-1B	Estero El Silencio	694991	985284	18/08 -	-		Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	
21	DOMO-DA-03	Río Naves Chico	694328	9854974	17/08 -	-		Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores.	Preservación de la vida acuática y silvestre	

No. de muestra	Código de muestra	Cuerpo de agua ⁹	Coordenadas UTM WGS84 17S		Fecha de muestreo			Descripción del sitio de muestreo	Uso de agua	Fotografía del Sitio de muestreo
			Este (m)	Norte (m)	2021	2020	2019			
22	DOMO-AG-10		695169	9855932	14/09 -	-		Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores	Preservación de la vida acuática y silvestre	
23	DOMO-AG-11	Quebrada Naves Chico oeste	694242	9855445	14/09 -	-		Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores	Preservación de la vida acuática y silvestre	
24	DOMO-AG-12		694681	9854577	14/09 -	-		Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores	Preservación de la vida acuática y silvestre	

No. de muestra	Código de muestra	Cuerpo de agua ⁹	Coordenadas UTM WGS84 17S		Fecha de muestreo			Descripción del sitio de muestreo	Uso de agua	Fotografía del Sitio de muestreo
			Este (m)	Norte (m)	2021	2020	2019			
25	DOMO-AG-13	Quebrada Silencio oeste	694389	9853290	16/09 -	-	-	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores	Preservación de la vida acuática y silvestre	
26	DOMO-AG-14		694281	9854965	14/09 -	-	-	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores	Preservación de la vida acuática y silvestre	
27	DOMO-AG-15		694373	9854809	14/09-	-	-	Presencia de rocas en el lecho del río y vegetación abundante en los alrededores	Preservación de la vida acuática y silvestre	

Fuente: CURIMINIG, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Página en blanco

5.1.16.3 Parámetros Analizados

Las muestras de agua fueron recolectadas en recipientes de vidrio color ámbar y recipientes transparentes de plástico, luego etiquetados y debidamente preservados en neveras portátiles, hasta la recepción en el laboratorio Gruentec (acreditado ante el SAE).

Los principales parámetros analizados se detallan a continuación. Cabe señalar que estos fueron comparados con la legislación ambiental actual establecidos en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, la Tabla 2 “Criterios Admisibles para la Preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios”, y la Tabla 3 “Criterios de Calidad de Aguas para riego agrícola”, del Anexo 1 del Libro VI del Acuerdo Ministerial 097-A:

Página en blanco

5.1.16.3.1 Datos Actuales

A continuación, se presenta los resultados de laboratorio correspondientes a los puntos de muestreo de 2021. (Anexo C. Respaldo LB, C.1 Físico, C.1.10 Calidad del Agua, C.1.10.5. Resultados Laboratorio).

Tabla 5-83 Resultados de Muestreo de Caracterización de Aguas Superficiales 2021

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	MUESTRA																Cumple con Criterio de Calidad	
				DOMO-AG-01	DOMO-AG-02	DOMO-AG-03	DOMO-AG-04	DOMO-AG-05	DOMO-AG-06	DOMO-AG-07	DOMO-AG-08	DOMO-DA-1B	DOMO-DA-03	DOMO-AG-10	DOMO-AG-11	DOMO-AG-12	DOMO-AG-13	DOMO-AG-14	DOMO-AG-15		
Potencial hidrógeno	6 - 9	6,5 - 9	6,0 - 9	7,5	7,9	7,5	7,5	8	7,9	7,5	7,9	7,5	7,7	8,1	8,2	7,8	8	7,6	8,6	Si cumple	
Conductividad eléctrica	-	-	-	49	47	92	41	64	49	58	75	67	109	115	143	78	68	98	178	Si cumple	
Oxígeno disuelto	-	-	3 (mín.)	7,3	7,4	7,2	7,1	7,1	7,2	7,2	7,3	7	7,4	8,4	8,5	8,2	8,5	8	8	Si cumple	
Oxígeno de saturación	-	> 80	-	>100	92,9	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	100	>100	>100	>100	95,1	>100	Si cumple	
Materia flotante de origen antrópico	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si cumple
Sólidos suspendidos totales	-	Max incremento de 10 % de la condición natural	-	<5	7	<5	8	<5	6	<5	<5	15	<5	<5	<5	<5	13	<5	<5	Si cumple	
Amonio	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,03	<0,02	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
Nitrato	50	13	-	0,87	2,4	0,06	0,82	0,39	0,7	0,4	1,7	1,1	0,49	1,2	0,75	0,1	2,6	0,57	0,22	Si cumple	
Nitrito	0,2	0,2	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si cumple
Cianuro	0,1	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
Cloro libre residual		0,01	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si cumple
Aceites y grasas	0,3	0,3	Ausencia	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
Demanda bioquímica de oxígeno	<2	20	-	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si cumple
Demanda química de oxígeno	<4	40	-	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si cumple
Fenoles		0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
Hidrocarburos totales de petróleo	0,2	0,5	-	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	MUESTRA																Cumple con Criterio de Calidad
				DOMO-AG-01	DOMO-AG-02	DOMO-AG-03	DOMO-AG-04	DOMO-AG-05	DOMO-AG-06	DOMO-AG-07	DOMO-AG-08	DOMO-DA-1B	DOMO-DA-03	DOMO-AG-10	DOMO-AG-11	DOMO-AG-12	DOMO-AG-13	DOMO-AG-14	DOMO-AG-15	
Sustancias tensoactivas	-	0,5	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
Aluminio	-	0,1	5	0,11	0,09	0,06	0,35	0,15	0,27	0,08	0,07	0,67	0,16	0,16	0,11	0,02	0,34	0,1	0,28	No cumple
Arsénico	0,1	0,05	0,1	0,0006	<0,0005	0,0006	<0,0005	0,0005	<0,0005	0,0006	0,0009	<0,0005	0,0012	0,0005	0,0001	<0,0005	0,0005	0,0005	0,0036	Si cumple
Bario	1	1	-	0,016	0,027	0,025	0,014	0,025	0,013	0,011	0,019	0,0055	0,016	0,012	0,038	0,019	0,033	0,014	0,026	Si cumple
Berilio	-	0,1	0,1	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si cumple
Boro	-	0,75	0,75	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
Cadmio	0,02	0,001	0,05	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
Cobalto		0,2	0,01	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
Cobre	2	0,005	0,2	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	No cumple
Cromo	0,05	0,032	0,1	<0,0002	<0,0002	0,0007	0,0003	0,0003	<0,0002	0,0007	0,0004	0,001	0,0013	<0,0002	0,0006	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0003	Si cumple
Estaño		-	-	0,0005	0,0009	0,0014	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0009	<0,0005	0,001	0,0017	0,0059	0,0007	<0,0005	<0,0005	0,0009	0,001	Si cumple
Hierro	1	0,3	5	0,09	0,15	0,11	0,26	0,1	0,07	0,09	0,05	0,54	0,24	0,06	0,04	<0,02	0,3	0,03	0,12	No cumple
Manganeso		0,1	0,2	0,0006	0,0013	<0,0005	0,0036	0,0018	0,07	0,09	<0,0005	0,015	0,0023	0,0015	0,0039	<0,0005	0,0051	0,0012	0,033	Si cumple
Mercurio	0,006	0,0002	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
Níquel		0,025	0,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
Plata		0,01	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0003	<0,0001	<0,0001	Si cumple
Plomo	0,01	0,001	5	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0007	<0,0005	0,0006	Si cumple
Selenio	0,01	0,001	0,02	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
Zinc		0,03	2	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,019	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	Si cumple

Fuente: Gruntec, reportes de laboratorio 2021
 Elaboración: Entrix, marzo 2022

La siguiente tabla contiene información de los muestreos realizados por la Compañía durante el año 2021.

Tabla 5-84 Resultados de Muestreo de Caracterización de Aguas Superficiales 2021 (enero a agosto)

Parámetro	Fecha	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	MUESTRAS											Cumplimiento	
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18	CURI-UDC-A17		
Potencial hidrógeno	12 al 15 enero	6 - 9	6,5 - 9	6,0 - 9	6,9	7,1	7	6,8	7,5	7,1	7	7,3	7,1	7,4	7,4	Si cumple	
	15 al 19 febrero				8,1	7,5	7,8	7,4	7,7	7,9	7,9	7,7	7,6	7,7	7,8	Si cumple	
	15 al 18 marzo				7,8	8	7,7	7,6	7,9	7,8	7,9	7,6	7,7	7,9	7,9	Si cumple	
	12 al 17 abril				7,5	7,4	7,7	7,1	7,5	7,7	7,7	7,6	7,7	7,8	7,6	Si cumple	
	10 al 15 mayo				8,5	8	8,3	8,2	8,2	8,5	8,2	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	Si cumple
	14 al 18 junio				7,8	8,1	7,9	7,7	8,1	8,1	8	8,2	8,1	8,3	8,2	Si cumple	
	12 al 16 julio				7,9	7,8	8,3	7,8	8,8	8	8,4	7,6	8,4	7,9	8,3	Si cumple	
	10 al 15 agosto				7,6	8,2	8,1	7,3	8,3	8	7,9	7,7	8	7,9	8,3	Si cumple	
Conductividad eléctrica	12 al 15 enero	-	-	-	76	55	39	32	65	54	59	47	49	54	61	Si cumple	
	15 al 19 febrero				39	64	36	36	71	49	62	45	43	48	59	Si cumple	
	15 al 18 marzo				45	68	64	95	96	43	74	41	42	48	58	Si cumple	
	12 al 17 abril				43	98	98	84	119	63	116	80	77	73	87	Si cumple	
	10 al 15 mayo				51	79	46	39	96	67	97	45	47	55	74	Si cumple	
	14 al 18 junio				70	84	49	35	110	67	123	50	52	60	80	Si cumple	
	12 al 16 julio				81	94	44	43	110	68	140	60	73	71	86	Si cumple	
	10 al 15 agosto				88	93	44	33	112	71	135	54	57	67	87	Si cumple	
Oxígeno disuelto	12 al 15 enero	-	-	3 (min)	4,6	5,2	5,2	4,5	5,1	5,1	4,9	4,4	4,7	5,1	4,8	Si cumple	
	15 al 19 febrero				5,5	8,5	7	5,5	7,7	5,8	5,9	7,7	7,4	6,7	7,8	Si cumple	
	15 al 18 marzo				7,9	8,1	8,2	7,7	8,1	8,1	7,9	7,9	8,0	8,0	7,9	Si cumple	
	12 al 17 abril				7,8	8,1	8	7,6	8,2	8	7,8	8	7,9	8,2	8,3	Si cumple	
	10 al 15 mayo				8	7,9	8,3	7,8	8,3	7,9	8,1	7,9	8	8,3	8,3	Si cumple	
	14 al 18 junio				8	8,3	8,3	7,8	8,2	7,9	8,1	7,8	8,1	8,2	8,2	Si cumple	
	12 al 16 julio				6,4	7	7,1	6,5	7,4	7	7,6	6,8	6,7	7,3	7,2	Si cumple	
	10 al 15 agosto				8,1	8,6	8,2	7,6	8,6	8,2	7,8	8,1	8,3	8,2	8,1	Si cumple	
Oxígeno de saturación	12 al 15 enero	> 80	-	-	83	89,5	89,4	82,7	88,9	89,1	86,1	82,7	86	89,8	87	Si cumple	
	15 al 19 febrero				74,3	99,8	83,5	69,2	92,8	69,5	75,2	95,7	94,4	80,8	98,6	No cumple	
	15 al 18 marzo				98,4	99,5	98,9	98,1	99,1	99,1	98,8	98,6	99,5	99,7	>100	Si cumple	
	12 al 17 abril				>100	>100	>100	98,6	>100	>100	99,9	>100	>100	>100	>100	Si cumple	
	10 al 15 mayo				99	99,7	>100	98,2	>100	98	99,3	97,8	99,5	>100	>100	Si cumple	

Parámetro	Fecha	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	MUESTRAS										Cumplimiento	
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18		CURI-UDC-A17
	14 al 18 junio				97,5	98,3	98,6	96,4	98,5	97,6	98,4	97,3	98,4	98,5	99,3	Si cumple
	12 al 16 julio				78,2	82,8	83,1	80,2	89,2	86,5	86,4	83,2	80,6	87,4	85,5	No cumple
	10 al 15 agosto				96,3	>100	99,3	98,4	>100	98	96,9	98	99,2	99,6	99,6	Si cumple
Materia flotante de origen antrópico	12 al 15 enero		Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si cumple
	15 al 19 febrero		Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si cumple
	15 al 18 marzo		Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si cumple
	12 al 17 abril		Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si cumple
	10 al 15 mayo		Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si cumple
	14 al 18 junio		Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si cumple
	12 al 16 julio		Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si cumple
10 al 15 agosto		Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si cumple	
Sólidos suspendidos totales	12 al 15 enero				<5	7	<5	5	<5	17	12	9	<5	<5	<5	Si cumple
	15 al 19 febrero				8	34	17	32	36	24	6	77	20	22	95	Si cumple
	15 al 18 marzo				<5	9	25	24	36	14	6	15	12	18	145	Si cumple
	12 al 17 abril				<5	7	5	13	13	<5	<5	12	10	42	964	Si cumple
	10 al 15 mayo				<5	<5	6	24	<5	<5	<5	11	11	14	46	Si cumple
	14 al 18 junio				<5	<5	<5	10	<5	<5	<5	<5	<5	6	12	Si cumple
	12 al 16 julio				<5	<5	<5	9	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si cumple
10 al 15 agosto				<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si cumple	
Amonio	12 al 15 enero				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	12 al 17 abril				0,04	0,03	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03	<0,02	<0,02	0,02	0,03	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	<0,02	0,02	0,02	0,03	<0,02	0,03	Si cumple
	14 al 18 junio				0,002	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,02	0,02	<0,2	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,2	0,02	0,02	0,03	<0,2	<0,2	<0,2	0,03	0,03	<0,2	<0,2	Si cumple
10 al 15 agosto				<0,2	0,02	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,02	0,02	0,03	Si cumple	
Nitrito	12 al 15 enero	50	13	-	2	1,7	2,3	2,5	1,4	1,3	1,9	1,1	1,1	2,2	1,5	Si cumple
	15 al 19 febrero				1,3	1	1,7	1,7	<0,5	1,1	1,2	1	0,82	1,6	0,86	Si cumple
	15 al 18 marzo				1,7	1,7	2,3	2,9	1,3	1,3	1,5	1,1	1,0	1,9	1,1	Si cumple
	12 al 17 abril				1,2	1,7	1,7	2,3	1,1	1,1	1,2	1,1	0,78	2,1	1,1	Si cumple
	10 al 15 mayo				1,3	1	1,7	1,7	<0,5	1,1	1,2	1	0,82	1,6	0,86	Si cumple

Parámetro	Fecha	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	MUESTRAS										Cumplimiento	
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18		CURI-UDC-A17
	14 al 18 junio				0,65	1,1	1,5	1,6	1,4	0,95	0,42	0,73	0,67	1	0,76	Si cumple
	12 al 16 julio				0,57	1,2	1,5	1,5	0,69	1,1	0,41	0,6	0,41	0,88	0,46	Si cumple
	10 al 15 agosto				0,69	1	1,5	1,1	0,48	0,85	0,34	0,52	0,37	0,87	0,21	Si cumple
Nitrito	12 al 15 enero	0,2	0,2	0,5	0,07	0,1	0,08	0,08	0,09	0,06	0,05	0,06	<0,05	0,07	<0,05	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	Si cumple
	15 al 18 marzo				0,07	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,05	0,08	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si cumple
	14 al 18 junio				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si cumple
Cianuro	12 al 15 enero	0,1	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	14 al 18 junio				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
Cloro libre residual	12 al 15 enero		0,01	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si cumple
	14 al 18 junio				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si cumple
Aceites y grasas	12 al 15 enero	0,3	0,3	Ausencia	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple

Parámetro	Fecha	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	MUESTRAS										Cumplimiento	
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18		CURI-UDC-A17
	14 al 18 junio				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
Demanda bioquímica de oxígeno	12 al 15 enero	<2	20	-	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si cumple
	15 al 19 febrero				<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si cumple
	15 al 18 marzo				<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si cumple
	12 al 17 abril				<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si cumple
	10 al 15 mayo				<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si cumple
	14 al 18 junio				<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si cumple
	12 al 16 julio				<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si cumple
10 al 15 agosto	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si cumple			
Demanda química de oxígeno	12 al 15 enero	<4	40	-	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si cumple
	15 al 19 febrero				<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	<5	Si cumple
	15 al 18 marzo				<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	<5	Si cumple
	12 al 17 abril				<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si cumple
	10 al 15 mayo				<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si cumple
	14 al 18 junio				<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si cumple
	12 al 16 julio				<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si cumple
10 al 15 agosto	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si cumple			
Fenoles	12 al 15 enero	0,001	0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	14 al 18 junio				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
10 al 15 agosto	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple			
Hidrocarburos totales de petróleo	12 al 15 enero	0,2	0,5	-	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3

Parámetro	Fecha	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	MUESTRAS										Cumplimiento	
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18		CURI-UDC-A17
	14 al 18 junio				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si cumple
Sustancias tensoactivas	12 al 15 enero		0,5	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	15 al 19 febrero		0,5	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	15 al 18 marzo		0,5	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	12 al 17 abril		0,5	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	10 al 15 mayo		0,5	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	14 al 18 junio		0,5	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	12 al 16 julio		0,5	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	10 al 15 agosto		0,5	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
Aluminio	12 al 15 enero		0,1	5	0,24	0,89	0,37	0,76	0,25	1,4	0,72	0,04	0,11	0,08	0,17	No cumple
	15 al 19 febrero		0,1	5	0,61	2,2	0,88	1,7	2	1,6	0,4	1,9	1,8	1,5	1,2	No cumple
	15 al 18 marzo		0,1	5	0,17	0,1	1,6	1,8	3	0,98	0,25	0,55	0,62	0,61	9,6	No cumple
	12 al 17 abril		0,1	5	0,2	0,6	0,42	0,71	0,91	0,28	0,06	0,78	0,69	2,7	67	No cumple
	10 al 15 mayo		0,1	5	0,07	0,06	0,18	0,64	0,11	0,1	0,03	1,6	0,53	0,81	3,6	No cumple
	14 al 18 junio		0,1	5	0,02	0,004	0,05	1	0,04	0,12	0,02	0,07	0,25	0,25	2,2	No cumple
	12 al 16 julio		0,1	5	0,04	0,04	0,09	0,29	0,04	0,07	0,04	0,07	0,12	0,13	0,2	No cumple
	10 al 15 agosto		0,1	5	0,04	0,1	0,12	0,26	0,11	0,04	0,07	0,08	0,11	0,12	0,09	No cumple
Arsénico	12 al 15 enero	0,1	0,05	0,1	<0,0005	0,0008	0,0005	<0,0005	0,0008	0,0007	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si cumple
	15 al 19 febrero	0,1	0,05	0,1	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si cumple
	15 al 18 marzo	0,1	0,05	0,1	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si cumple
	12 al 17 abril	0,1	0,05	0,1	<0,0005	0,0009	0,0009	<0,0005	0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	0,0039	Si cumple
	10 al 15 mayo	0,1	0,05	0,1	<0,0005	<0,0005	0,0008	<0,0005	0,001	<0,0005	<0,0005	0,0008	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si cumple
	14 al 18 junio	0,1	0,05	0,1	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0008	0,0006	0,0005	Si cumple
	12 al 16 julio	0,1	0,05	0,1	0,0008	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0009	0,001	<0,0005	<0,0005	0,0008	0,0008	0,0006	Si cumple
	10 al 15 agosto	0,1	0,05	0,1	<0,0005	<0,0005	0,0007	0,0006	0,001	0,0007	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si cumple
Bario	12 al 15 enero	1	1	-	0,013	0,0072	0,016	0,0092	0,021	0,011	0,0094	0,03	0,018	0,019	0,0061	Si cumple
	15 al 19 febrero	1	1	-	0,011	0,014	0,018	0,014	0,022	0,014	0,0087	0,022	0,023	0,026	0,0072	Si cumple
	15 al 18 marzo	1	1	-	0,0085	0,0051	0,026	0,016	0,04	0,0097	0,0085	0,033	0,02	0,015	0,027	Si cumple
	12 al 17 abril	1	1	-	0,007	0,0061	0,014	0,0079	0,015	0,0056	0,0031	0,023	0,017	0,033	0,22	Si cumple
	10 al 15 mayo	1	1	-	0,0081	0,0057	0,014	0,011	0,017	0,0047	0,0068	0,028	0,016	0,02	0,017	Si cumple

Parámetro	Fecha	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	MUESTRAS										Cumplimiento	
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18		CURI-UDC-A17
	14 al 18 junio				0,0031	<0,0002	0,01	0,005	0,018	0,0052	<0,0002	0,016	0,014	0,015	0,011	Si cumple
	12 al 16 julio				0,0082	0,0053	0,014	0,0067	0,027	0,0043	0,0061	0,02	0,014	0,015	0,0064	Si cumple
	10 al 15 agosto				0,011	0,0043	0,017	0,0062	0,034	0,0047	0,006	0,019	0,015	0,015	0,0049	Si cumple
Berilio	12 al 15 enero		0,1	0,1	0,0046	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0043	<0,0002	0,0037	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0006	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si cumple
	14 al 18 junio				<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si cumple
Boro	12 al 15 enero		0,75	0,75	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	14 al 18 junio				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si cumple
Cadmio	12 al 15 enero	0,02	0,001	0,05	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	14 al 18 junio				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
Cobalto	12 al 15 enero		0,2	0,01	<0,0001	0,0004	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,0001	0,0004	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0032	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0005	0,017	No cumple
	10 al 15 mayo				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0005	<0,0001	<0,0001	0,0008

Parámetro	Fecha	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	MUESTRAS										Cumplimiento	
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18		CURI-UDC-A17
	14 al 18 junio				<0,02	<0,02	<0,02	0,55	<0,02	0,01	<0,02	<0,02	0,14	0,14	1,7	No cumple
	12 al 16 julio				0,04	<0,02	0,07	0,18	<0,02	0,06	0,05	<0,02	0,1	1,1	0,22	No cumple
	10 al 15 agosto				0,13	0,06	0,09	0,21	0,11	0,04	0,08	0,12	0,08	0,05	0,11	Si cumple
Manganeso	12 al 15 enero		0,1	0,2	0,0036	0,058	0,0055	0,012	0,0055	0,019	0,0087	0,0058	0,0056	0,0073	0,0083	Si cumple
	15 al 19 febrero				0,0086	0,028	0,01	0,02	0,023	0,021	0,0068	0,027	0,024	0,023	0,019	Si cumple
	15 al 18 marzo				0,0041	0,0039	0,028	0,023	0,047	0,0074	0,0036	0,0079	0,012	0,012	0,13	Si cumple
	12 al 17 abril				0,003	0,011	0,0066	0,012	0,016	0,0049	0,002	0,01	0,0087	0,041	0,74	Si cumple
	10 al 15 mayo				0,0011	0,0025	0,0036	0,016	0,0053	0,0029	0,0032	0,025	0,013	0,014	0,056	Si cumple
	14 al 18 junio				<0,0005	0,0009	0,001	0,016	0,0015	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,016	Si cumple
	12 al 16 julio				0,0017	<0,0005	<0,0005	0,0065	<0,0005	0,0019	<0,0005	0,0007	0,0025	0,016	0,0052	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,0005	0,0009	0,0013	0,008	0,0031	<0,0005	0,0011	0,0008	0,0028	0,0008	0,0018	Si cumple
Mercurio	12 al 15 enero	0,006	0,0002	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	14 al 18 junio				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
Níquel	12 al 15 enero		0,025	0,2	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,016	Si cumple	
	10 al 15 mayo				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	Si cumple	
	14 al 18 junio				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	Si cumple	
	12 al 16 julio				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple	
	10 al 15 agosto				<0,001	<0,001	0,003	0,002	0,002	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
Plata	12 al 15 enero		0,01	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple

Parámetro	Fecha	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	MUESTRAS										Cumplimiento	
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18		CURI-UDC-A17
	14 al 18 junio				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0007	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si cumple
Plomo	12 al 15 enero	0,01	0,001	5	<0,0005	0,0014	0,0009	<0,0005	<0,0005	0,0008	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0008	<0,0005	<0,0005	0,0006	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0014	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,014	0,011	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0007	<0,0005	<0,0005	0,0006	Si cumple
	14 al 18 junio				<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0007	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0011	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si cumple
Selenio	12 al 15 enero	0,01	0,001	0,02	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	15 al 19 febrero				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	15 al 18 marzo				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	10 al 15 mayo				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	14 al 18 junio				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	12 al 16 julio				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
	10 al 15 agosto				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si cumple
Zinc	12 al 15 enero	0,03		2	0,012	<0,005	0,005	0,011	<0,005	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si cumple
	15 al 19 febrero				0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	Si cumple
	15 al 18 marzo				0,013	<0,005	0,011	0,044	0,017	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	0,017	Si cumple
	12 al 17 abril				<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	0,013	<0,005	<0,005	0,009	0,101	No cumple
	10 al 15 mayo				0,028	0,037	0,013	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	No cumple
	14 al 18 junio				<0,005	<0,005	<0,005	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,033	0,009	0,058	No cumple
	12 al 16 julio				0,016	<0,005	0,012	0,01	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,026	No cumple
	10 al 15 agosto				<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	Si cumple
	Valores que no cumplen con el criterio de calidad del agua															

Fuente: Gruntec, reportes de laboratorio 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Página en blanco

5.1.16.3.2 Datos Históricos

A continuación, se presenta los resultados de los muestreos realizados durante el 2020. Durante el muestreo realizado en el mes de marzo ocurrió un inconveniente con el transporte de algunas muestras (CURI-EAL-16 y CUR-EBA-A18), los cuales no llegaron a su destino (laboratorio), por ello no se tiene resultados de esos dos puntos.

Tabla 5-85 Resultados de Muestreo de Caracterización de Aguas Superficiales 2020

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRAS										Cumplimiento	
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18		CURI-UDC-A17
Potencial hidrógeno	6 - 9	6,5 - 9	6,0 - 9	13 al 17 enero	7,9	7,8	7,8	7,4	7,9	8	8	7,9	7,9	7,8	8,1	Si Cumple
				10 al 14 febrero	7,7	7,9	7,8	7,6	7,9	7,7	7,8	7,8	7,5	7,8	7,7	Si Cumple
				10 al 13 marzo	7,3	7,7	7,5	6,7	7,5	7,3	7,5	6,5	-	-	7,2	Si Cumple
				12 al 16 octubre	7,5	7,6	7,4	7,4	8,1	7,8	7,7	7,6	7,9	8,1	8,6	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	7,7	8	8	8,1	8,1	8,1	8,1	7,9	7,5	7,6	7,7	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	7,4	7,3	7,7	7,7	7,6	7,9	7,7	7,6	7,9	7,9	7,9	Si Cumple
Conductividad eléctrica		-	-	13 al 17 enero	55	78,1	43	35,5	81,6	56,3	79,7	48,9	52,7	58	71,9	Si Cumple
				10 al 14 febrero	42,8	65,5	37,5	34,5	66,7	45,9	73,7	38,6	41,7	47,6	58	Si Cumple
				10 al 13 marzo	45,8	72,4	37,5	35,6	72,2	51,3	83,7	38,2	-	-	64	Si Cumple
				12 al 16 octubre	103	103,6	51,6	36,2	117,3	83,6	144,1	67,4	68,4	79,4	103,3	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	100,9	110,6	56	36	130,3	88,9	149,8	69,8	72,2	82,5	106,4	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	100	101	55	46	116	83	142	69	71	81	100	Si Cumple
Oxígeno disuelto		-	3 (min)	13 al 17 enero	5,6	7	4,7	4,4	5,1	4,8	5,5	6,5	5	6,7	6,1	Si Cumple
				10 al 14 febrero	6,4	5,5	5,8	6,3	6,4	6,3	6,7	6,4	6,9	6,9	6,9	Si Cumple
				10 al 13 marzo	8,8	10,7	9,6	10,3	10,8	10,4	9,2	11,9	-	-	11,5	Si Cumple
				12 al 16 octubre	12	15,2	13,4	12,8	13,3	14,3	13,2	12	11	15,7	15,7	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	17	17,6	11,5	13,6	13,6	12,3	10,4	11,2	13,2	10,8	11,8	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	7,8	8,4	8,6	8,1	8,5	8,4	7,4	8,4	8,5	8,4	8,6	Si Cumple
Oxígeno de saturación		> 80	-	13 al 17 enero	72,7	66,1	53	55	52,2	62,4	73,9	71,8	58,2	62,1	59,9	No Cumple
				10 al 14 febrero	75,2	71,6	76,4	72,8	75,6	73,8	73,1	77	59,9	75,9	62,1	No Cumple
				10 al 13 marzo	98,6	124,6	109,1	114	128,1	118,8	102,9	137,1	-	-	134,2	Si Cumple
				12 al 16 octubre	130,3	142,8	129,7	119,8	141,1	135	143,1	120,2	114,3	144,1	143,8	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	187,2	176,2	137,3	116,8	147,9	135,4	113,6	124	124,9	129,8	136,3	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	98,7	>100	>100	>100	>100	>100	91,4	>100	>100	>100	>100	Si Cumple
Materia flotante de		Ausencia	Ausencia	13 al 17 enero	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si Cumple
				10 al 14 febrero	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRAS									Cumplimiento		
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16		CURI-EBA-A18	CURI-UDC-A17
origen antrópico				10 al 13 marzo	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si Cumple	
				12 al 16 octubre	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si Cumple
Sólidos suspendidos totales		Max incremento de 10 % de la condición natural	-	13 al 17 enero	<5	<5	43	154	<5	<5	<5	5	<5	7	9	Si Cumple
				10 al 14 febrero	7	6	26	10	27	8	5	28	21	10	52	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<5	<5	<5	51	<5	10	14	139	-	-	57	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	12	<5	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	9	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<5	<5	8	14	<5	5	14	<5	<5	<5	<5	Si Cumple
Amonio		-	-	13 al 17 enero	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				10 al 14 febrero	<0,02	<0,02	0,02	0,03	0,02	0,4	<0,02	0,03	0,03	0,05	0,07	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	<0,02	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	<0,02	0,04	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	0,03	Si Cumple
Nitrito	50	13	-	13 al 17 enero	1,3	1,7	2,7	2,5	1,5	1,5	1,4	0,75	0,63	1,8	0,43	Si Cumple
				10 al 14 febrero	1,7	1,8	2,1	2,8	1,6	1,5	1,5	1,2	1,1	2	0,96	Si Cumple
				10 al 13 marzo	1,5	1,6	2,2	2,6	1,4	1,5	1,3	1,3	-	-	1,3	Si Cumple
				12 al 16 octubre	0,92	0,93	1,6	0,8	0,45	0,93	0,59	0,77	0,45	0,78	0,13	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	0,92	0,87	1,6	0,38	0,33	0,74	0,49	0,56	0,55	0,56	0,07	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	0,95	0,55	2,5	1,7	0,25	1,5	1	0,66	0,53	1,6	0,06	Si Cumple
Nitrito	0,2	0,2	0,5	13 al 17 enero	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si Cumple
				10 al 14 febrero	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	<0,05	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si Cumple
Cianuro	0,1	-	-	13 al 17 enero	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple	

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRAS									Cumplimiento		
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16		CURI-EBA-A18	CURI-UDC-A17
				10 al 14 febrero	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple	
				10 al 13 marzo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	<0,001	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005	<0,001	<0,001	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005	<0,001	<0,001	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
Cloro libre residual		0,01	-	13 al 17 enero	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	<0,1	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si Cumple
14 al 18 diciembre	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si Cumple				
Aceites y grasas	0,3	0,3	Ausencia	13 al 17 enero	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple	
				10 al 13 marzo	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	-	-	<0,3	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple
14 al 18 diciembre	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple				
Demanda bioquímica de oxígeno	<2	20	-	13 al 17 enero	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	-	-	<2	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si Cumple
14 al 18 diciembre	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si Cumple				
Demanda química de oxígeno	<4	40	-	13 al 17 enero	<5	<5	<5	33	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-	-	<5	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	Si Cumple
14 al 18 diciembre	<5	<5	<5	6	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si Cumple				

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRAS										Cumplimiento	
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18		CURI-UDC-A17
Fenoles		0,001	-	13 al 17 enero	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				10 al 14 febrero	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	<0,001	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
Hidrocarburos totales de petróleo	0,2	0,5	-	13 al 17 enero	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple
				10 al 14 febrero	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	-	-	<0,3	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple
Sustancias tensoactivas		0,5	-	13 al 17 enero	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				10 al 14 febrero	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	<0,02	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
Aluminio		0,1	5	13 al 17 enero	0,04	0,09	2,3	17	0,1	0,06	0,02	0,07	0,08	0,04	0,13	No Cumple
				10 al 14 febrero	0,1	0,32	0,81	0,12	0,21	0,12	0,06	2	1,8	1,1	1,8	No Cumple
				10 al 13 marzo	0,3	0,18	0,14	3,6	0,5	0,25	1,1	7,8	-	-	1,6	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	0,02	<0,01	0,05	0,17	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	Si Cumple
				12 al 16 octubre	0,05	0,04	0,05	0,28	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	<0,01	<0,01	No Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,01	0,03	<0,01	0,08	0,03	0,17	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	No Cumple
Arsénico	0,1	0,05	0,1	13 al 17 enero	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
				10 al 14 febrero	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
				10 al 13 marzo	0,00064	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0008	<0,0005	-	-	<0,0005	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRAS										Cumplimiento		
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18		CURI-UDC-A17	
				14 al 18 diciembre	<0,0005	<0,0005	0,0008	<0,0005	0,0007	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple		
Bario	1	1	-	13 al 17 enero	0,0063	0,0047	0,028	0,12	0,025	0,0048	0,0038	0,024	0,015	0,015	0,0041	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	0,0085	0,0066	0,016	0,009	0,028	0,0062	0,0072	0,028	0,012	0,023	0,01	Si Cumple	
				10 al 13 marzo	0,012	0,023	0,017	0,023	0,023	0,0082	0,014	0,038	-	-	0,015	Si Cumple	
				12 al 16 octubre	0,012	0,0034	0,019	0,0056	0,04	0,0054	0,0048	0,022	0,015	0,0085	0,0024	Si Cumple	
				17 al 20 noviembre	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	0,012	0,0049	0,024	0,017	0,036	0,0088	0,0098	0,027	0,023	0,027	0,0061	Si Cumple	
Berilio		0,1	0,1	13 al 17 enero	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple	
				10 al 13 marzo	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	-	-	<0,0002	Si Cumple	
				12 al 16 octubre	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple	
				17 al 20 noviembre	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple	
				14 al 18 diciembre	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple	
Boro		0,75	0,75	13 al 17 enero	0,03	0,03	<0,02	<0,02	0,03	0,04	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple	
				10 al 13 marzo	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	<0,02	Si Cumple	
				12 al 16 octubre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple	
				17 al 20 noviembre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple	
				14 al 18 diciembre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple	
Cadmio	0,02	0,001	0,05	13 al 17 enero	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple	
				10 al 13 marzo	<0,0002	<0,0001	<0,0001	0,0003	0,0008	<0,0001	0,0001	<0,0001	-	-	<0,0001	Si Cumple	
				12 al 16 octubre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple	
				17 al 20 noviembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple	
				14 al 18 diciembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple	
Cobalto		0,2	0,01	13 al 17 enero	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple	
				10 al 13 marzo	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0001	-	-	0,0001	Si Cumple	
				12 al 16 octubre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple	

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRAS									Cumplimiento		
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16		CURI-EBA-A18	CURI-UDC-A17
				17 al 20 noviembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple	
				14 al 18 diciembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
Cobre	2	0,005	0,2	13 al 17 enero	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	No Cumple
				10 al 13 marzo	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	-	-	0,009	No Cumple
				12 al 16 octubre	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si Cumple
Cromo		0,032	0,1	13 al 17 enero	<0,0002	<0,0002	0,0007	0,0027	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0009	<0,0002	<0,0002	0,01	-	-	0,01	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,0002	<0,0002	0,0004	0,0009	<0,0002	<0,0002	0,0005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple
Estaño		-	-	13 al 17 enero	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	<0,0005	0,002	-	-	0,002	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
Hierro		0,3	5	13 al 17 enero	<0,02	<0,02	0,42	6,4	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,14	Si Cumple
				10 al 14 febrero	0,05	0,18	0,4	0,06	0,13	0,05	0,03	1,3	1,6	0,58	1,3	No cumple
				10 al 13 marzo	0,42	0,2	0,07	2,1	0,31	0,15	0,55	6,4	-	-	6,4	No cumple
				12 al 16 octubre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	0,08	<0,02	0,23	1,1	<0,02	0,06	0,51	<0,02	<0,02	0,03	0,03	No Cumple
Manganeso		0,1	0,2	13 al 17 enero	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,18	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0046	0,0049	0,0034	0,0016	No Cumple
				10 al 14 febrero	<0,0005	0,0046	0,0088	<0,0005	0,0089	<0,0005	<0,0005	0,026	0,029	0,019	0,024	Si Cumple
				10 al 13 marzo	0,019	0,0053	0,006	0,067	0,013	0,01	0,021	0,098	-	-	0,098	Si Cumple

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRAS									Cumplimiento		
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16		CURI-EBA-A18	CURI-UDC-A17
				12 al 16 octubre	<0,0005	0,0011	0,0011	0,0081	0,002	<0,0005	0,001	0,0016	0,0027	<0,0005	0,0017	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,0005	<0,0005	0,0011	0,0012	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0016	0,0018	0,0047	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	0,0019	0,0036	0,0057	0,035	0,0034	0,0025	0,21	<0,0005	0,0029	0,0011	0,004	No cumple
Mercurio	0,06	0,0002	0,001	13 al 17 enero	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
				10 al 14 febrero	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-	<0,0001	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
Níquel		0,025	0,2	13 al 17 enero	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				10 al 14 febrero	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,007	-	-	0,007	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
Plata		0,01	-	13 al 17 enero	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
				10 al 14 febrero	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-	<0,0001	Si Cumple
				12 al 16 octubre	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
				17 al 20 noviembre												Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
Plomo	0,01	0,001	5	13 al 17 enero	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0027	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	No Cumple
				10 al 14 febrero	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0001	0,0008	<0,0005	<0,0005	0,0006	Si Cumple
				10 al 13 marzo	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006	<0,0005	-	-	<0,0005	Si Cumple
				12 al 16 octubre	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,0005	<0,0005	0,0007	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
Selenio	0,01	0,001	0,02	13 al 17 enero	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple	
				10 al 14 febrero	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRAS									Cumplimiento			
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16		CURI-EBA-A18	CURI-UDC-A17	
Zinc		0,03	2	10 al 13 marzo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	<0,001	Si Cumple	
				12 al 16 octubre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0008	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				13 al 17 enero	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si Cumple
				10 al 14 febrero	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si Cumple
				10 al 13 marzo	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	0,006	0,008	-	-	0,008	Si Cumple	
				12 al 16 octubre	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si Cumple
				17 al 20 noviembre	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si Cumple
				14 al 18 diciembre	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	Si Cumple
				Valores que no cumplen con el criterio de calidad del agua													

Fuente: Gruntec, reportes de laboratorio 2020

Elaboración: Entrix, marzo 2022

Tabla 5-86 Resultados de Muestreo de Caracterización de Aguas Superficiales 2019

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRA											Cumplimiento
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18	CURI-UDC-A17	
Potencial hidrógeno	6 - 9	6,5 - 9	6,0 - 9	11 al 14 noviembre	7,8	8, 2	8, 2	7, 9	8, 3	8, 1	7, 9	7,9	8,1	8, 2	8,6	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	7,4	7,5	7,5	7,2	8	8,3	7,9	8,1	8,1	8,2	-	Si Cumple
Conductividad eléctrica		-	-	11 al 14 noviembre	101	106	52	50	124	84	143	65	67	80	103	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	98,8	97,5	48,2	39	109,5	74,2	141,6	65,5	65,4	74,7	-	Si Cumple
Oxígeno disuelto		-	3	11 al 14 noviembre	6,6	6, 2	5, 4	6, 1	6, 4	6, 4	6, 4	6,5	6,4	6, 7	5,3	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	4,6	4,9	4,7	4,7	6,3	6,9	5,8	4,5	4,4	4,9		Si Cumple
Oxígeno de saturación		> 80	-	11 al 14 noviembre	81,3	85, 3	63, 1	70, 2	77, 4	80, 9	76, 3	87,5	81,1	92, 3	65,2	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	63,5	68,7	49,3	54,6	59,2	70,8	69,5	48,6	47	54	-	Si Cumple
Materia flotante de origen antrópico		Ausencia	Ausencia	11 al 14 noviembre	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Sólidos suspendidos totales		Max incremento de 10 % de la condición natural	-	11 al 14 noviembre	<5	<5	12	13	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<5	<5	110	12	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Si Cumple
Amonio		-	-	11 al 14 noviembre	0,04	0, 04	0,03	0,09	0, 05	0, 05	0,004	0,05	0,05	0,03	0,05	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	0,05	<0,02	0,04	0,05	0,05	0,11	0,08	0,09	0,04	0,04	0,03	Si Cumple
Nitrato	50	13	-	11 al 14 noviembre	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	1,1	1,6	2,8	3	1,2	1,4	0,66	0,82	0,66	1,7	0,35	Si Cumple
Nitrito	0,2	0,2	0,5	11 al 14 noviembre	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Si Cumple
Cianuro	0,1	-	-	11 al 14 noviembre	<0,001	<0, 001	<0, 001	<0, 001	<0, 001	<0, 001	<0, 001	<0,01	<0,001	<0, 001	<0, 001	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRA											Cumplimiento
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18	CURI-UDC-A17	
Cloro libre residual		0,01	-	11 al 14 noviembre	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Si Cumple
Aceites y grasas	0,3	0,3	Ausencia	11 al 14 noviembre	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple
Demanda bioquímica de oxígeno	<2	20	-	11 al 14 noviembre	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Si Cumple
Demanda química de oxígeno	<4	40	-	11 al 14 noviembre	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
				9 al 16 diciembre	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Fenoles		0,001	-	11 al 14 noviembre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
Hidrocarburos totales de petróleo	0,2	0,5	-	11 al 14 noviembre	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Si Cumple
Sustancias tensoactivas		0,5	-	11 al 14 noviembre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
Aluminio		0,1	5	11 al 14 noviembre	0,03	0,07	0,2	0,22	<0,01	0,06	0,03	0,16	0,17	0,17	0,22	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	0,04	0,02	10	0,88	0,01	0,08	0,07	0,05	0,04	0,02	0,04	Si Cumple
Arsénico	0,1	0,05	0,1	11 al 14 noviembre	<0,0005	<0,0005	0,0038	<0,0005	0,0008	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,0005	<0,0005	0,0026	0,0006	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
Bario	1	1	-	11 al 14 noviembre	0,013	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0084	0,0056	0,011	0,07	0,014	<0,0002	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	0,0092	0,0042	0,09	0,013	0,036	0,0052	0,0042	0,025	0,016	0,018	0,005	Si Cumple

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRA											Cumplimiento
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18	CURI-UDC-A17	
Berilio		0,1	0,1	11 al 14 noviembre	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple
Boro		0,75	0,75	11 al 14 noviembre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
Cadmio	0,02	0,001	0,05	11 al 14 noviembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
Cobalto		0,2	0,01	11 al 14 noviembre	<0,0001	<0,0001	0,072	0,043	0,063	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,0001	0,0001	0,0009	0,0002	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
Cobre	2	0,005	0,2	11 al 14 noviembre	<0,005	<0,005	<0,005	0,19	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,005	<0,005	0,015	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si Cumple
Cromo	0,05	0,032	0,1	11 al 14 noviembre	<0,0002	<0,0002	0,021	0,03	0,0024	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,0002	<0,0002	0,0009	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Si Cumple
Estaño		-	-	11 al 14 noviembre	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
Hierro	1	0,3	5	11 al 14 noviembre	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,02	<0,02	2,7	0,72	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	Si Cumple
Manganeso		0,1	0,2	11 al 14 noviembre	<0,0005	<0,0005	0,072	0,043	0,059	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,0005	<0,0005	0,13	0,07	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0014	0,0031	Si Cumple
Mercurio	0,06	0,0002	0,001	11 al 14 noviembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
Níquel		0,025	0,2	11 al 14 noviembre	<0,001	<0,001	0,11	0,082	0,1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple	

Parámetro	Criterio de Calidad Tabla 1 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 2 Anexo 1. AM 097-A	Criterio de Calidad Tabla 3 Anexo 1. AM 097-A	Fecha	MUESTRA											Cumplimiento
					CURI-EBA-A3	CURI-JER-A6	CURI-JER-A8	CURI-NCH-A1	CURI-NCH-A7	CURI-ETR-A4	CURI-NCH-A2	CURI-EAL-A15	CURI-EAL-A16	CURI-EBA-A18	CURI-UDC-A17	
				9 al 16 diciembre	<0,001	<0,001	0,085	0,18	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
Plata		0,01	-	11 al 14 noviembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Si Cumple
Plomo	0,01	0,001	5	11 al 14 noviembre	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,0005	<0,0005	0,0041	<0,0005	<0,0005	0,0048	0,0012	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	Si Cumple
Selenio	0,01	0,001	0,02	11 al 14 noviembre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Si Cumple
Zinc		0,03	2	11 al 14 noviembre	<0,005	<0,005	<0,005	0,108	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	Si Cumple
				9 al 16 diciembre	<0,005	0,048	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,014	Si Cumple

Fuente: Gruntec, reportes de laboratorio 2019
 Elaboración: Entrix, marzo 2022

5.1.16.4 Resultados de Muestreo

> Potencial del Hidrógeno (pH)

Todos los puntos de muestreo tanto actuales como históricos, presentan valores dentro de los criterios de calidad del agua establecidos en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, Tabla 2 “Criterios Admisibles para la Preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios”, y la Tabla 3 “Criterios de Calidad de Aguas para riego agrícola”, del Anexo 1 del Libro VI del Acuerdo Ministerial 097-A.

> Oxígeno Disuelto

Todas las muestras tanto actuales como históricas cumplen el criterio de calidad del agua (mínimo 3 mg/L) establecido en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097 -A. La Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico” y Tabla 2 del A.M. 097-A (Preservación de vida acuática) no establecen criterios de calidad para este parámetro.

> Oxígeno de saturación

El porcentaje de saturación del oxígeno en agua es el porcentaje de oxígeno contenido en una muestra de agua relacionado con la cantidad máxima de oxígeno presente en esta a la temperatura y presión especificada. Este es un importante indicador de la calidad del agua, ya que es el factor fundamental para el desarrollo de la vida acuática, debido a que los peces requieren elevadas cantidades de oxígeno.

Para este parámetro los resultados de los muestreos de los nuevos puntos realizados en el mes de septiembre todos cumplen con el criterio de calidad del agua (mínimo 80 %) establecido en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A.

Sin embargo, los puntos CURI-EBA-A3, CURI-NCH-A1, CURI-ETR-A4 y CURI-NCH-A2 los valores en febrero y julio 2021 y todos los puntos de enero y febrero 2020 se encuentra fuera del criterio de calidad de la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A. La Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico” y Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) no establecen criterios de calidad para este parámetro.

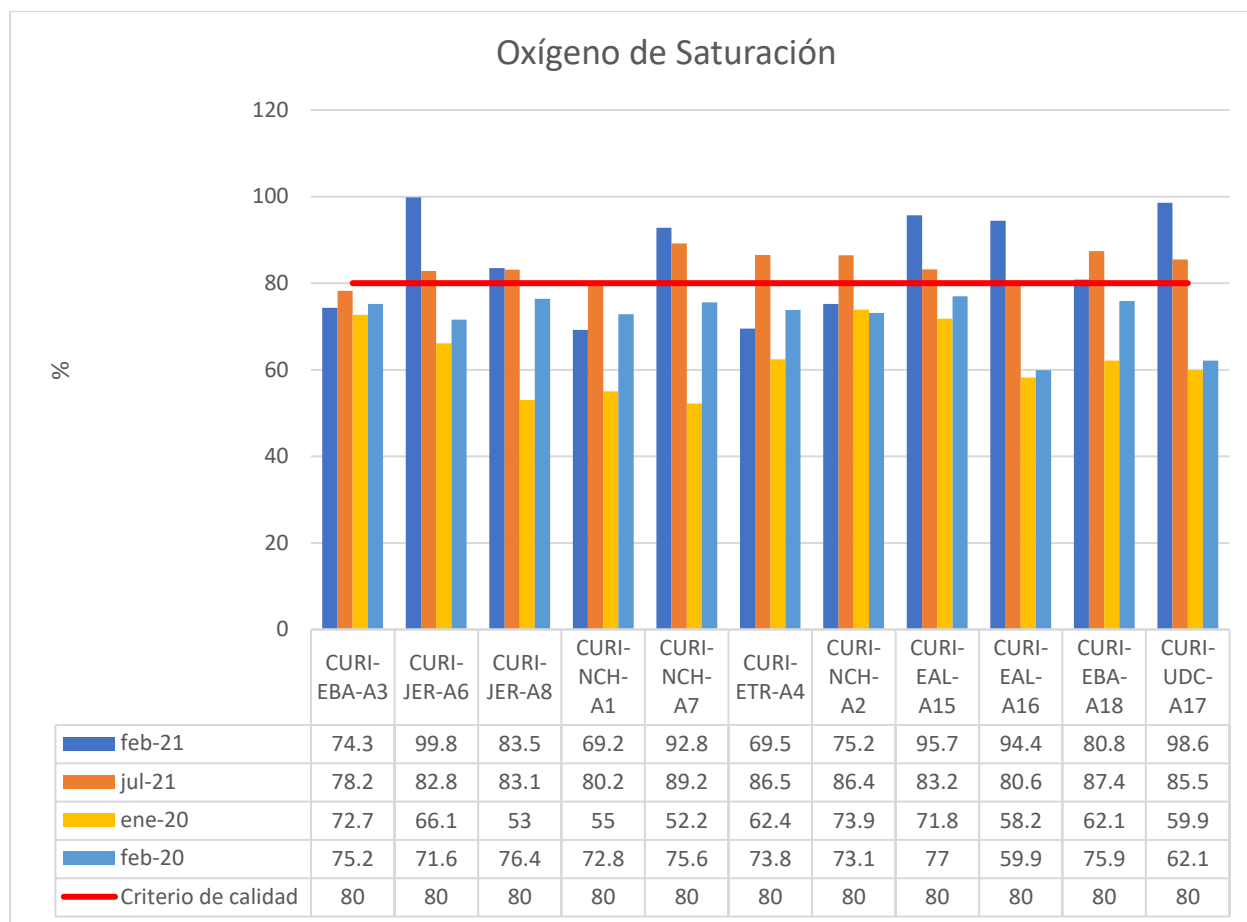


Figura 5-98 Valores de Oxígeno de Saturación en Muestras de Agua

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, febrero, marzo, mayo, agosto y septiembre 2021
Elaboración: Entrix, marzo 2022

> **Nitrato**

Todos los valores reportados en los cumplen el criterio de calidad del agua establecido en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, Tabla 2 del A.M. 097-A (Preservación de vida acuática y silvestre), la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097-A no establece criterio de calidad para este parámetro.

> **Nitrito**

Todos los valores reportados cumplen los criterios de calidad del agua (0,2 y 0,5 mg/L) establecidos tanto en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) respectivamente del A.M. 097-A.

Las concentraciones de nitritos reportadas por el laboratorio Gruentec para las muestras tomadas en 2021 en los puntos CURI-EBA-A3, CURI-JER-A6, CURI-JER-A8, CURI-NCH-A1, CURI-NCH-A7, CURI-ETR-A4, CURI-NCH-A2, CURI-EAL-A15, CURI-EAL-A16, CURI-EBA-A18, CURI-UDC-A17, DOMO-AG-01, DOMO-AG-02, DOMO-AG-03, DOMO-AG-04, DOMO-AG-05, DOMO-AG-06, DOMO-AG-07, DOMO-AG-08, DOMO-DA-1B, DOMO-DA-03, DOMO-AG-10, DOMO-AG-11, DOMO-AG-12, DOMO-AG-13, DOMO-AG-14 y DOMO-AG-15 indican < 0,05 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,05 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,05 mg/L.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,05 mg/L) cumple con los criterios de calidad el agua de la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) y Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A. M. 097-A.

> Cianuro

Las concentraciones de cianuro reportados por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican < 0,001 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,001 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,001 mg/L, es decir, no representa un número entero.

Todos los valores reportados en los cumplen el criterio de calidad del agua establecido en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, La Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) y Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A. M. 097-A no establecen criterios de calidad para este parámetro.

> Cloro total residual

Las concentraciones de cloro total residual reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican < 0,1 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,1 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,1 mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,1 mg/L) sobrepasa el criterio de calidad el agua para cloro total residual (0,01 mg/L) de la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A. M. 097-A. Sin embargo, no se puede determinar si existe un cumplimiento o incumplimiento de los criterios de calidad del agua establecidos. Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, y Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097-A no establecen criterios de calidad del agua para el parámetro cianuro total.

> Aceites y grasas

Las concentraciones de aceites y grasas reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican <0,3 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,3 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,3 mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,3 mg/L) cumple con el criterio de calidad del agua (0,3 mg/L) establecido en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A. La Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097-A no establece CCA expresado en mg/L para este parámetro.

> DBO

Las concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican <0,2 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,2 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,2 mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,2 mg/L) cumple con el criterio de calidad del agua (20 mg/L) establecido en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A. La Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097-A no establece criterios de calidad del agua expresado en mg/L para este parámetro.

> DQO

Las concentraciones de demanda química de oxígeno reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican <5 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 5 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 5 mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (,5 mg/L) cumple con el criterio de calidad del agua (40 mg/L) establecido en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A.

En el caso el límite de cuantificación del laboratorio (0,5 mg/L) sobrepasa el criterio de calidad el agua para demanda química de oxígeno (0,4 mg/L) de la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”. Sin embargo, no se puede determinar si existe un cumplimiento o incumplimiento de los criterios de calidad del agua establecidos

No se han establecido criterios de calidad para este parámetro en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097-A,

> Fenoles

Las concentraciones de fenoles reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican <0,001 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,001 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,001 mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,001 mg/L) cumple con el criterio de calidad del agua (0,001 mg/L) establecido en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A. La Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico” y Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097-A no establecen CCA expresado en mg/L para este parámetro.

> TPH

Las concentraciones de TPH reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican <0,3 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,3 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,3 mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,3 mg/L) cumple con el criterio de calidad del agua (0,5 mg/L) establecido en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A,La Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097-A no establece criterio de calidad expresado en mg/L para este parámetro.

En el caso el límite de cuantificación del laboratorio (0,3mg/L) sobrepasa el criterio de calidad el agua (0,2 mg/L) de la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”. Sin embargo, no se puede determinar si existe un cumplimiento o incumplimiento de los criterios de calidad del agua establecidos

> Sustancias tensoactivas

Las concentraciones de las sustancias tensoactivas reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican <0,02 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,02 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,02 mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,02 mg/L) cumple con el criterio de calidad del agua (0,5 mg/L) establecido en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A. No se han establecido criterios de calidad para este parámetro en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”. y Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097-A.

> Aluminio

Las muestras CURI-EBA-A3, CURI-JER-A6, CURI-JER-A8, CURI-NCH-A1, CURI-NCH-A7, CURI-ETR-A4, CURI-NCH-A2, CURI-EAL-A15, CURI-EAL-A16, CURI-EBA-A18, CURI-UDC-A17, DOMO-AG-01, DOMO-AG-04, DOMO-AG-05, DOMO-AG-06, DOMO-DA-1B, DOMO-DA-03, DOMO-AG-10, DOMO-AG-11, DOMO-AG-13, DOMO-AG-14 y DOMO-AG-15, presentan concentraciones por encima del criterios de calidad del agua establecido en la Tabla 2 del A.M. 097-A (Preservación de vida acuática y silvestre); sin embargo, todos los puntos de muestreo cumplen con los criterios de calidad del agua establecido en la Tabla 3 del A.M. 097-A (Aguas para riego agrícola) a excepción del punto CURI-UDC-A17 que sobrepasa el criterio de calidad. No se han establecido criterios de calidad para este parámetro en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”. del A.M. 097-A.

Cabe mencionar que las concentraciones de aluminio en las unidades hidrográficas se deben a condiciones naturales del medio, ya que es uno de los elementos más abundantes de la Tierra. Este metal se encuentra generalmente en concentraciones inferiores a 1,0 mg/L en las aguas naturales, es rápidamente absorbido por los sedimentos y precipita de la solución. El incumplimiento de este parámetro se debe a la alteración de silicatos, ya que los suelos del área de estudio están desarrollados en la formación Macuchi, en donde el tipo de roca es: areniscas volcánicas de grano grueso. La arenisca es una roca sedimentaria clástica compuesta principalmente de granos de silicato.

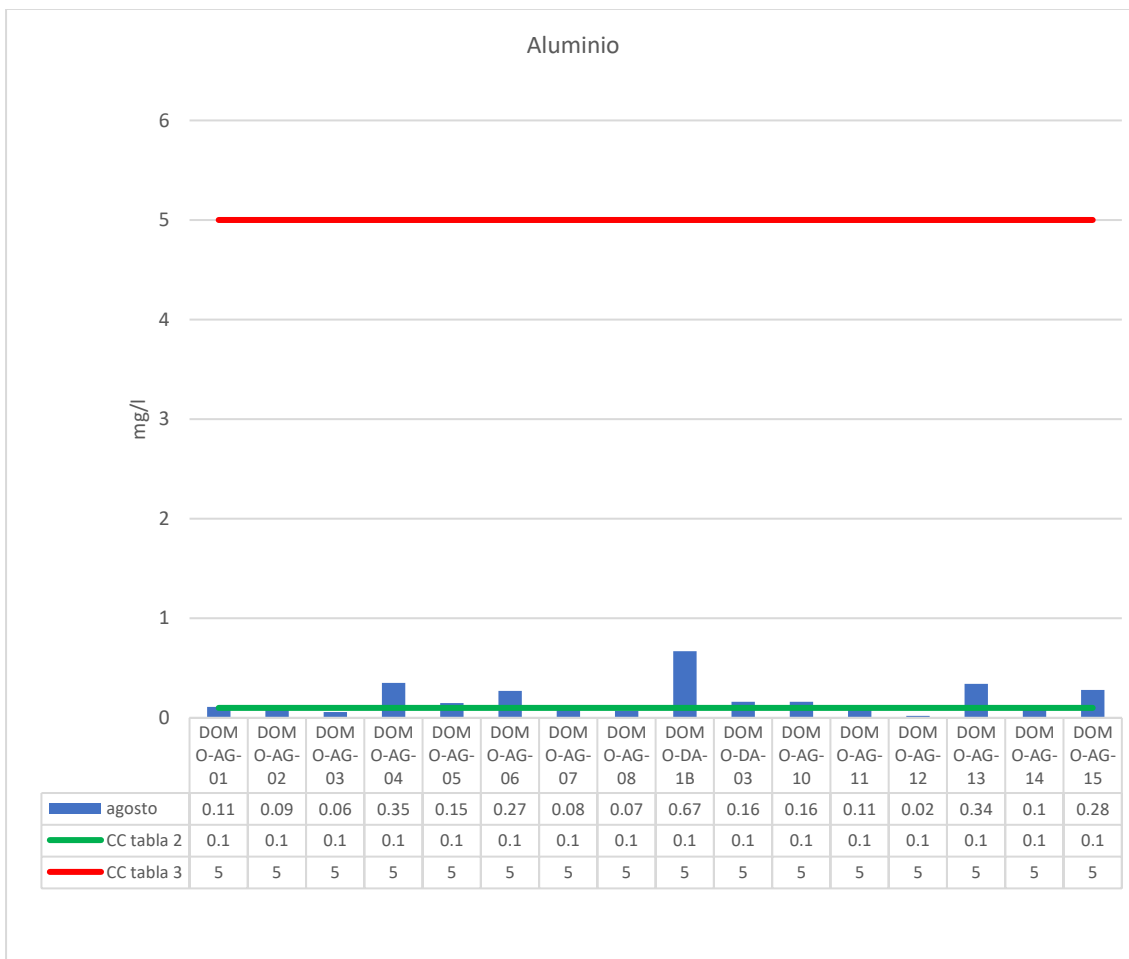


Figura 5-99 Valores de Aluminio en Muestras de Agua Actual

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Página en blanco

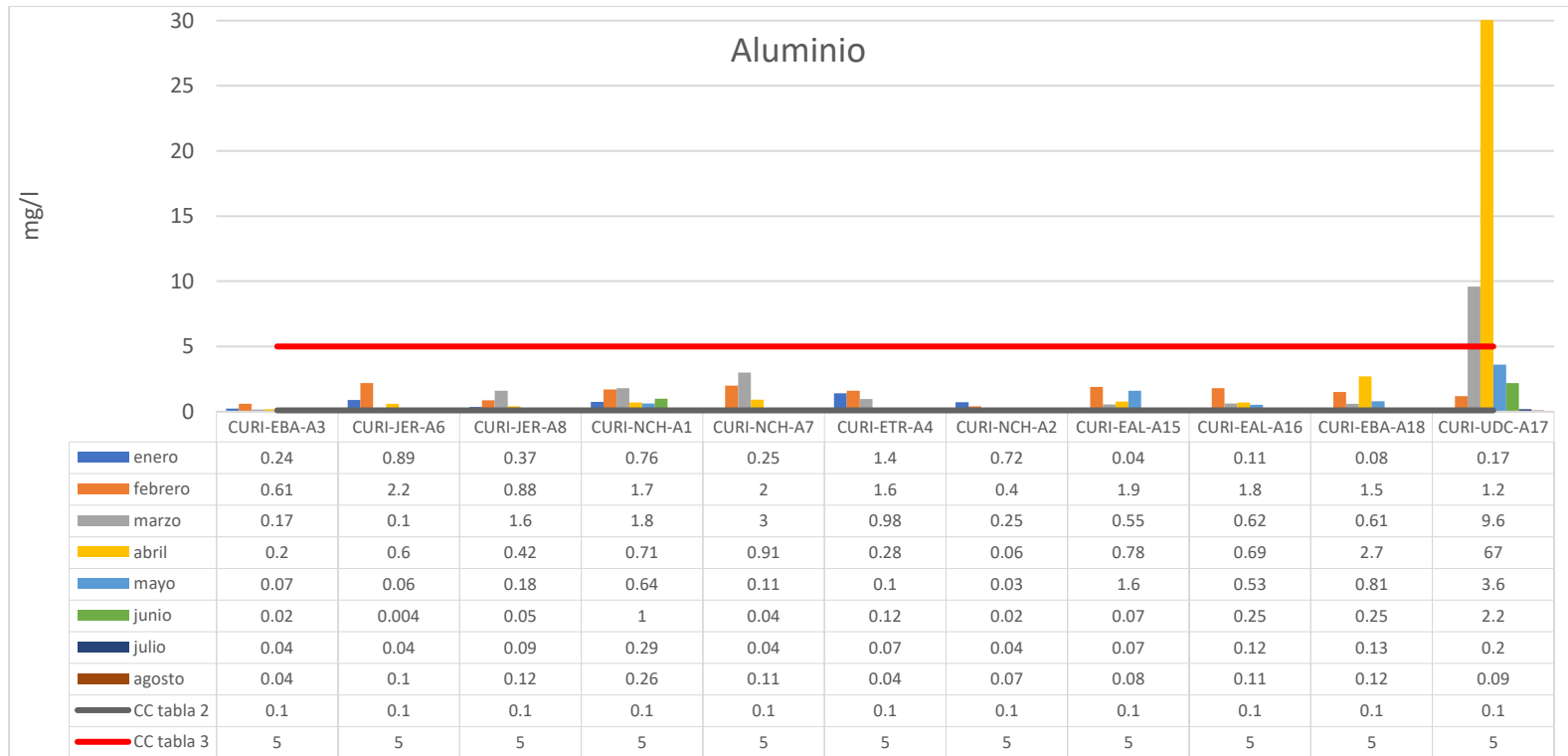


Figura 5-100 Valores de Aluminio en Muestras de Agua Históricas

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, febrero, marzo, mayo, agosto y septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, octubre 202

Página en blanco

> Arsénico

El arsénico presenta extremada toxicidad en su estado inorgánico, siendo tóxicas sus sales solubles en agua, sin excepción. La toxicidad del arsénico se fundamenta en la inhibición de los sistemas enzimáticos, se utilizan, principalmente insecticidas, herbicidas, rodenticidas, etc.

Las concentraciones de arsénico reportadas por el laboratorio Gruentec para las muestras CURI-EBA-A3, CURI-NCH-A1, CURI-NCH-A2, CURI-EAL-A15, CURI-EAL-A16, CURI-EBA-A18, DOMO-AG-02, DOMO-AG-04, DOMO-AG-06, DOMO-DA-1B, DOMO-AG-12 indican <0,0005 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,0005 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,0005 mg/L, es decir, no representa un número entero.

Todas las muestras cumplen los criterios de calidad del agua establecidos, tanto en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097-A

> Bario

El bario se encuentra naturalmente combinado con otros elementos, entra en contacto con el ambiente cuando se minan, refinan y manufacturan compuestos o se quema carbón o petróleo; el tiempo de permanencia del bario en el ambiente es relativamente alto y tiene un comportamiento acumulativo a lo largo de la cadena trófica (ASTM, 2000).

Todas las muestras cumplen el criterio de calidad del agua establecido en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”. Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A. No existen criterios de calidad para este parámetro en la Tabla 3 (Criterios de calidad de aguas para riego agrícola).

> Berilio

Las concentraciones de berilio reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican <0,0002 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,0002 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,0002mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,0002 mg/L) cumple con el criterio de calidad del agua (0,1 y 0,1 mg/L) establecidos tanto en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) respectivamente del A.M. 097-A. No se han establecido criterios de calidad para este parámetro en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”.

> Boro

Las concentraciones de boro reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican <0,02 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,02 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,02mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,02 mg/L) cumple con el criterio de calidad del agua (0,75 y 0,75 mg/L) establecidos tanto en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) respectivamente del A.M. 097-A. No se han establecido criterios de calidad para este parámetro en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”.

El riesgo de efectos adversos por niveles altos de concentración de boro en ecosistemas acuáticos es pequeño, ya que los niveles de boro son generalmente bajos y se sitúan por debajo de la concentración sin efecto observado en el medioambiente.

> Cadmio

Las concentraciones de cadmio reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican <0,0001 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,0001 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,0001 mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,0001 mg/L) cumple con el criterio de calidad del agua (0,001 y 0,05 mg/L) establecidos tanto en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) respectivamente del A.M. 097-A.

> Cobalto

Las concentraciones de cobalto reportadas por el laboratorio Gruentec para las muestras CURI-EBA-A3, CURI-JER-A8, CURI-NCH-A7, CURI-EAL-A15, CURI-EAL-A16, DOMO-AG-01, DOMO-AG-02, DOMO-AG-03, DOMO-AG-04, DOMO-AG-05, DOMO-AG-06, DOMO-AG-07, DOMO-AG-08, DOMO-DA-1B, DOMO-DA-03, DOMO-AG-10, DOMO-AG-11, DOMO-AG-12, DOMO-AG-13, DOMO-AG-14 y DOMO-AG-15 indican <0,0001 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,0001 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,0001 mg/L; es decir, no representa un número entero.

En este caso se observa que todas las muestras cumplen los criterios de calidad del agua establecidos, tanto en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097-A. No se han establecido criterios de calidad para este parámetro en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”.

El valor de punto muestreado CURI-UDC-A17 en abril sobrepasa el criterio de calidad de la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A. El incumplimiento de este parámetro se debe a la alteración de silicatos, ya que los suelos del área de estudio están desarrollados en la formación Macuchi, en donde el tipo de roca es: areniscas volcánicas de grano grueso. La arenisca es una roca sedimentaria clástica compuesta principalmente de granos de silicato.

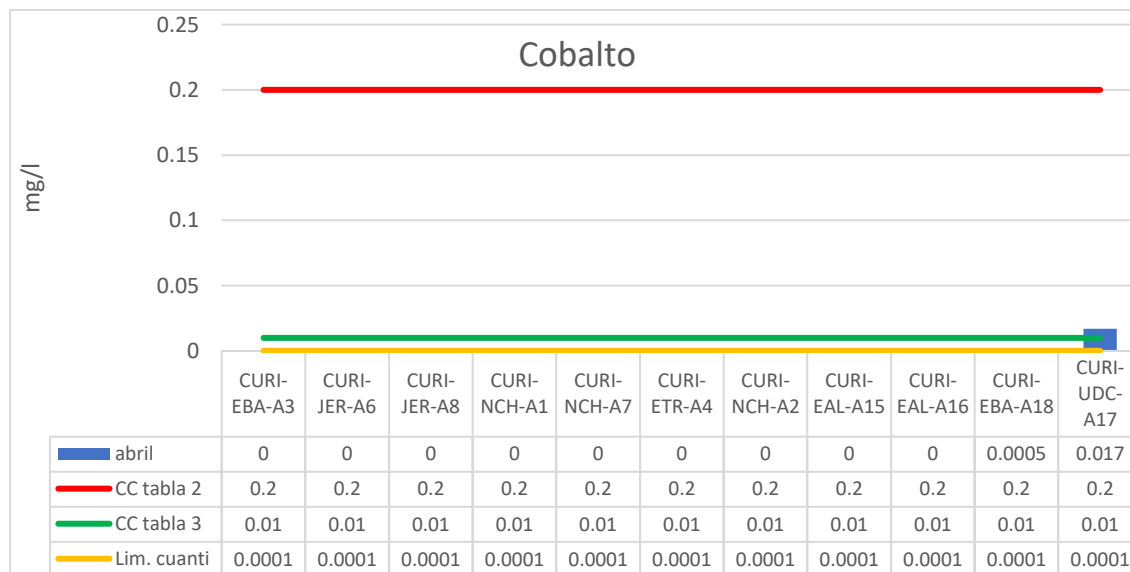


Figura 5-101 Valores de Cobalto en Muestras de Agua

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

> Cobre

Las muestras CURI-EBA-A3, CURI-JER-A6, CURI-JER-A8, CURI-NCH-A2, CURI EBA-A18, CURI-UDC-A178 y DOMO-DA-1B de 2021 presentan concentraciones por encima del criterio de calidad del agua

establecido en la Tabla 2 del A.M. 097-A (Preservación de vida acuática y silvestre); sin embargo, todos los puntos de muestreo cumplen con los criterios de calidad del agua establecido en la Tabla 3 del A.M. 097-A (Aguas para riego agrícola).

Las concentraciones de cobre reportadas por el laboratorio Gruentec para las muestras, CURI-JER-A8, CURI-NCH-A1, CURI-NCH-A7, CURI-ETR-A4, CURI-EAL-A15, CURI-EAL-16, CURI-EBA-A18, DOMO-AG-01, DOMO-AG-02, DOMO-AG-03, DOMO-AG-04, DOMO-AG-05, DOMO-AG-06, DOMO-AG-07, DOMO-AG-08, DOMO-DA-03, DOMO-AG-10, DOMO-AG-11, DOMO-AG-12, DOMO-AG-13, DOMO-AG-14 y DOMO-AG-15, indican <0,005 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,005 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,005 mg/L, es decir, no representa un número entero, razón por la cual, estos valores no se incluyen en la figura, donde las barras graficadas representan, cada una, un solo número entero. En la figura se graficó el límite de cuantificación del laboratorio Gruentec para el parámetro cromo (0,0005 mg/L).

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,005 mg/L) cumple con el criterio de calidad del agua (0,005 y 0,2 mg/L) establecidos tanto en la Tabla 1 "Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico", Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) respectivamente del A.M. 097-A.

Este incumplimiento es debido que la mineralización en El Domo está ampliamente zonificada con un "casquillo" superior de barita, enriquecido variablemente en esfalerita de sílice, galena y oro. Este casquillo está cubierto por una zona de sulfuro masivo con zonificación local de mineralización rica en zinc a lo largo del contacto de la pared colgante y una base rica en cobre.

Página en blanco

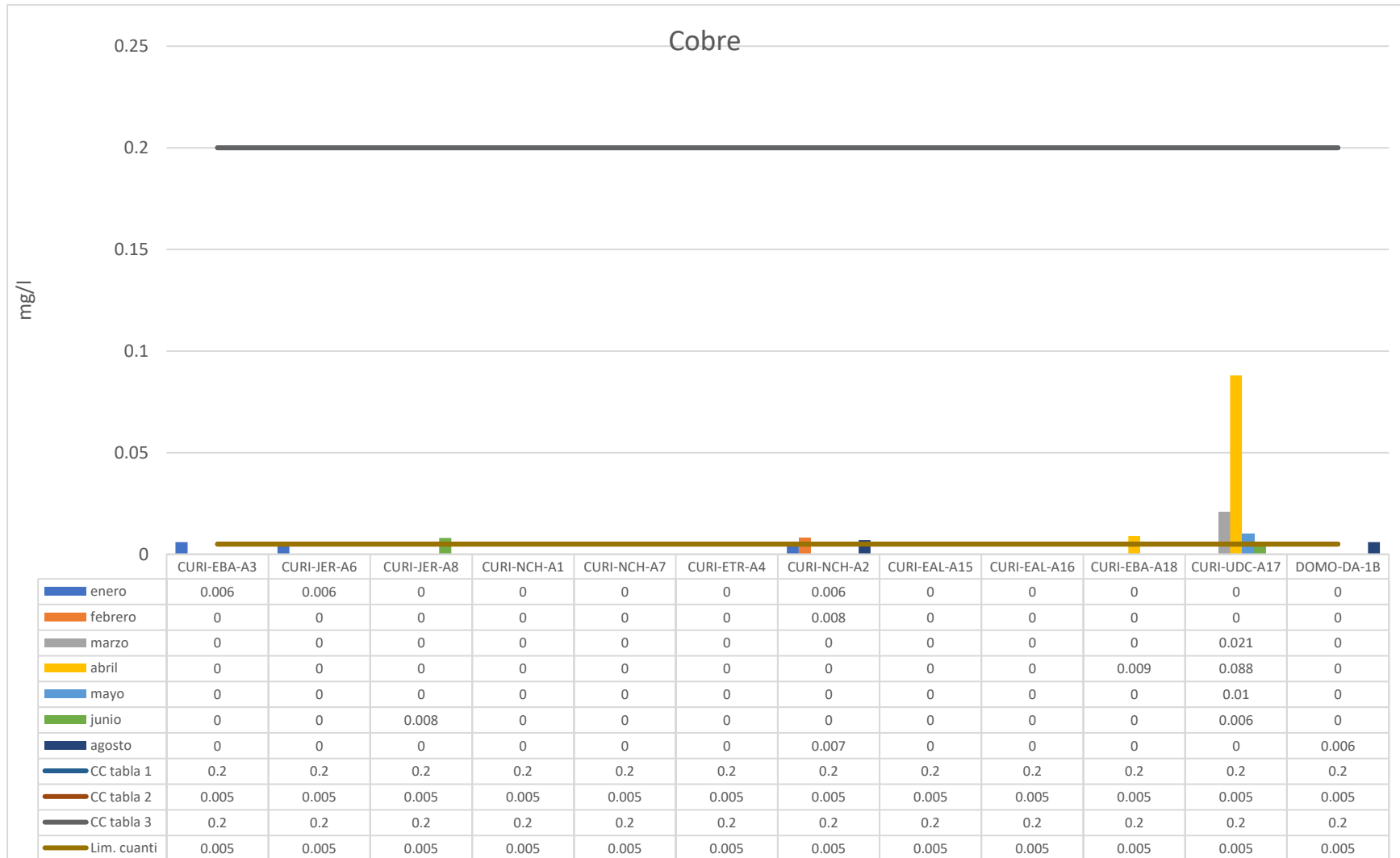


Figura 5-102 Valores de Cobre en Muestras de Agua

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, febrero, marzo, mayo, agosto y septiembre 2021
 Elaboración: Entrix, agosto 2022

Página en blanco

> Cromo

Todas las muestras cumplen con el criterio de calidad del agua establecido en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A. La Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) no establece criterio de calidad ambiental para este parámetro.

Las concentraciones de cromo reportadas por el laboratorio Gruentec para las muestras CUR. EBA-A3, CURI-JER-A6, CURI-JER-A8, CURI-NCH-A1, CURI-NCH-A7, CURI-ETR-A4, CURI-NCH-A2, CURI-EAL-A15, CURI-EAL-A16, CURI-EBA-A18, CURI-UDC-A17, CURI-EAL-A16, CURI-EBA-A18, DOMO-AG-01, DOMO-AG-02, DOMO-AG-06, DOMO-DA-1B, DOMO-DA-03, DOMO-AG-10, DOMO-AG-12, DOMO-AG-13 y DOMO-AG-14 indican < 0,0002 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,0002 mg/L), que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,0002 mg/L, es decir, no representa un número entero.

> Hierro

Todas las muestras cumplen el criterio de calidad ambiental establecido en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) del A.M. 097-A. En referencia al criterio de calidad ambiental de la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, y Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) del A.M. 097-A a excepción de las muestras CURI-EBA-A3, CURI-JER-A6, CURI-JER-A8, CURI-NCH-A1, CURI-NCH-A7, CURI-ETR-A4, CURI-EAL-A15, CURI-EAL-A16, CURI-EBA-A18, CURI-UDC-A17 y DOMO-DA-1B, el resto de muestras cumplen con el criterio de calidad ambiental (1 mg/L y 0,3 mg/L) establecido. El incumplimiento puede deberse debido a que la concentración de este elemento en el agua está controlada por procesos de equilibrio químico como oxidación-reducción, precipitación y disolución de hidróxidos, carbonatos y sulfuros, formación de complejos especialmente con materia orgánica y también por la actividad metabólica de animales y plantas.

Página en blanco

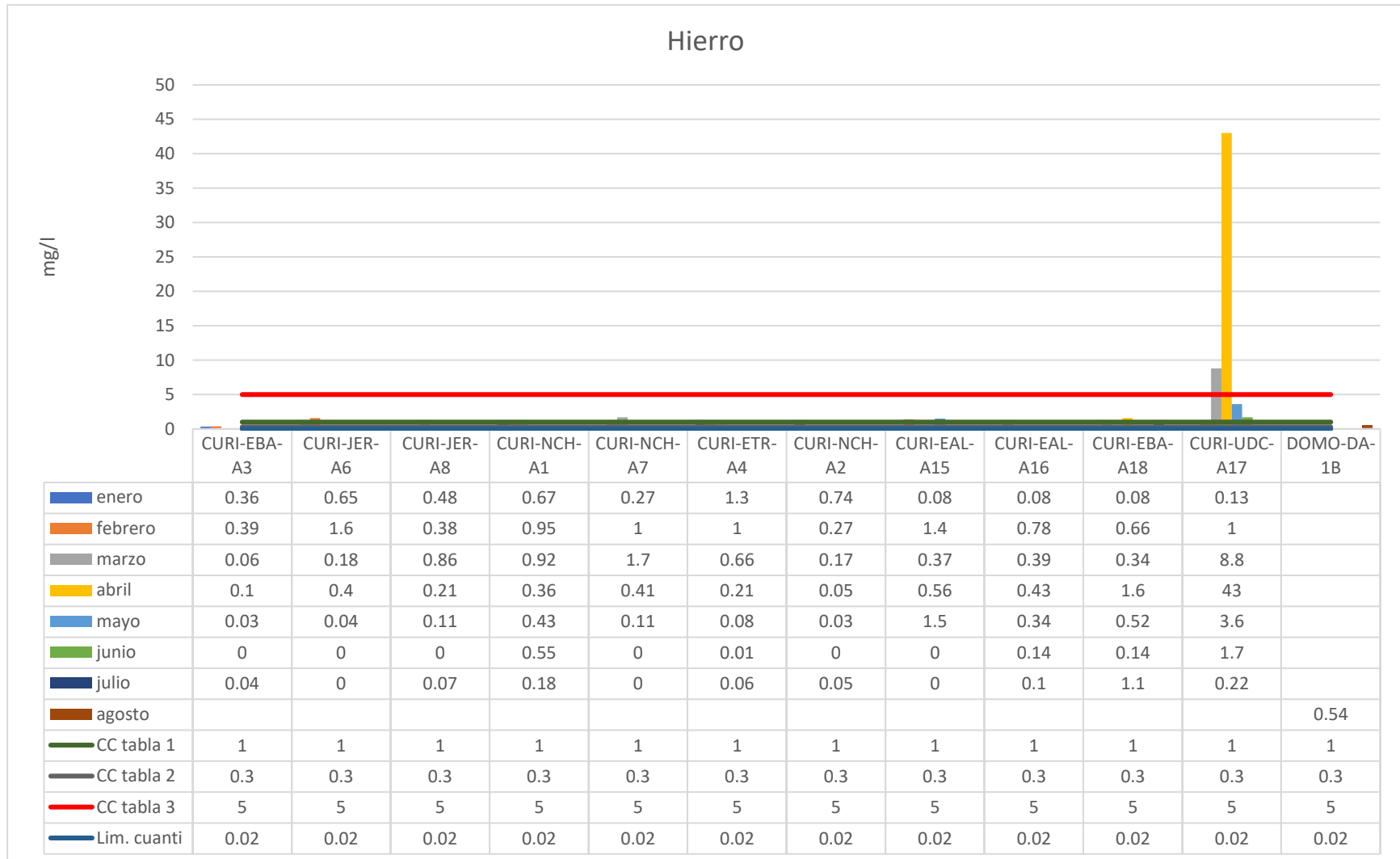


Figura 5-103 Valores de Hierro en Muestras de Agua

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, febrero, marzo, mayo, agosto y septiembre 2021
 Elaboración: Entrix, agosto 2022

Página en blanco

> Manganeso

Todas las muestras cumplen con los criterios de calidad del agua (0,1 y 0,2 mg/L) establecidos en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) respectivamente del A.M. 097-A, a excepción de DOMO-AG-03 y DOMO-AG-08 que indican < 0,0005 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,0005 mg/L), que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,0005 mg/L, es decir, no representa un número entero. No se han establecido criterios de calidad para este parámetro en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”.

> Mercurio

Las concentraciones de mercurio reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican <0,0001 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,0001 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,0001 mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,0001 mg/L) cumple con los criterios de calidad del agua (0,0002 y 0,001 mg/L) establecidos tanto en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) respectivamente del A.M. 097-A.

> Níquel

Todas las muestras cumplen con los criterios de calidad del agua (0,025 y 0,2 mg/L) establecidos en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) respectivamente del A.M. 097-A.

Las concentraciones de níquel reportadas por el laboratorio Gruentec para las muestras CURI-EAL-A15, CURI-EAL-A16, CURI-EBA-A18, CURI-UDC-A17, DOMO-AG-01, DOMO-AG-02, DOMO-AG-03, DOMO-AG-04, DOMO-AG-05, DOMO-AG-06, DOMO-AG-07, DOMO-AG-08, DOMO-DA-1B, DOMO-DA-03, DOMO-AG-10, DOMO-AG-11, DOMO-AG-12, DOMO-AG-13, DOMO-AG-14 y DOMO-AG-15, indican <0,001 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,001 mg/L), que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,001 mg/L, es decir, no representa un número entero. No se han establecido criterios de calidad para este parámetro en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”.

> Plata

Las concentraciones de plata reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican <0,0001 mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio 0,0001 mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y 0,0001 mg/L, es decir, no representa un número entero, a excepción del punto DOMO-AG-13, que tiene valor entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio (0,0001 mg/L) cumplen con los criterios de calidad del agua (0,01 mg/L) establecidos en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre). La Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”. y la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) no establece criterio de calidad ambiental para este parámetro.

> Plomo

Todas las muestras cumplen con los criterios de calidad del agua (0,001 y 5 mg/L) establecidos en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) respectivamente del A.M. 097-A.

Las concentraciones de plomo reportadas por el laboratorio Gruentec para las muestras CURI-EBA-A3, CURI-NCH-A1, CURI-NCH-A2, CURI-EAL-A16, CURI-EBA-A18, DOMO-AG-01, DOMO-AG-02, DOMO-

AG-03, DOMO-AG-04, DOMO-AG-05, DOMO-AG-06, DOMO-AG-07, DOMO-AG-08, DOMO-DA-1B, DOMO-DA-03, DOMO-AG-10, DOMO-AG-11, DOMO-AG-12 y DOMO-AG-14 indican $<0,0005$ mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio $0,0005$ mg/L), que corresponde a cualquier número entre 0 y $0,0005$ mg/L, es decir, no representa un número entero.

> Selenio

Las concentraciones de selenio reportado por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican $<0,001$ mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio $0,001$ mg/L) que corresponde a cualquier número entre 0 y $0,001$ mg/L, es decir, no representa un número entero.

Se observa que, para el presente caso, el límite de cuantificación del laboratorio ($0,0001$ mg/L) cumple con los criterios de calidad del agua ($0,001$ y $0,02$ mg/L) establecidos tanto en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”, en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) como en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) respectivamente del A.M. 097-A.

> Zinc

Las concentraciones de zinc reportadas por el laboratorio Gruentec para las muestras CURI-EBA-A3, CURI-JER-A6, CURI-JER-A8, CURI-NCH-A1, CURI.NCH-A17, CURI-ETR-A4, CURI-NCH-A2, CURI-EAL-A15, CURI-EAL-A16, CURI-EBA-A18, CURI-UDC-A17 y DOMO-AG-01, DOMO-AG-02, DOMO-AG-03, DOMO-AG-04, DOMO-AG-05, DOMO-AG-06, DOMO-AG-07 y DOMO-AG-08 indican $<0,005$ mg/L (siendo el límite de cuantificación del laboratorio $0,005$ mg/L), que corresponde a cualquier número entre 0 y $0,005$ mg/L, es decir, no representa un número entero, razón por la cual, estos valores no se incluyen en la figura donde las barras graficadas representan, cada una, un solo número entero. En la figura se graficó el límite de cuantificación del laboratorio Gruentec para el parámetro zinc ($0,005$ mg/L).

La muestra CURI-JER-A6, CURI-NCH-A1, CURI-EAL-A16, CURI-EBA-A17 no cumple con los criterios de calidad del agua ($0,03$ y $0,02$ mg/L) establecidos en la Tabla 2 (Preservación de vida acuática y silvestre) A.M. 097-A.

Todos los puntos de muestreo cumplen con los criterios de calidad del agua ($0,02$ mg/L) establecidos en la Tabla 3 (Aguas para riego agrícola) respectivamente del A.M. 097-A. No se han establecido criterios de calidad para este parámetro en la Tabla 1 “Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico”.

El incumplimiento se puede atribuir a la naturaleza del material parental, que presenta en su mineralización sulfuro de zinc (esfalerita). La esfalerita es un miembro final de zinc puro con poco o ningún contenido de hierro, La esfalerita, la calcopirita y la pirita son los sulfuros principales en las rocas mineralizadas de la perspectiva de Curipamba.

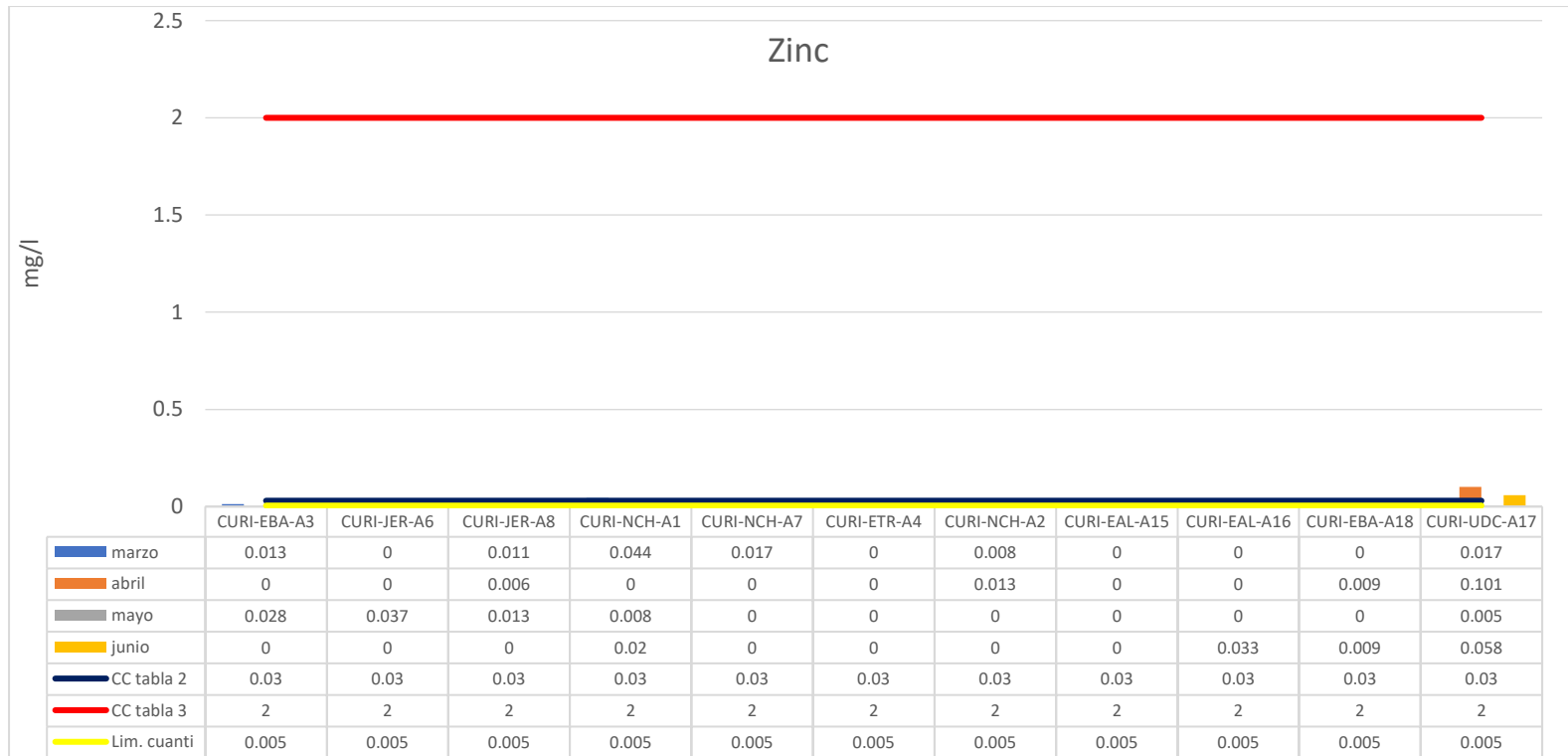


Figura 5-104 Valores de Zinc en Muestras de Agua

Fuente: Resultados de laboratorio Gruentec, enero, febrero, marzo, mayo, agosto y septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Página en blanco

5.1.16.5 Conclusiones

En términos generales y como análisis referencial, los resultados obtenidos en los análisis de agua presentaron valores que cumplen con los criterios de calidad admisibles establecidos en la normativa nacional (A.M. No. 097-A, Anexo 1, Tabla 2. Para la Preservación de vida acuática y silvestre y Tabla 3. Aguas para Riego Agrícola. Sin embargo, para los parámetros aluminio, cobre, hierro y zinc se obtuvo concentraciones que sobrepasaron los criterios de calidad admisibles establecidos en la normativa nacional, esto pudo darse debido a que el área de estudio está influenciada por actividad antrópica ajena al proyecto y, en otros casos, existe presencia natural de ciertos elementos.

5.1.17 Paisaje

Conceptualmente, se define al paisaje como “una parte del espacio sobre la superficie terrestre, que comprende un estudio de las relaciones de los ecosistemas presentes y constituye una entidad reconocible”.

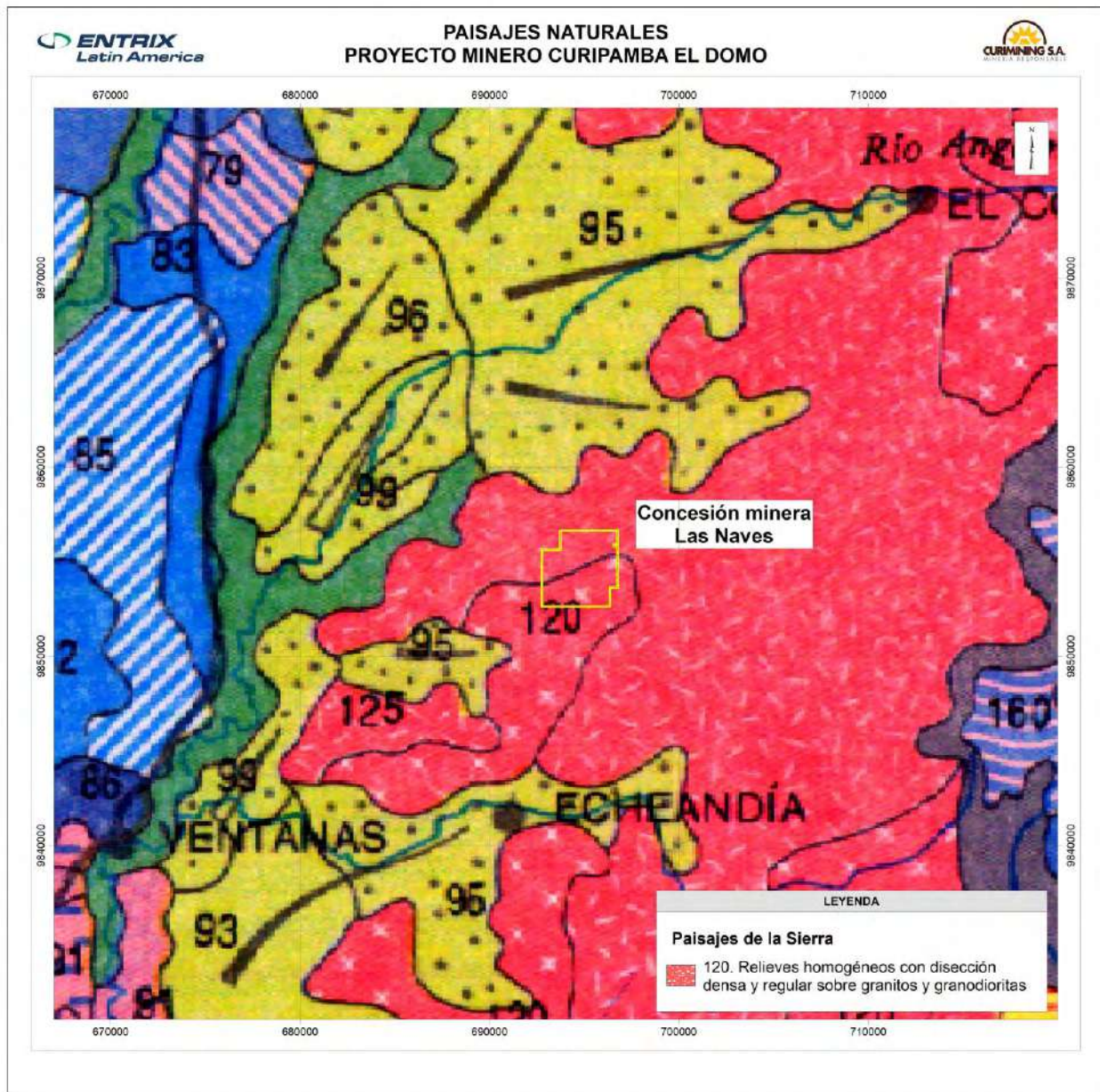


Figura 5-105 Categorización del Paisaje del Proyecto Curipamba – El Domo

Fuente: (Winckell, Zebrowski, & Sourdat, 1977)
Elaboración: Entrix, abril 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 5.1-10 Paisajes).

Conforme a la información presentada en la figura anterior, el proyecto minero Curipamba – El Domo se localiza en un tipo de paisaje, Relieves homogéneos con disección densa y regular sobre granitos y granodioritas (Unidad 120).

5.1.17.1 Metodología

La evaluación del paisaje no solo comprende la interacción de los elementos naturales, sino su relación con los elementos antrópicos. El paisaje es un elemento dinámico, permanece en continua evolución y transformación, aunque esta no sea perceptible. Su característica dinámica depende de procesos naturales del medio biótico y

abiótico y procesos antrópicos, considerando al hombre como un componente elemental de la naturaleza. A pesar de esta influencia, las dinámicas a largo plazo tienden a restaurar el equilibrio causado por cambios bruscos y llevar el conjunto a fases más estables (C. Troll, 1971).

El propósito de este análisis es lograr una recopilación de todos los componentes físicos, biológicos y culturales en el área de estudio. Estos componentes incluyen: geología, geomorfología, suelos, hidrología, vegetación, fauna y arqueología.

La metodología utilizada es la de Canter (*Environmental Impact Assessment*, 1996, Capítulo 13, Predicción y estudios de impactos visuales), que se basa en información colectada en campo, a la cual se le da una valoración de 3 = alta, 2 = media, 1 = baja o 0 = ninguna.

5.1.17.2 Categorías

5.1.17.2.1 Estado Natural

Esta es una medida que evalúa la cercanía de cada componente al estado natural sin cambios antropogénicos. Cualitativamente, una calificación Alta implica que no existen cambios antrópicos significativos; Media, que hay evidencia de algunos cambios significativos; y, Baja que el componente ha sido visiblemente alterado.

5.1.17.2.2 Escasez

Esta es una medida que evalúa la rareza de un componente estético dentro del contexto del ambiente donde ocurra. Alta significa que el componente estético no es común en la región. Media significa que el componente estético está presente y no es raro. Baja significa que el componente estético es común.

5.1.17.2.3 Estética

Es una medida que evalúa la apreciación y las consideraciones sobre la calidad sensorial del componente (sentidos), especialmente la capacidad de agrado hacia el observador. Es importante decir que la cuantificación de esta variable es subjetiva, ya que dependerá del criterio y conocimiento que tenga el observador sobre el área analizada. Un valor Alto significa que el valor visual es considerado muy atractivo. Medio, significa que el valor visual es considerado atractivo. Bajo, significa que el valor visual no tiene una significancia especial para el observador.

5.1.17.2.4 Importancia para la Conservación

Es una medida que evalúa la importancia para la conservación de la zona, incluyendo su relevancia turística, histórica, arqueológica, ecológica o de interés arquitectónico. Una calificación cuantitativa Alta significa que es un área muy importante para la conservación (como parques nacionales, reservas, bosques protectores). Media, significa que es un área importante para la conservación (como pantanos y bosques maduros). Baja, significa que son áreas intervenidas.

5.1.17.3 Análisis

5.1.17.3.1 Interpretación de Paisaje por Componentes Ambientales

En la siguiente tabla se determina la calificación del paisaje dada a cada componente por el equipo técnico de Cardno que realizó el levantamiento de información en campo.

Tabla 5-87 Calificación del Paisaje dada a cada Componente

Factores	Componentes					
	Geología y Geomorfología	Hidrología	Flora	Fauna	Arqueología	Total
Estado Natural	1	2	1,5	1,5	2	1,8
Escasez	1	2	2	2	1	1,8
Estética	1	2	2	2	2	2,2

Factores	Componentes					
	Geología y Geomorfología	Hidrología	Flora	Fauna	Arqueología	Total
Importancia Conservación	3	2	2	2	2	2,2
TOTAL	1,50	2,00	1,88	1,88	1,75	2

Fuente y Elaboración: Cardno Entrix, 2019

Estado Natural

La fisiografía del área en estudio se caracteriza por presentar un tipo de paisaje geomorfológico bien definidos: en la que hay un dominio de vertientes y relieves colinados muy altos como relieves montañosos. Mantiene su estado natural con altas a medias intervenciones e intrusiones antrópicas.

El uso del suelo es incorrecto en vista de que más del 52 % está cubierto por pastizales; áreas de vegetación arbustiva y bosques secundarios, se presentan cerca de las áreas habitadas por las comunidades del sector. Por esas consideraciones se da una valoración de 1 Baja.

Escasez

Estas geofomas o características superficiales son comunes en la vertiente externa de cordillera Occidental de este país, por tal motivo, no es un componente estético raro, pero no deja de ser un atractivo por su condición paisajística y natural. Su valoración es 1 Baja.

Estética

En cierta medida, los paisajes, por las grandes extensiones que ocupan, presentan un aceptable contraste entre ellos, por lo que resulta interesante su apreciación; esto da una valoración de 1.

Importancia para la Conservación

Es importante recalcar que el área donde se encuentra la concesión minera Las Naves, es una zona intervenida producto de actividades agrícolas y ganaderas pertenecientes a los pobladores del área de estudio, lo cual ha provocado la modificación paulatina del paisaje.

Sin embargo, en vista de que el área del Proyecto presenta un valor medio de conservación, al ser una fuente de agua natural por sus características propias, tiene una calificación de conservación media, 3

Por otro lado, de acuerdo con lo establecido en la publicación Paisajes Naturales del Ecuador (Winckell, Zebrowski, & Sourdat, 1977) y como se muestra en la Figura 5-105 la concesión minera La Naves se localiza en la unidad 120 denominada *“Relieves homogéneos con disección densa y regular sobre granitos y granodioritas”*.

Las zonas deprimidas y los valles en garganta con depresiones y modelados graníticos, Regularmente se trata de rocas de grano medio a grande con cuarzo, feldespato, hornblenda, con composiciones de granito, granodiorita o tonalita. Las facies de grano fino están poco representadas.

Los paisajes sobre granito ameritan una individualización porque la presencia de rocas granitoides se refleja tanto sobre los modelados de conjunto o las formas de relieve, como en las formaciones superficiales y los suelos.

En la parte norandina, a Norte del paralelo 2°S, todas las unidades de la vertiente oriental y de la vertiente occidental están recubiertas por proyecciones piroclásticas de cenizas. Esta cobertura es, sin embargo, casi siempre discontinua, las pendientes fuertes y los fenómenos de escurrimiento superficiales habiendo contribuido a una población parcial, pero rápida de las cenizas superficiales, incluso a poca distancia de los volcanes. Estas últimas son conservadas sobre todo en los interfluvios redondeados o convexos; un simple vistazo sobre estos paisajes muestra claramente la oposición entre los suelos limosos negruzcos y oscuros sobre las cúspides y las vertientes claras, amarillentas a rojizas, más arenosas sobre las arenas graníticas.

La unidad 120. se localiza exclusivamente sobre la vertiente occidental, bajo condiciones de humedad menos marcadas. Sus suelos, todavía desaturados, están menos hidratados que los precedentes: son andosoles típicos cafés, en las zonas bajas, o negros en zonas de mayor altitud. (Anexo B.- Cartografía, 5.1-10 Paisajes).

5.1.17.4 Conclusiones

El área donde se encuentra la concesión minera Las Naves presenta un valor medio de conservación, al ser una fuente de agua natural por sus características propias.

5.1.17.5 Actividades Existentes en el Área de Estudio

De acuerdo con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial el área de estudio cuenta con riquezas minerales por lo que la actividad más productiva del sector actualmente existe la presencia de Curimining S.A. en la fase de exploración, el recurso que ha encontrado es un polimetálico con concentraciones altas de cobre, zinc, oro, plata, cobre y plomo.

También se ha identificado depósitos de material pétreo (material de canto rodado y arena) destinados principalmente al mantenimiento periódico y lastrado de las vías de la ciudad Las Naves. (CONSULCAP, 2020).

El cantón Las Naves cuenta además con riquezas forestales, existen 14 comunidades que se dedican a la producción del cacao nacional, no se encuentran organizaciones que tengan como actividad la producción de naranja solamente existe familias productoras en algunas de sus fincas y de manera individual producen naranja. En cuanto a la producción de ganado esta tiene un doble propósito, siendo el principal rubro que mueve la economía de las familias productoras con la producción de carne y leche.

Por lo antes mencionado las actividades del sector económico primario corresponden a: agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, así como explotación de minas y canteras.

Página en blanco

Tabla de Contenido

5	Diagnóstico Ambiental-Línea Base	5-319
5.2	Medio Biótico	5-319
5.2.1	Introducción.....	5-319
5.2.2	Justificación de Selección de Puntos de Muestreo	5-320
5.2.3	Descripción del Área de Estudio	5-322
5.2.4	Metodología	5-326
5.2.5	Resultados y Aspectos Ecológicos	5-394
5.2.6	Conclusiones Específicas	5-652
5.2.7	Conclusión general	5-656

Tablas

Tabla 5-88	Porcentaje de Cobertura Vegetal Presente en el Área Geográfica del Proyecto Minero Curipamba - El Domo	5-322
Tabla 5-89	Estratos de Bosque en el Área Geográfica del Proyecto Minero Curipamba- El Domo.....	5-323
Tabla 5-90	Piso Zoogeográfico Presente en el Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-323
Tabla 5-91	Puntos de Muestreo Flora.....	5-329
Tabla 5-92	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Flora.....	5-331
Tabla 5-93	Escala de Abundancia-Dominancia de Braun-Blanquet y Porcentaje de Cobertura Usado en el Componente de Flora	5-332
Tabla 5-94	Sitios de Muestreo de Avifauna	5-339
Tabla 5-95	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Avifauna	5-341
Tabla 5-96	Sitios de Muestreo de Mastofauna	5-349
Tabla 5-97	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Mastofauna	5-352
Tabla 5-98	Aspectos Considerados para el Análisis de Sensibilidad a Nivel de Especie	5-356
Tabla 5-99	Sitios de Muestreo de Herpetofauna	5-359
Tabla 5-100	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Herpetofauna	5-361
Tabla 5-101	Aspectos Considerados para el Análisis de Sensibilidad a Nivel de Especie	5-367
Tabla 5-102	Sitios de Muestreo de Entomofauna.....	5-371
Tabla 5-103	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Entomofauna	5-373
Tabla 5-104	Sitios de Muestreo de Ictiofauna.....	5-381
Tabla 5-105	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Ictiofauna	5-383
Tabla 5-106	Sitios de Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos.....	5-387
Tabla 5-107	Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos.....	5-389

Tabla 5-108	Rango y Calidad de Agua según el índice EPT.....	5-392
Tabla 5-109	Puntajes de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col. (Roldán, 2003).....	5-392
Tabla 5-110	Clases de Calidad de Agua, Valores BMWP/Col y su Significado	5-393
Tabla 5-111	Rangos de Calidad según el Índice QBR-And.....	5-393
Tabla 5-112	Lista de las Especies Registradas en los Muestreos Cualitativos Dentro del Área de Estudio	5-396
Tabla 5-113	Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el Área de Estudio	5-399
Tabla 5-114	Índice de Shannon para los tres transectos dentro de en el Área de Estudio	5-408
Tabla 5-115	Índice de Simpson para los tres transectos dentro de en el Área de Estudio	5-409
Tabla 5-116	Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en del transecto PMF-01.....	5-410
Tabla 5-117	Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el transecto PMF-02.....	5-412
Tabla 5-118	Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el transecto PMF-03.....	5-414
Tabla 5-119	Índice de Bray Curtis para los Transectos dentro del Área de Estudio	5-416
Tabla 5-120	Índice de Bray Curtis para los Transectos dentro del Área de Estudio	5-417
Tabla 5-121	Biomasa Aérea de las Especies dentro de toda el Área de Estudio	5-418
Tabla 5-122	Índice de Shannon para las Árboles con sus Respectivas Epifitas dentro del Área de Estudio.....	5-422
Tabla 5-123	Índice de Simpson para las Árboles con sus Respectivas Epifitas dentro del Área de Estudio	5-423
Tabla 5-124	Índice de Bray Curtis para los Transectos dentro del Área de Estudio	5-424
Tabla 5-125	Índice de Bray Curtis para los Transectos dentro del Área de Estudio	5-425
Tabla 5-126	Lista de Especies con Categoría de Amenaza según la UICN	5-429
Tabla 5-127	Lista de Especies Endémicas Distribuidas en el Área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba-El Domo	5-431
Tabla 5-128	Especies de Flora Utilizadas en el Área de Estudio	5-431
Tabla 5-129	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-1	5-442
Tabla 5-130	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-2	5-443
Tabla 5-131	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-3	5-443
Tabla 5-132	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-4	5-444
Tabla 5-133	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-5	5-445
Tabla 5-134	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-6	5-445
Tabla 5-135	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-07	5-446
Tabla 5-136	Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-08	5-446
Tabla 5-137	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo.....	5-451

Tabla 5-138	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto El Panecillo-PMA-01	5-452
Tabla 5-139	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en El Domo-PMA-02.....	5-455
Tabla 5-140	Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en El Derrumbe-PMA-03	5-458
Tabla 5-141	Estado de Conservación de las Especies Registradas en el Área de Muestreo	5-464
Tabla 5-142	Mastofauna Registrada en el Área de Estudio en el Proyecto Minero Curipamba - El Domo	5-471
Tabla 5-143	Abundancia de Especies de Mastofauna dentro del Área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba - El Domo	5-473
Tabla 5-144	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo.....	5-474
Tabla 5-145	Mastofauna Registrada en el Área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba - El Domo	5-475
Tabla 5-146	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-01 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-476
Tabla 5-147	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-02 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-476
Tabla 5-148	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-03 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-477
Tabla 5-149	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-04 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-477
Tabla 5-150	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-05 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-478
Tabla 5-151	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM – 06 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-478
Tabla 5-152	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-07 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-478
Tabla 5-153	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo MMR2-2 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-479
Tabla 5-154	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo El Panecillo-PMM-01.....	5-480
Tabla 5-155	Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto de Muestreo El Panecillo-PMM-01	5-480
Tabla 5-156	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo.....	5-481
Tabla 5-157	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo El Domo-PMM-02.....	5-481
Tabla 5-158	Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto de Muestreo El Domo-PMM-02	5-481
Tabla 5-159	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo.....	5-482
Tabla 5-160	Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo El Derrumbe-PMM-03	5-482
Tabla 5-161	Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto de Muestreo El Derrumbe-PMM-03	5-483

Tabla 5-162	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo.....	5-483
Tabla 5-163	Estado de Conservación Local y Regional de las Especies de Mamíferos Registradas del Proyecto Minero Curipamba - El Domo	5-486
Tabla 5-164	Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Área del Proyecto Minero Curipamba.....	5-487
Tabla 5-165	Comparación de la Riqueza de Especies en los Diferentes Monitoreos en el Proyecto Curipamba	5-489
Tabla 5-166	Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada	5-492
Tabla 5-167	Abundancia de Especies de Anfibios y Reptiles dentro del Estudio	5-493
Tabla 5-168	Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo.....	5-495
Tabla 5-169	Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en los Muestreos Cualitativos	5-496
Tabla 5-170	Riqueza y Abundancia de Especies en el Punto de Muestreo El Panecillo-PMH-01	5-498
Tabla 5-171	Índices de Diversidad Alfa en el Punto de Muestreo PMH-1.....	5-500
Tabla 5-172	Riqueza y Abundancia de Especies en el Punto de Muestreo El Domo - PMH-02	5-501
Tabla 5-173	Índices de Diversidad Alfa en el Punto de Muestreo El Domo-PMH-02.....	5-502
Tabla 5-174	Riqueza y Abundancia de Especies en el Punto de Muestreo El Derrumbe-PMH-03	5-503
Tabla 5-175	Índices de Diversidad Alfa en el Punto de Muestreo El Derrumbe-PMH-03	5-505
Tabla 5-176	Gremio Alimenticio de la Herpetofauna Registrada en el Proyecto Minero	5-506
Tabla 5-177	Patrones Reproductivos de la Herpetofauna Registrada en el Proyecto Minero	5-508
Tabla 5-178	Distribución Vertical de la Herpetofauna Registrada en el Estudio	5-509
Tabla 5-179	Hábito de la Herpetofauna Registrada en el Proyecto Minero	5-511
Tabla 5-180	Estado de Conservación Local y Regional de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrada en el Proyecto Minero.....	5-512
Tabla 5-181	Sensibilidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Proyecto Minero	5-514
Tabla 5-182	Comparación de la Herpetofauna Registrada con Estudios Anteriores	5-516
Tabla 5-183	Riqueza de Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo POE-01, POE-02, POE-03, POE-04, POE-05, POE-06, POE-07 y POE-08	5-523
Tabla 5-184	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_TP.....	5-529
Tabla 5-185	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_TP.....	5-529
Tabla 5-186	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_VSR	5-532
Tabla 5-187	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_VSR.....	5-532
Tabla 5-188	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-02_TP.....	5-535

Tabla 5-189	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-02_TP.....	5-535
Tabla 5-190	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-02_VSR.....	5-538
Tabla 5-191	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-02_VSR.....	5-538
Tabla 5-192	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-03_TP.....	5-541
Tabla 5-193	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-03_TP.....	5-541
Tabla 5-194	Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-03_VSR.....	5-544
Tabla 5-195	Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-03_VSR.....	5-544
Tabla 5-196	Estado de Conservación de los Escarabajos Copronecrófagos Registrados	5-548
Tabla 5-197	Ictiofauna Registrada en la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15).....	5-551
Tabla 5-198	Índices de Diversidad Aplicados en la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)	5-553
Tabla 5-199	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-03.....	5-555
Tabla 5-200	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-03.....	5-557
Tabla 5-201	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-11	5-558
Tabla 5-202	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-11.....	5-559
Tabla 5-203	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-12.....	5-560
Tabla 5-204	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-12.....	5-562
Tabla 5-205	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-14.....	5-563
Tabla 5-206	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-14.....	5-564
Tabla 5-207	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-15.....	5-565
Tabla 5-208	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-15.....	5-567
Tabla 5-209	Ictiofauna Registrada en la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)	5-568
Tabla 5-210	Índices de Diversidad Aplicados en la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)	5-570
Tabla 5-211	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-08.....	5-571
Tabla 5-212	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-08.....	5-573
Tabla 5-213	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-13.....	5-574
Tabla 5-214	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-13.....	5-575
Tabla 5-215	Ictiofauna Registrada en la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07).....	5-576
Tabla 5-216	Índices de Diversidad Aplicados en la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)	5-578
Tabla 5-217	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-04.....	5-580

Tabla 5-218	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-05.....	5-581
Tabla 5-219	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-05.....	5-583
Tabla 5-220	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-06.....	5-584
Tabla 5-221	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-07.....	5-585
Tabla 5-222	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-14.....	5-586
Tabla 5-223	Ictiofauna Registrada en la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09 y DOMO-IF-10).....	5-587
Tabla 5-224	Índices de Diversidad Aplicados en la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09, DOMO-IF-10).....	5-589
Tabla 5-225	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-01.....	5-591
Tabla 5-226	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-01.....	5-593
Tabla 5-227	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-02.....	5-594
Tabla 5-228	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-02.....	5-595
Tabla 5-229	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-09.....	5-596
Tabla 5-230	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-09.....	5-598
Tabla 5-231	Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-10.....	5-599
Tabla 5-232	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-10.....	5-600
Tabla 5-233	Especies Registradas en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.....	5-601
Tabla 5-234	Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el área de influencia del Proyecto Curipamba.....	5-604
Tabla 5-235	Índices de Diversidad Aplicados en los Cuerpos de Agua del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-608
Tabla 5-236	Matriz de Similitud de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de influencia del Proyecto Curipamba.....	5-609
Tabla 5-237	Estado de Salud Ecológica de los Cuerpos de Agua (conjunto) de la Zona de Influencia del Proyecto Curipamba.....	5-612
Tabla 5-238	Calidad de Agua según el Índice EPT.....	5-613
Tabla 5-239	Calidad de Agua según el índice BMWP/Col.....	5-613
Tabla 5-240	Calidad de Vegetación de Ribera según el Índice QBR por Punto de Muestreo en la Zona de influencia del Proyecto Curipamba.....	5-614
Tabla 5-241	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-01.....	5-617
Tabla 5-242	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-02.....	5-619
Tabla 5-243	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-03.....	5-621
Tabla 5-244	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-04.....	5-623
Tabla 5-245	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-05.....	5-625
Tabla 5-246	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-06.....	5-627
Tabla 5-247	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-07.....	5-629
Tabla 5-248	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-08.....	5-631
Tabla 5-249	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-09.....	5-633

Tabla 5-250	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-10	5-635
Tabla 5-251	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-11	5-637
Tabla 5-252	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-12	5-639
Tabla 5-253	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-13	5-641
Tabla 5-254	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-14	5-643
Tabla 5-255	Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-15	5-645
Tabla 5-256	Niveles de Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en la Zona de Influencia del Proyecto Curipamba.....	5-648

Figuras

Figura 5-106	Especies Identificadas Durante el Levantamiento de Información. A) <i>Guarea kunthiana</i> B) <i>Xanthosoma sagittifolium</i>	5-325
Figura 5-107	Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Área de Estudio	5-395
Figura 5-108	Riqueza de las Familias Florísticas más Representativas en Términos de Diversidad en el Área de Estudio.....	5-395
Figura 5-109	Porcentaje de Cobertura de las Nueve Familias Florísticas más Representativas en el Área de Estudio.....	5-396
Figura 5-110	Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2 en el Área de Estudio	5-396
Figura 5-111	Diversidad y Abundancia de las Familias más Representativas en el Área de Estudio	5-402
Figura 5-112	Curva De Acumulación De Especies E Índice Chao 1 En El Área Total De Estudio	5-402
Figura 5-113	Curva de Abundancia-Diversidad de Especies de Flora para el Área de Estudio	5-403
Figura 5-114	Área Basal de las Especies Representativas en el Área de Estudio	5-405
Figura 5-115	Comparación de la Riqueza Taxonómicas de las Familias, Géneros y Especies en los Tres Transectos Cuantitativos.....	5-406
Figura 5-116	Comparación de la Abundancia de Individuos en los Tres Transectos Cuantitativos	5-407
Figura 5-117	Comparación del Área Basal en los Tres Transectos Cuantitativos	5-407
Figura 5-118	Comparación del Índice de Diversidad de Shannon con sus Respective Intervalos de Confianza para los Transectos en el Área de Estudio.....	5-409
Figura 5-119	Índice de Dominancia de Simpson con sus Respective intervalos de Confianza para los Transectos en el Área de Estudio	5-410
Figura 5-120	Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias Más Representativas en el Área de Estudio.....	5-411
Figura 5-121	Curva de Abundancia-Diversidad dentro del transecto PMF-01	5-412
Figura 5-122	Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias Más Representativas en el Área de Estudio.....	5-413
Figura 5-123	Curva de Abundancia-Diversidad dentro del transecto PMF-02	5-414
Figura 5-124	Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias Más Representativas en el Área de Estudio.....	5-415

Figura 5-125	Curva de Abundancia-Diversidad dentro del transecto PMF-03	5-416
Figura 5-126	Clúster Análisis Bray Curtis para los Tres Transectos dentro del Área de Estudio	5-417
Figura 5-127	Clúster Análisis Jaccard para los Tres Transectos dentro del Área de Estudio	5-418
Figura 5-128	Riqueza y Abundancia de Especies Epífitas de Flora Registradas en los Árboles Seleccionados	5-420
Figura 5-129	Riqueza y Abundancia de las Familias de Epífitas Registradas en los Árboles Seleccionados	5-421
Figura 5-130	Curva de Abundancia-Diversidad de Especies Epífitas para el área de estudio	5-422
Figura 5-131	Comparación del Índice de Diversidad de Shannon con sus Respective Intervalos de Confianza para las Epífitas Halladas en los Transectos en el Área de Estudio	5-423
Figura 5-132	Índice de Dominancia de Simpson con sus Respective Intervalos de Confianza para las Epífitas en los Transectos en el Área de Estudio	5-424
Figura 5-133	Clúster Análisis Bray Curtis para las Epífitas en los Tres Transectos dentro del Área de Estudio	5-425
Figura 5-134	Clúster Análisis Jaccard para los Árboles en los Tres Transectos dentro del Área de Estudio	5-426
Figura 5-135	Comparación de la Riqueza y Abundancia dentro del Área de Estudio	5-435
Figura 5-136	Análisis Comparativo de la Diversidad H' Shannon (H') en los Monitoreos en el Área de Estudio	5-436
Figura 5-137	Análisis Comparativo de la Diversidad Simpson en los Monitoreos en el Área de Estudio	5-436
Figura 5-138	Riqueza de Aves Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos	5-439
Figura 5-139	Riqueza de Aves a Nivel de Familias Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos	5-439
Figura 5-140	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio	5-440
Figura 5-141	Riqueza de Especies de Aves Registradas Mediante Metodologías Cualitativas	5-440
Figura 5-142	Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos	5-441
Figura 5-143	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cualitativas	5-442
Figura 5-144	Gráfica de Similitud entre los Puntos Cualitativos de Avifauna	5-447
Figura 5-145	Riqueza de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas	5-448
Figura 5-146	Riqueza de Familias de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas	5-448
Figura 5-147	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas	5-449
Figura 5-148	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio mediante Metodologías Cuantitativas	5-451
Figura 5-149	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en El Panecillo-PMA-01	5-454
Figura 5-150	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas El Panecillo-PMA-01	5-454
Figura 5-151	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en El Domo-PMA-02	5-457
Figura 5-152	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas El Domo-PMA-02	5-457

Figura 5-153	Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en El Derrumbe-PMA-03	5-459
Figura 5-154	Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en El Derrumbe-PMA-03	5-460
Figura 5-155	Clúster de Similitud entre los Puntos Cuantitativo de Avifauna	5-461
Figura 5-156	Porcentaje de Especies en cada Nicho Trófico Registrado en el Área de Estudio	5-462
Figura 5-157	Porcentaje de Especies en cada Distribución General de Especies	5-462
Figura 5-158	Porcentaje de Especies según su Hábito	5-463
Figura 5-159	Porcentaje de Especies Según su Sociabilidad	5-463
Figura 5-160	Porcentaje de Especies Dominantes y Raras	5-464
Figura 5-161	Porcentaje de Sensibilidad de las Especies de Aves Registradas en el Área de Muestreo	5-469
Figura 5-162	Avifauna Registrada en las Campañas de Muestreo	5-470
Figura 5-163	Diversidad Taxonómica de la Mastofauna dentro del área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba - El Domo	5-472
Figura 5-164	Curva de Rango/Dominancia de las Especies de Mastofauna Registradas en el Área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba - El Domo	5-473
Figura 5-165	Curva de Acumulación de Especies de Mastofauna dentro del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-474
Figura 5-166	Curva de Acumulación e Índice Chao 2 para los Puntos de Muestreo Cualitativos en el Área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-476
Figura 5-167	Clúster del Índice de Bray Curtis para los Puntos de Muestreo del Proyecto Minero Curipamba - El Domo	5-479
Figura 5-168	Gremio Trófico de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Curipamba - El Domo	5-484
Figura 5-169	Hábito de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-484
Figura 5-170	Locomoción de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-485
Figura 5-171	Sociabilidad de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Curipamba - El Domo.....	5-486
Figura 5-172	Número de Especies por Categoría de Amenaza Evaluadas Local y Regionalmente en el Proyecto Curipamba	5-487
Figura 5-173	Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Área del Proyecto Minero Curipamba.....	5-488
Figura 5-174	Datos de Riqueza de Especies en los Puntos de Muestreo.....	5-493
Figura 5-175	Curva de Dominancia/Diversidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Estudio	5-494
Figura 5-176	Curva de Acumulación de Especies de Anfibios y Reptiles Registradas dentro del Estudio	5-495
Figura 5-177	Riqueza de Especies en los Puntos de Muestreo Cualitativo	5-496
Figura 5-178	Curva de Acumulación de Especies Registrados en los Puntos Cualitativos	5-497
Figura 5-179	Clúster de Similitud de Jaccard entre los Puntos Cualitativos de Herpetofauna	5-498
Figura 5-180	Curva de Dominancia/Diversidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Punto de Muestreo El Panecillo-PMH-01	5-499

Figura 5-181	Curva de Acumulación de Especies Registrados en el Punto de Muestreo El Panecillo-PMH-01	5-500
Figura 5-182	Curva de Dominancia/Diversidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Punto de Muestreo El Domo-PMH-02	5-502
Figura 5-183	Curva de Acumulación de Especies Registrados en el Punto de Muestreo El Domo-PMH-02	5-503
Figura 5-184	Curva de Dominancia/Diversidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Punto de Muestreo El Derrumbe-PMH-03.....	5-504
Figura 5-185	Curva de Acumulación de Especies Registrados en el Punto de Muestreo El Derrumbe-PMH-03.....	5-505
Figura 5-186	Clúster del Índice de Bray Curtis para los Puntos de Muestreo de Herpetofauna	5-506
Figura 5-187	Composición de Gremios Alimenticios de Herpetofauna Registrada en el Proyecto Minero	5-507
Figura 5-188	Porcentaje de Modos Reproductivos de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Proyecto Minero.....	5-509
Figura 5-189	Porcentaje de Distribución Vertical de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Proyecto Minero.....	5-510
Figura 5-190	Porcentaje de Hábito de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Proyecto Minero	5-512
Figura 5-191	Porcentaje de Categorías de las Listas Rojas Nacionales de Anfibios y Reptiles Registrados en el Proyecto Minero.....	5-514
Figura 5-192	Comparación de Riqueza de Herpetofauna con Estudios Previos.....	5-516
Figura 5-193	Datos de Riqueza de Especies de Escarabajos Peloteros en los Puntos de Muestreo	5-519
Figura 5-194	Datos de Riqueza de Especies de Mariposas Diurnas en los Puntos de Muestreo ...	5-519
Figura 5-195	Datos de Riqueza de Especies de Mariposas Nocturnas en los Puntos de Muestreo	5-520
Figura 5-196	Datos de Riqueza de Especies en los Puntos de Muestreo.....	5-520
Figura 5-197	Riqueza de Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo POE-01, POE-02, POE-03, POE-04, POE-05, POE-06, POE-07 y POE-08	5-521
Figura 5-198	Curva de Acumulación de Especies para los Puntos POE-01, POE-02, POE-03, POE-04, POE-05, POE-06, POE-07 y POE-08	5-525
Figura 5-199	Análisis Clúster de Jaccard para los Puntos POE-01, POE-02, POE-03, POE-04, POE-05, POE-06, POE-07 y POE-08	5-526
Figura 5-200	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-01_TP.....	5-527
Figura 5-201	Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_TP	5-527
Figura 5-202	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_TP	5-528
Figura 5-203	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_TP	5-529
Figura 5-204	Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_VSR.....	5-530
Figura 5-205	Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_VSR.....	5-531
Figura 5-206	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_VSR.....	5-531

Figura 5-207	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_VSR.....	5-532
Figura 5-208	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-02_TP.....	5-533
Figura 5-209	Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_TP	5-534
Figura 5-210	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_TP	5-534
Figura 5-211	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_TP	5-535
Figura 5-212	Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_VSR.....	5-536
Figura 5-213	Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_VSR.....	5-536
Figura 5-214	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_VSR.....	5-537
Figura 5-215	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_VSR.....	5-537
Figura 5-216	Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-03_TP.....	5-538
Figura 5-217	Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_TP	5-539
Figura 5-218	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_TP	5-540
Figura 5-219	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_TP	5-540
Figura 5-220	Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_VSR.....	5-541
Figura 5-221	Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_VSR.....	5-542
Figura 5-222	Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_VSR.....	5-543
Figura 5-223	Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_VSR.....	5-543
Figura 5-224	Riqueza de Mariposas Nocturnas Registrada en los Puntos de Muestreo PME-01_TL, PME-02_TL, PME-03_TL	5-544
Figura 5-225	Abundancia Total de Mariposas Nocturnas Registrada en los Puntos de Muestreo PME-01_TL, PME-02_TL, PME-03_TL	5-545
Figura 5-226	Gremios Tróficos Registrados para el Componente de Entomofauna	5-546
Figura 5-227	Grupos Funcionales de los Escarabajos Copronecrófagos Registrados	5-546
Figura 5-228	Hábito de las Especies de Entomofauna Registradas.....	5-547
Figura 5-229	Comparación de Riqueza de Entomofauna con Estudios Previos	5-549
Figura 5-230	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)	5-551
Figura 5-231	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)	5-552
Figura 5-232	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)	5-552
Figura 5-233	Curva de Acumulación y Chao 1 de Especies de Ictiofauna de la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)	5-553
Figura 5-234	Clúster del Índice de Similitud de Jaccard.....	5-554
Figura 5-235	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-03.....	5-555
Figura 5-236	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-03	5-556
Figura 5-237	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-03.....	5-556

Figura 5-238	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-11	5-557
Figura 5-239	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-11	5-558
Figura 5-240	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-11	5-559
Figura 5-241	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-12	5-560
Figura 5-242	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-12	5-561
Figura 5-243	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-12	5-561
Figura 5-244	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-14	5-562
Figura 5-245	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-14	5-563
Figura 5-246	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-14	5-564
Figura 5-247	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-15	5-565
Figura 5-248	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-15	5-566
Figura 5-249	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-15	5-566
Figura 5-250	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)	5-567
Figura 5-251	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)	5-568
Figura 5-252	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)	5-569
Figura 5-253	Curva de Acumulación y Chao 1 de Especies de Ictiofauna de la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)	5-569
Figura 5-254	Clúster del Índice de Similitud de Jaccard	5-570
Figura 5-255	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-08	5-571
Figura 5-256	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-08	5-572
Figura 5-257	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-08	5-572
Figura 5-258	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-13	5-573
Figura 5-259	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-13	5-574
Figura 5-260	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-13	5-575
Figura 5-261	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)	5-576
Figura 5-262	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)	5-577
Figura 5-263	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)	5-577
Figura 5-264	Curva de Acumulación y Chao 1 de Especies de Ictiofauna de la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)	5-578
Figura 5-265	Clúster del Índice de Similitud de Jaccard	5-579

Figura 5-266	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-04	5-580
Figura 5-267	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-05	5-581
Figura 5-268	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-05	5-582
Figura 5-269	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-05	5-582
Figura 5-270	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-06	5-583
Figura 5-271	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-07	5-584
Figura 5-272	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-07	5-585
Figura 5-273	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-07	5-586
Figura 5-274	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09 y DOMO-IF-10)	5-587
Figura 5-275	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09, DOMO-IF-10)	5-588
Figura 5-276	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09, DOMO-IF-10)	5-588
Figura 5-277	Curva de Acumulación y Chao 1 de Especies de Ictiofauna de la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09, DOMO-IF-10)	5-589
Figura 5-278	Clúster del Índice de Similitud de Jaccard	5-590
Figura 5-279	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-01	5-591
Figura 5-280	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-01	5-592
Figura 5-281	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-01	5-592
Figura 5-282	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-02	5-593
Figura 5-283	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-02	5-594
Figura 5-284	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-02	5-595
Figura 5-285	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-09	5-596
Figura 5-286	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-09	5-597
Figura 5-287	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-09	5-597
Figura 5-288	Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-10	5-598
Figura 5-289	Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-10	5-599
Figura 5-290	Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-10	5-600
Figura 5-291	Riquezas y Abundancias Registradas en los Monitoreos Realizados en el Área del Proyecto El Domo	5-602
Figura 5-292	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Proyecto Curipamba	5-603
Figura 5-293	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos por Punto de Muestreo	5-604
Figura 5-294	Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos	5-607

Figura 5-295	Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos	5-607
Figura 5-296	Clúster del índice de Similitud de Jaccard	5-611
Figura 5-297	Curva de Acumulación de Macroinvertebrados Acuáticos	5-612
Figura 5-298	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-01	5-615
Figura 5-299	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-01	5-616
Figura 5-300	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-01	5-616
Figura 5-301	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-02	5-617
Figura 5-302	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-02	5-618
Figura 5-303	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-02	5-618
Figura 5-304	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-03	5-619
Figura 5-305	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-03	5-620
Figura 5-306	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-03	5-620
Figura 5-307	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-04	5-621
Figura 5-308	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-04	5-622
Figura 5-309	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-04	5-622
Figura 5-310	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-05	5-623
Figura 5-311	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-05	5-624
Figura 5-312	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-05	5-624
Figura 5-313	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-06	5-625
Figura 5-314	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-06	5-626
Figura 5-315	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-06	5-626
Figura 5-316	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-07	5-627
Figura 5-317	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-07	5-628
Figura 5-318	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-07	5-628
Figura 5-319	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-08	5-629
Figura 5-320	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-08	5-630

Figura 5-321	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-08	5-630
Figura 5-322	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-09.....	5-631
Figura 5-323	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-09.....	5-632
Figura 5-324	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-09	5-632
Figura 5-325	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-10.....	5-633
Figura 5-326	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-10.....	5-634
Figura 5-327	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-10	5-634
Figura 5-328	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-11	5-635
Figura 5-329	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-11	5-636
Figura 5-330	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-11	5-636
Figura 5-331	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-12.....	5-637
Figura 5-332	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-12.....	5-638
Figura 5-333	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-12	5-638
Figura 5-334	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-13.....	5-639
Figura 5-335	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-13.....	5-640
Figura 5-336	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-13	5-640
Figura 5-337	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-14.....	5-641
Figura 5-338	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-14.....	5-642
Figura 5-339	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-14	5-642
Figura 5-340	Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-15.....	5-643
Figura 5-341	Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-15.....	5-644
Figura 5-342	Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-15	5-644
Figura 5-343	Categorías de Gremios Tróficos en los Puntos de Muestreo de la Zona de Influencia del Proyecto Curipamba	5-646
Figura 5-344	Porcentaje de los Niveles de Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en la zona de influencia del Proyecto Curipamba	5-648

Página en blanco

5 Diagnóstico Ambiental-Línea Base

5.2 Medio Biótico

5.2.1 Introducción

Ecuador es poseedor de una flora y fauna muy diversas. La riqueza florística registrada asciende a 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 y en la región insular del Ecuador, teniendo que el 64,4 % de especies de plantas vasculares se concentra en la región andina y el 29 %, en la región Costa (Jørgensen & León-Yáñez, 1999), siendo estas dos las regiones donde se ubica el área de estudio. La concesión Las Naves se sitúa en la zona subtropical de la provincia de Bolívar y parte de la provincia de Los Ríos; propiamente, el área del presente estudio se encuentra dentro del cantón Las Naves de la provincia de Bolívar, donde el estado de conservación del área es altamente intervenido. Se ha identificado mediante el mapa de ecosistemas (MAE-SUIA, 2013), que dentro de la concesión minera Las Naves se encuentran los siguientes tipos de ecosistemas: 'Sin Información' (sector noroeste de la concesión), seguida de áreas con intervención (Inter01, mayor parte de la concesión) y pequeños parches o remanentes de bosque siempreverde piemontano de la cordillera occidental de los Andes (BsPn01, distribuidos de manera dispersa en la concesión).

Cabe indicar que el presente estudio está conformado tanto por información primaria como información histórica, que corresponde a los monitoreos bióticos (caracterización de flora, fauna terrestre y fauna acuática) ejecutados como parte los estudios ambientales requeridos para la fase de factibilidad del Proyecto Minero Curipamba-El Domo que se describen a continuación y que se adjuntan como anexo (C. Respaldos LB, C.2 Biotico, Anexo C.2.1 Análisis de Datos Históricos):

- > Monitoreo biótico del Proyecto Curipamba-época seca, periodo 2019 bajo Autorización de Investigación Científica No. 008-19 IC-FLO-FAU-DNB/MA.
- > Monitoreo biótico (flora y fauna) proyecto Curipamba, 2020 época seca bajo Autorización de Recolección de Vida Silvestre No. 013-2020 RVS-FLO/FAU/DB/MAAE.
- > Campaña de Monitoreo 2021-época lluviosa, monitoreo biótico (flora y fauna) proyecto Curipamba, 2020 bajo Autorización de Recolección de Vida Silvestre No. 013-2020 RVS-FLO/FAU/DB/MAAE.

Adicionalmente, se levantó información biótica primaria actualizada a agosto-septiembre de 2021 para la cual, previamente, por medio de la Dirección Zonal 5 del Ambiente de Guayas se obtuvo la Autorización de Investigación Científica de Flora y Fauna No. 001-UBVS-OTG-MAATE-2021, para el proyecto denominado **“Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Minero Curipamba-El Domo bajo régimen de Mediana Minería para las fases de Explotación y Beneficio”**. (Ver Anexo A. Documentos Oficiales, A.8 Autorización Investigación MAAE-DZ5-2021-4053-O). Así también, se tramitó la respectiva guía de movilización de especímenes de macroinvertebrados correspondientes a los números de guía: 003-2021-MOV-FAU-OTG-MAAE y 004-2021-MOV-FAU-OTG-MAAE con fecha de autorización 10 de octubre de 2021. (Ver Anexo A. Documentos Oficiales, A.9 Recolección Especímenes).

5.2.1.1 **Objetivo General**

- > Realizar la caracterización biótica de las áreas que serán intervenidas en el proyecto minero Curipamba-El Domo 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 área de estudio.

5.2.1.2 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 Curipamba-El Domo.
- > Evaluar el estado de conservación de flora, fauna terrestre y fauna acuática en las áreas de influencia de las infraestructuras del proyecto minero Curipamba-El Domo.
- > 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 Curipamba-El Domo 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 10. Plan de Manejo Ambiental.

5.2.2 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)
- > Pisos zoogeográficos del Ecuador (Albuja L. y otros, 2012)
- > Información secundaria de los monitoreos de flora, fauna terrestre y fauna acuática realizados como parte los estudios ambientales requeridos para la fase de factibilidad del proyecto Curipamba-El Domo, ejecutados en 2019, 2020 y 2021.

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

- > Una unidad ecosistémica, el Bosque siempreverde piemontano de la cordillera occidental de los Andes (BsPn01), localizado desde los 300 msnm hasta los 1400 msnm que comprende bosques siempreverdes multiestratificados, con un dosel entre 25 y 30 m. Adicionalmente, comparte muchas especies con los bosques de tierras bajas y algunas especies de bosques montano bajos.
- > Un piso zoogeográfico: el tropical suroccidental, que incluye las zonas ubicadas desde los 0-800 a 1000 msnm. Esta división zoogeográfica posee un clima cálido húmedo, y la topografía del piso contiene fuertes pendientes.

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 de estudio en referencia a las cuencas hidrográficas.
- > 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.

Adicionalmente mediante la fórmula para calcular el tamaño muestral:

$$n = \frac{N * \theta^2 * Z^2}{(N - 1) * e^2 + \theta^2 * Z^2}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

N= tamaño de la población (en nuestro caso tenemos 1 solo ecosistema, pero tenemos dos tipos de cobertura (bosque y vegetación natural – agropecuario o intervención)

Θ= desviación estándar, calculada a partir de las áreas de los dos tipos de cobertura

Z= valor obtenido de la distribución normal para un nivel de confianza del 95% (1,96)

E= Límite aceptable de error muestral (0,05),

Se obtuvo un resultado de 1,99 muestras (2 unidades muestrales), considerando este valor obtenido y los criterios ecosistémicos y cartográficos, se determina significativa la selección de puntos de muestreo (3 unidades muestrales cuantitativas) aplicados para el presente estudio. Los sitios de **muestreo cuantitativo** se realizaron en áreas con cobertura vegetal boscosa remanente y representativa del ecosistema estudiado, mientras que los sitios de **muestreo cualitativo** se realizaron en áreas donde ha existido un cambio considerable en la cobertura vegetal y que mantienen una relación directa con el área geográfica, abarcando las zonas con cobertura vegetal sin dejar de lado la caracterización de zonas intervenidas, como pastizales y cultivos. Cada uno de los puntos de muestreo cuantitativo están complementados con muestreos cualitativos, además de lo realizado en toda el área geográfica, ya que caracterizan el ecosistema actual y el área en general. De esta manera la caracterización de dos de los puntos cuantitativos corresponde a las áreas que aún mantienen remanentes de bosque y que al estar fuera del área a intervenir funcionan como puntos blancos o control, pero que a su vez forma parte de área geográfica. Mientras que, para las áreas a intervenir, se establecieron puntos de caracterización cualitativa. Es así como, para cada área a intervenir planteada, se cuenta con puntos de muestreo tanto cuantitativos como cualitativos, permitiendo analizar de manera conjunta y completaría la diversidad presente en cada área a intervenir.

Cuanto mayor sea el área a evaluar y cuanto más diversa la cubierta vegetal sea, mayor será el esfuerzo de muestreo a ejecutarse. Las áreas menos extensas y la vegetación más uniforme requerirán un menor número de muestreos (cuantitativos y/o cualitativos), de menores dimensiones y una menor superficie total de muestreo, para lograr la precisión deseada en la información obtenida (Graf & Sayagués, 2000).

Dentro del Proyecto Minero Curipamba – El Domo, existen diferentes tipos de cobertura vegetal (pastos, cultivos, fragmentos de bosque secundario intervenidos). De esta manera, los muestreos se realizan sobre una matriz desigual; por lo tanto, los métodos de muestreo y el esfuerzo requerido para caracterizar cada tipo de cobertura vegetal, fue diferente. Es así que, con la finalidad de obtener datos que permitan caracterizar unidades vegetales que se encuentran en mejor estado de conservación, se aplicó muestreos cuantitativos con esfuerzos de muestreo uniformes, mientras que, para caracterizar áreas que se encuentran intervenidas (pastos y cultivos) y fragmentos pequeños de bosque, se utilizaron metodologías cualitativas con diferentes dimensiones y esfuerzos de muestreo y dependiendo del grado de alteración.

5.2.3 Descripción del Área de Estudio

De acuerdo con el Sistema de Clasificación de Ecosistemas de Ecuador Continental publicado por el Ministerio del Ambiente (2013), el área de estudio corresponde a los ecosistemas: Intervenido (Inter01), Sin Información (Sin inf01) y escasos remanentes o parches de bosque en el sector este del Proyecto Minero Curipamba - El Domo: Bosque siempreverde piemontano de cordillera occidental de los Andes (BsPn01). Dicho ecosistema comprende bosques siempreverdes multiestratificados con un dosel entre 25 y 30 m, comparte muchas especies con los bosques de tierras bajas y algunas especies de bosques montano bajos. El dosel es denso constituido por especies que alcanzan una altura entre 15 y 26 m de alto; el subdosel, con especies que llegan a los 10 a 15 m; y el sotobosque, poco denso con especies ≥ 10 m de alto. Entre las familias dominantes están Arecaceae, con géneros como *Wettinia*, *Geonoma* y *Chamaedorea*; Lauraceae, con especies de los géneros *Ocotea*, *Nectandra* y *Aniba*; y Rubiaceae, con *Palicourea* y *Faramea*. La palma *Wettinia kalbreyeri* es particularmente abundante sobre los 500 msnm en contraposición con su simpátrica *Wettinia quinaria*, que también está presente en el piedemonte pero en abundancias menores en relación a los bosques más bajos. La familia Malvaceae s.l. es altamente representativa en términos de abundancia y diversidad de géneros, por lo que es frecuente observar varias especies de los géneros *Matisia* y *Pachira*.

5.2.3.1 Cobertura Vegetal

El área de la concesión Las Naves del proyecto minero Curipamba-El Domo presenta un mosaico de vegetación con grandes áreas de pastizal y cultivos. En el sector existen escasos remanentes o parches de bosque nativo que corresponden al ecosistema Bosque siempreverde piemontano de cordillera occidental de los Andes (BsPn01); el sector norte del proyecto minero Curipamba-El Domo corresponde a 'Sin Información' (Sin Inf01), y el sur corresponde a zonas con intervención (Inter01). En toda el área del proyecto existen pequeños remanentes de bosque en zonas de difícil acceso, los cuales siguen los cursos de los cuerpos de agua (quebradas).

Según el Mapa Interactivo Ambiental, de la capa de cobertura vegetal (2018) el 1,35 % del área de la concesión corresponde a cultivos, la cual engloba pastizales, cultivos, áreas pobladas, etc. Los remanentes o parches de bosque existentes en el área son de superficie poco representativa, motivo por el cual no constan en los mapas.

En cuanto a la estratificación vertical del área, en los pequeños remanentes se observa un dosel denso que alcanza entre los 15 y 26 m de altura, seguido del subdosel en el cual las especies llegan a los 5 y 10 m. Finalmente, el sotobosque donde se presentan especies con alturas iguales o menores a los 10 m.

Tabla 5-88 Porcentaje de Cobertura Vegetal Presente en el Área Geográfica del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

No.	Cobertura Nivel I	Cobertura Nivel II	Corresponde al Proyecto	% en el Área de Estudio
1	Bosque	Bosque Nativo/manglar	-	-
2		Plantación forestal	-	-
3	Vegetación agropecuaria	Cultivo anual	-	-
4		Cultivo semipermanente	-	-
5		Cultivo permanente	-	-
6		Pastizal	441,69	51,41
7		Mosaico agropecuario	11,63	1,35
8	Vegetación	Vegetación herbácea	-	-

No.	Cobertura Nivel I	Cobertura Nivel II	Corresponde al Proyecto	% en el Área de Estudio
9	arbustiva y herbácea	Vegetación arbustiva	224,67	26,15
10		Páramo	-	-
11	Cuerpos de agua	Natural	-	-
12		Artificial	-	-
13	Zona poblada	Área poblada	-	-
14		Infraestructura	-	-
15	Otras tierras	Glaciar	-	-
16		Área sin cobertura vegetal	-	-
17		Vegetación arbustiva dispersa	-	-
18		Formación rocosa	-	-
19		Humedal y/o almohadilla	-	-
20		Área intervenida	-	-
21		Bosque secundario	172,57	20,09
22		Erial	8,61	1,00
Total				100,00

Fuente: Cardno Entrix, Interpretación de cobertura vegetal agosto 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Se debe tener presente que en la implantación del Proyecto los tipos de cobertura vegetal identificados fueron: Bosque secundario (B2), Vegetación arbustiva (Va), Mosaico Agropecuario (M), Pastizal (P) y Erial (E).

Tabla 5-89 Estratos de Bosque en el Área Geográfica del Proyecto Minero Curipamba- El Domo

No.	Estrato	Superficie (ha)	% en las Áreas
1	B2: Bosque secundario	172,57	20,09
2	Va: Vegetación arbustiva	224,67	26,15
3	M: Mosaico Agropecuario	11,63	1,35
4	P: Pastizal	441,69	51,41
5	E: Erial	8,61	1,00

Fuente: Cardno Entrix, Interpretación de cobertura vegetal agosto 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.2.3.2 Pisos Zoogeográficos

Tabla 5-90 Piso Zoogeográfico Presente en el Proyecto Minero Curipamba - El Domo

No.	Piso Zoogeográfico	Simbología	Corresponde al Proyecto	Altitud
1	Marino	M	No aplica	-

No.	Piso Zoogeográfico	Simbología	Corresponde al Proyecto	Altitud
2	Tropical noroccidental	TNO	No aplica	-
3	Tropical suroccidental	TSO	No aplica	-
4	Subtropical occidental	SO	Proyecto minero Curipamba-El Domo	0-800 a 1000 msnm
5	Templado	T	No aplica	-
6	Altoandino	A	No aplica	-
7	Subtropical oriental	SE	No aplica	-
8	Tropical oriental	TE	No aplica	-
9	Galápagos	G	No aplica	-

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.2.3.3 Ecosistemas

En función del Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013), la caracterización florística del área de estudio del proyecto minero Curipamba-El Domo corresponde al ecosistema Bosque siempreverde piemontano de cordillera occidental de los Andes (BsPn01) (Anexo B. Cartografía, 5.2-1 Mapa de Ecosistemas).

5.2.3.3.1 Bosque Siempreverde Piemontano de Cordillera Occidental de los Andes (BsPn01)

Este ecosistema comprende bosques siempreverdes multiestratificados con un dosel entre 25 y 30 m; comparte muchas especies con los bosques de tierras bajas y algunas especies de bosques montano bajos. Se presenta sobre laderas muy pronunciadas. Entre las familias dominantes están: Arecaceae, con géneros como *Wettinia*, *Geonoma* y *Chamaedorea*; Lauraceae, con especies de los géneros *Ocotea*, *Nectandra* y *Aniba*; y Rubiaceae, con *Palicourea* y *Faramea*. La palma *Wettinia kalbreyeri* es particularmente abundante sobre los 500 msnm en contraposición con su simpátrica *Wettinia quinaria*, que también está presente en el piedemonte pero en abundancias menores en relación a los bosques más bajos. La familia Malvaceae s.l. es altamente representativa en términos de abundancia y diversidad de géneros, por lo que es frecuente observar varias especies de los géneros *Matisia* y *Pachira*. Cerón y Yáñez (2001) muestrearon ocho remanentes entre 550 a 950 msnm a lo largo de la cordillera de Toisán, establecieron en cada sitio parcelas de 0,1 ha y registraron entre 55 a 68 especies de árboles $\geq 2,5$ cm de DAP; las especies más frecuentes a 550 msnm fueron: *Carapa guianensis* s.l., *Iriartea deltoidea*, *Theobroma gileri* y *Prestoea decurrens*. En 600 msnm se halló especies como: *Theobroma gileri*, *Otoba novogranatensis*, *Geonoma cuneata* y *Wettinia quinaria*; y a una altitud de 950 msnm se observó a *Otoba novogranatensis*, *Cyathea multiflora*, *Licania grandibracteata* y *Protium vestitum* (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Dentro de las especies diagnósticas se puede mencionar a: *Attalea colenda*, *Carapa megistocarpa*, *C. nicaraguensis*, *Clarisia racemosa*, *Couepia platycalyx*, *Cupania cinerea*, *Eschweilera awaensis*, *Eugenia valvata*, *Ficus cervantesiana*, *Grias subbullata*, *Guarea cartaguenya*, *Iriartea deltoidea*, *Meliosma gracilis*, *Ladenbergia oblongifolia*, *Licania grandibracteata*, *L. durifolia*, *Nectandra guaripopo*, *Ocotea sodiroana*, *Otoba gordoniiifolia*, *Pachira patinoi*, *Panopsis megistosperma*, *Pentagonia clementinensis*, *Pleurothyrium tomiwahlii*, *Poulsenia armata*, *Protium ecuadorensis*, *Ruagea glabra*, *Spirotheca awadendron*, *Virola sebifera*, *Vismia baccifera*, *Wettinia quinaria*, *W. kalbreyeri*, *W. radiata*, *W. verruculosa*, *Faramea occidentalis*, *Ischnosiphon annulatus*, *Trophis caucana*, *Synechanthus warscewiczianus* y *Zygia longifolia*.



Figura 5-106 Especies Identificadas Durante el Levantamiento de Información. A) *Guarea kunthiana* B) *Xanthosoma sagittifolium*

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.2.3.4 Caracterización del Paisaje

El grado de intervención del área geográfica es alta, ya sea por acción natural o antrópica. Esta característica permite describir la fisonomía del bosque, que mayoritariamente presenta áreas taladas, claros de bosque, la presencia de especies propias de bosques maduros y disturbados indican el proceso de sucesión vegetal mediante el crecimiento de las especies pioneras (Odum y Sarmiento, 1998). Adicionalmente el área está caracterizada por llanuras aluviales hacia el oeste y colinas moderadas e inclinadas hacia el este, con elevaciones que van desde los 100 a 1.000 m s.n.m. en menos de siete kilómetros de distancia horizontal. El drenaje local es proporcionado por pequeños ríos en el lado oeste de las colinas. El drenaje primario se realiza a través del río Quevedo que desemboca en el río Babahoyo (RPA, 2018).

5.2.3.4.1 Puntos de Muestreo Cuantitativos

El Panecillo (PM-01)

El área es un bosque maduro medianamente intervenido rodeado de pastizal (*Brachiaria descimbras*) y cultivos de naranjilla (*Solanum quitoense*).

El Domo (PM-02)

Bosque maduro muy intervenido, rodeado de pastizal (*Brachiaria decumbens*).

El Derrumbe (PM-03)

Bosque maduro medianamente intervenido con presencia de especies arbóreas, como *Otoba novogranatensis*.

5.2.3.4.2 Puntos de Muestreo Cualitativos

Los puntos cualitativos se ubicaron de manera dispersa dentro del área geográfica de proyecto Curipamba-El Domo, considerando sobre todo cubrir la totalidad de ecosistemas tanto antropizados como naturales, para lo cual se consideró el estado de conservación de las áreas evaluando los pequeños remanentes de bosque nativo que corresponden al ecosistema. De este modo, se ubicaron los puntos de muestreo cualitativos PO-01, PO-02, PO-03, PO-04, PO-05, PO-06, PO-08 y PO-09 con la finalidad de abarcar la zona de interés y sus diferentes hábitats y micrhábitats, así como también las gradientes altitudinales que allí se presentan.

5.2.4 Metodología

5.2.4.1 Flora

5.2.4.1.1 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 e insular del Ecuador. Debido a las condiciones ambientales presentes en la cordillera de los Andes se ha reportado que esta presenta altas tasas de endemismo en el Ecuador, especialmente en los bosques de las estribaciones occidentales (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

La alta diversidad de ecosistemas en el Ecuador se ha traducido en elevados niveles de biodiversidad, la cual es influenciada por la cordillera de los Andes y sus diferentes estratos geológicos y rangos altitudinales que han provocado diversos procesos evolutivos (León, 2011).

La mayor diversidad de plantas se encuentra en la región Andina, con 9865 especies, abarcando el 64,4 % del total de especies registradas en el Ecuador (Jørgensen P. M.-Y., 1999). A lo largo del gradiente altitudinal, la vegetación se clasifica de manera general en bosque tropical, bosque subandino, bosque andino, bosque andino alto y páramo abierto (Van der Hammen, 1989). Los patrones florísticos de diversidad siguen una forma de campana, en donde la mayor cantidad de especies se ubica entre los 1000-1500 m en las regiones húmedas, con 4303 especies correspondientes al 28,1 % de la flora del Ecuador. Las familias más diversas en esta zona son: Araceae, Bromeliaceae, Asteraceae, Piperaceae y Dryopteridaceae, especies de hábito herbáceo y epífita, mientras la riqueza en las tierras bajas está dominada por especies arbóreas, siendo las familias más representativas: Fabaceae, Moraceae, Melastomataceae, Lauraceae y Euphorbiaceae (Jørgensen P. M.-Y., 1999) (Kessler, 2011). El 78 % de las especies endémicas del Ecuador constan en alguna categoría de amenaza. La mayoría de las plantas endémicas tienen un corto rango de distribución lo cual les ha hecho vulnerables a cambios mínimos en su ambiente. La mayor cantidad de especies endémicas son de hábito herbáceo, epífita y terrestre, siendo las orquídeas las que presentan un mayor número de especies endémicas (León, 2011).

Por su parte, los bosques de neblina, característicos en parte del área de estudio, se pueden encontrar en un rango altitudinal entre 500 a 3200 m, con una superficie global de 380 000 km², equivalentes al 0,26 % de la superficie terrestre, y el 2,5 % del área total de los bosques tropicales. En América, el área potencial de estos bosques es de 96 394 km², correspondiendo al 1,2 % del área que comprende el bosque tropical en esta región (Bubb, 2004). La distribución de estos bosques varía en los trópicos debido a la latitud, altitud, vientos, corrientes marinas y altura de las montañas en las que se encuentre (Bubb, 2004; Tejedor, 2012). Por otra parte, de los 1,52 millones de km² aproximadamente entre los Andes del norte y centrales, los bosques de neblina ocupan 210 859 km² (Cuesta, 2009).

La vegetación de las estribaciones occidentales de los Andes ecuatorianos es una continuación de los bosques del Chocó colombiano y forman parte de una de las ecorregiones más diversas del planeta (Myers, 2000; Olson, 2002). En el Ecuador los bosques de neblina se encuentran entre los 700 a 2500 msnm (metros sobre el nivel del mar). Estos bosques son característicos por presentar precipitaciones entre 500-6000 mm/año, lo cual permite la presencia de abundantes plantas epífitas, como helechos, briofitos, orquídeas y huicundos, las cuales pueden almacenar agua dentro de sus estructuras y regular la cantidad de agua en las diferentes épocas del año (Hofstede, 1998; Bubb, 2004; Tejedor, 2012). Mientras tanto, los árboles llegan a tener alturas entre 10-35 m, pero disminuyen su altura a medida que se encuentran en altitudes mayores. Las familias Lauraceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Euphorbiaceae tienen los valores más altos de diversidad es las estribaciones de la cordillera de los Andes. Entre los géneros más diversos de esta zona se considera a: *Clusia*, *Cyathea*, *Gustavia*, *Tovomita*, *Hyeronima*, *Chrysochlamys*, *Otoba*, *Inga*, *Miconia*, *Ocotea* y *Solanum* (Jørgensen P. M.-Y., 1999; Bubb, 2004; Kessler, 2011; Tejedor, 2012).

Sin embargo, es importante mencionar que los bosques nublados son ecosistemas amenazados por el aumento de la frontera agrícola, ganadería, extracción de madera, minería e introducción de especies exóticas invasivas. Gran parte de estos bosques están fragmentados con amplios parches de suelo descubierto, produciendo una rápida erosión (Myers N., 1988; Hofstede, 1998; Bubb, 2004; Tejedor, 2012). En la zona andina se estima una tasa de deforestación del 2 % anual, producto de la tala selectiva de especies maderables o que sirven de combustible, como leña o carbón vegetal. Pero el aumento de la frontera agrícola ha sido catalogado como la principal causa de deforestación (Hofstede, 1998).

5.2.4.1.2 Criterios Metodológicos

Fase de Campo

Los puntos cuantitativos se ubicaron fuera del área donde se establecerá la infraestructura y en los remanentes de bosque, con el objetivo de que estas sean monitoreadas.

Muestreo Cuantitativo

Transecto Permanente de 100 x 10 m

El método de transecto permanente 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, los transectos permanentes facilitan la representación de cada especie vía porcentaje de cobertura dentro del transecto permanente. Finalmente, las plantas leñosas (eg., arbustos, matorrales) al estar asociados con especies de hierbas dominantes también pueden ser representadas vía porcentaje de cobertura del transecto permanente .

Se realizó una medición general de todos los individuos ≥ 10 de DAP dentro del transecto permanente , los cuales se marcaron con placas de aluminio.

Se ubicaron las coordenadas en el sistema WGS 84, mediante el uso de un receptor GPS.

Muestras Botánicas

En base al inventario se determinó diversidad, abundancia, índice de valor de importancia, usos de los recursos, categorías de conservación, entre otras.

Para la recolección de muestras se utilizaron podadoras de mano.

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 realizaron

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).

Caracterización de Epífitas

Sobre el transecto permanente trazado para la caracterización cuantitativa, se realizará una estimación de epífitas que se encuentren sobre el tronco principal de los árboles y arbustos con buena representatividad de epífitas hasta una altura de 2 m de acuerdo con la metodología empleada por Henao-Díaz et al. (2012) para bosques de tierras bajas y subandinos.

Transectos de Longitud Variable

Este método es una variante de los transectos y fue propuesto por Foster et al. (1995), para realizar evaluaciones rápidas de la vegetación. El método tiene como base muestrear un número estándar de individuos en vez de una superficie estándar y no requiere tomar medidas precisas de los datos. Consiste en muestrear un número determinado de individuos a lo largo de un transecto con un ancho determinado y el largo definido por el número estándar de individuos a muestrearse. Con este método se pueden muestrear todas las plantas o clases de plantas separadas por formas de vida (árboles, arbustos, bejucos, hierbas, epífitas), familias o individuos de una sola especie. También, se puede hacer agrupaciones por estratos (plantas del dosel, del estrato alto, del estrato medio, del sotobosque). Para considerar el número de plantas a muestrear, se debe tomar en cuenta que usualmente es mejor hacer muchos muestreos pequeños que pocos muestreos grandes.

Para esta metodología se muestrearon transectos con una longitud de entre 200 y 1000 m dependiendo de la accesibilidad del terreno de acuerdo con las condiciones encontradas en campo y bajo las siguientes consideraciones:

- > En el muestreo de árboles en bosques densos el ancho del transecto será menor, mientras que en áreas quemadas o pastoreadas (pocos árboles) tendrán que aumentarse.
- > Para árboles medianos (10-30 cm DAP) el ancho puede variar de 10 a 20 m.
- > Para los arbustos, árboles pequeños (1-10 cm DAP) y hierbas la anchura puede ser de 1 a 2 m (Foster, Hernández, Kakudidi & Burnham, 1995).

Los recorridos se realizaron manteniendo una velocidad de 1 km por hora. Se tomó coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) y WGS 84 Zona 17 Sur mediante un receptor GPS.

Con los datos obtenidos se realizaron análisis de riqueza, abundancia, diversidad (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 en 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 5.2-2-A FLORA 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.2.3 Hojas de Campo.

Tabla 5-91 Puntos de Muestreo Flora

Código	Fecha	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Tipo de Vegetación	Método	Extensión Muestra	Tipo de Muestreo
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
PMF-01	28/08/2021-06/09/2021	695683	9855900	695746	9855818	873	El área es un bosque maduro mediante intervenido rodeado de pastizal (<i>Brachiaria descimbras</i>) y cultivos de naranjilla (<i>Solanum quitoense</i>).	Transecto	100 m x 10 m	Cuantitativo
PMF-02	28/08/2021-06/09/2021	695320	9855001	695232	9855027	1087	Bosque maduro muy intervenido, rodeado de pastizal (<i>Brachiaria decumbens</i>).	Transecto	100 m x 10 m	Cuantitativo
PMF-03	28/08/2021-06/09/2021	694290	9853903	694228	9853828	3724	Bosque maduro medianamente intervenido con presencia de especies arbóreas, como <i>Otoba novogranatensis</i> .	Transecto	100 m x 10 m	Cuantitativo
POF-01	28/08/2021-06/09/2021	695689	9855921	696394	9855937	873	Bosque intervenido rodeado de pastizal y naranjilla.	Transecto	1000 m	Cualitativo
POF-02	28/08/2021-06/09/2021	695541	9854994	694921	9855107	1087	Pequeño remanente de bosque secundario rodeado de pastizal.	Transecto	1000 m	Cualitativo

Código	Fecha	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur				Altitud (msnm)	Tipo de Vegetación	Método	Extensión Muestra	Tipo de Muestreo
		Inicio		Fin						
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
POF-03	28/08/2021-06/09/2021	694391	9853684	694181	9854138	3724	Pequeño remanente de bosque secundario rodeado de pastizal.	Transecto	1000 m	Cualitativo
POF-04	28/08/2021-06/09/2021	694269	9855380	694675	9855880	873	Pequeño remanente de bosque secundario rodeado de pastizal.	Transecto	1000 m	Cualitativo
POF-05	28/08/2021-06/09/2021	695019	9855643	694832	9855714	1087	Pequeño remanente de bosque secundario rodeado de pastizal.	Transecto	1000 m	Cualitativo
POF-06	28/08/2021-06/09/2021	694265	9853216	694391	9852832	873	Pequeño remanente de bosque secundario rodeado de pastizal.	Transecto	1000 m	Cualitativo
POF-07	28/08/2021-06/09/2021	695302	9854265	694917	9853979	1087	Pequeño remanente de bosque secundario rodeado de pastizal.	Transecto	1000 m	Cualitativo
POF-08	28/08/2021-06/09/2021	695408	9852739	695512	9853769	3724	Pequeño remanente de bosque secundario rodeado de pastizal.	Transecto	1300 m	Cualitativo

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Esfuerzo de Muestreo

El levantamiento de información de flora se llevó a cabo entre el 27 de agosto y el 6 de septiembre de 2021, donde se monitoreó de manera directa los tres transectos asegurando la mayor representatividad de especies en el área de estudio. En total, se establecieron tres transectos de 100 x 10 m.

Tabla 5-92 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Flora

Código	Método	No. de Días	Horas por Día	Superficie Muestreada	Total Horas/ Transecto Permanente
PMF-01	Transecto	3	8 horas x 2 observadores	1000 m ²	48
PMF-02	Transecto	3	8 horas x 2 observadores	1000 m ²	48
PMF-03	Transecto	3	8 horas x 2 observadores	1000 m ²	48
POF-01	Transecto	1	2 horas x 1 observador	1000 m	2
POF-02	Transecto	1	2 horas x 1 observador	1000 m	2
POF-03	Transecto	1	2 horas x 1 observador	1000 m	2
POF-04	Transecto	1	2 horas x 1 observador	1000 m	2
POF-05	Transecto	1	2 horas x 1 observador	1000 m	2
POF-06	Transecto	1	2 horas x 1 observador	1000 m	2
POF-07	Transecto	1	2 horas x 1 observador	1000 m	2
POF-08	Transecto	1	2 horas x 1 observador	1000 m	2

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

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 (*Ocotea*, *Inga*, *Miconia*, *Marila*, *Euterpe*, *Alnus*, *Palicourea*, entre otros) está basada en estructuras reproductivas y en su ausencia estos grupos pueden ser determinados tan solo a nivel de familia o a nivel de género.

Fase de Gabinete

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 de estudio.

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 relativa 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 5-93). Por otra parte, el valor de frecuencia absoluta se obtuvo a través del número de subcuadrates en las que se encuentra cada especie.

Tabla 5-93 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: Cardno 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:

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

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 al 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.

$$CBT = BT * 0.5$$

Dónde: 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, que 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, Adiciones a la Flora del Ecuador: Segundo Suplemento, 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.

5.2.4.2 Fauna Terrestre

5.2.4.2.1 Avifauna

Introducción

Ecuador se destaca al tener la mayor diversidad del mundo por unidad de superficie; su privilegiada ubicación geográfica en el Neotrópico, su variado relieve e influencia de corrientes marinas confluyen para construir el escenario de las más variadas formas de vida de flora, fauna y microorganismos en su diversidad genética y de ecosistemas (Espinoza et al., 2018). En términos de especies, el Ecuador destaca notablemente en el grupo de las aves, ya que se encuentra entre los cinco países con mayor diversidad de aves en el mundo detrás de países varias veces más grandes. En la actualidad, la lista de especies registradas en Ecuador asciende a 1699 especies (1655 en el continente y 178 en Galápagos) (Freile & Poveda, 2019).

Las aves son una buena elección para el monitoreo biológico, pues pueden ser consideradas como bioindicadores de los efectos antrópicos (Niemelä, 2000). Cada especie de aves puede responder independientemente a la variación ambiental (Canterbury et al., 2000). La presencia o ausencia de 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 (White et al., 2005).

El área de estudio (Proyecto Minero Curipamba - El Domo) se ubica en la zona subtropical de la provincia de Bolívar y parte de la provincia de Los Ríos, en esta área se puede hallar 546 especies de aves, que representan el 32 % del total del Ecuador. Aproximadamente 302 especies se comparten entre los pisos subtropical occidental y subtropical oriental. Son exclusivas para la ladera occidental 244 especies y 10 únicamente para este piso. Los Passeriformes constituyen el orden con mayor diversidad (350 especies) (Ramírez, 2015). Este piso pertenece a la región biogeográfica tumbesina, cuya importancia no radica en los valores de diversidad específica, sino más bien en el elevado número de aves endémicas (Albuja et al., 2012).

Crterios Metodológicos

Fase de Campo

La fase de campo consistió en los muestreos cuantitativos y cualitativos, como se indica a continuación.

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 diez horas diarias de 05h30 a 10h30 en la mañana, y en la tarde de 15h00 a 19h00.

Las aves capturadas fueron revisadas para el registro de datos morfométricos, siguiendo las técnicas estandarizadas por literatura especializada, y previo a su liberación se tomó su registro fotográfico. 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. 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 y otros, 1996; Bibby, Burgess & Hill, 2000; Hasmelmayer & Quinn, 2000), así como en los bosques tropicales (Blake, 1992; Cavarzere, Viera da Costa & Silveira, 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 ubicarse en 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). Una vez culminado el primer punto de conteo, el siguiente punto de conteo se ubicó a una distancia de separación de por lo menos 100 m. En este tipo de bosques esta distancia es la recomendable para evitar el recuento de los mismos individuos durante el censo.

En relación con el tiempo que se debe permanecer en cada punto de conteo, Mollon (2010) hace un análisis acerca de la duración de los tiempos de conteo y recalca la importancia de conocer la cantidad mínima de conteo que se usa en los censos de aves, manteniendo el registro preciso de la población que se muestrea. Siguiendo las recomendaciones de Lacher y Brandes (2005), se colocaron puntos de conteo cada 200 m dentro de las áreas de captura con redes, dependiendo del estado de conservación del hábitat y la estructura del bosque, con un esfuerzo de muestreo de seis horas en cada recorrido diario. Se intercalaron las horas de inicio del conteo en cada punto del transecto; así, durante los tres días se contabilizaron y anotaron aves en las primeras horas de la mañana, tanto al inicio como al final del recorrido, y lo propio ocurrió con el horario vespertino.

Este método permitió aumentar el registro de la diversidad y riqueza del área de estudio, 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 Nikon con resolución de 10 x 42.

Muestreo Cualitativo

Observación Directa

Se realizó un transecto simple (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, diversidad (con datos cuantitativos los dos últimos) y aspectos ecológicos relevantes del conjunto de especies registradas, así como su estado de conservación y sensibilidad.

Página en blanco

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 5.2-3 AVIFAUNA 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.2.3 Hojas de Campo.

Tabla 5-94 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)					
PMA-01_PC	31/08/2021-1-2/09/2021	696496	9855944	696018	9856171	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	590,33	Puntos de conteo
PMA-01_RN	31/08/2021-1-2/09/2021	696173	9856002	696182	9856057	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	106,63	Transecto de redes de neblina
PMA-02_PC	4-6/09/2021	695175	9855145	695549	9854951	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	502,48	Puntos de conteo
PMA-02_RN	4-6/09/2021	695323	9855007	695251	9855021	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	141,92	Transecto de redes de neblina
PMA-03_PC	27-29/08/2021	693867	9854248	694399	9854132	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	590,77	Puntos de conteo
PMA-03_RN	27-29/08/2021	694251	9854161	694395	9854122	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	167,09	Transecto de redes de neblina
POA-01	30/8/2021	696170	9856000	696188	9856059	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	101,70	Transecto de observación y registros auditivos
POA-02	3/9/2021	695322	9855000	695255	9855022	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	130,88	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)					
POA-03	26/8/2021	693866	9854244	694399	9854133	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	591,80	Transecto de observación y registros auditivos
POA-04	7/9/2021	694669	9855885	694187	9855384	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1057,70	Transecto de observación y registros auditivos
POA-05	7/9/2021	694779	9855710	694927	9856067	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	603,56	Transecto de observación y registros auditivos
POA-06	8/9/2021	694385	9852821	694172	9853222	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1001,72	Transecto de observación y registros auditivos
POA-07	8/9/2021	694917	9853980	695665	9853950	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1031,86	Transecto de observación y registros auditivos
POA-08	9/9/2021	695548	9853808	695445	9853284	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1326,44	Transecto de observación y registros auditivos

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 5-95 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
PMA-01_PC	Cuantitativo. Puntos de conteo	1 transecto	6 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	18 horas/hombre
PMA-01_RN	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	Diez redes de neblina (12 x 3 m c/u)	9 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	270 horas/hombre
PMA-02_PC	Cuantitativo. Puntos de conteo	1 transecto	6 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	18 horas/hombre
PMA-02_RN	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	Diez redes de neblina (12 x 3 m c/u)	9 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	270 horas/hombre
PMA-03_PC	Cuantitativo. Puntos de conteo	1 transecto	6 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	18 horas/hombre
PMA-03_RN	Cuantitativo. Transecto de redes de neblina	Diez redes de neblina (12 x 3 m c/u)	9 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	270 horas/hombre
POA-01	Cualitativo. Transecto de observación 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	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre
POA-03	Cualitativo. Transecto de observación 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	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre
POA-05	Cualitativo. Transecto de observación 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	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre
POA-07	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre

Código del Informe	Método	Número Trampas/Redes/Transecto	Horas por Día	N.º de Personas	Total Trampas/Noche/Punto de Muestreo
POA-08	Cualitativo. Transecto de observación y registros auditivos	1 transecto	3 horas/3 días	2 (1 técnico, 1 guía comunitario)	9 horas/hombre

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

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 jugaron un papel importante durante el muestreo, ya que la visibilidad es reducida por las características típicas de un bosque húmedo.

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 al 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 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: 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 y pequeños 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) (Statterfield, 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, se clasifica a las aves 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 hayan presentado metodologías y esfuerzos de muestreos similares a los aplicados durante el presente estudio

5.2.4.2.2 Mastofauna

Introducción

Los mamíferos del mundo son un grupo de animales muy diversos en cuanto a tamaño, formas y hábitos. Estos se dividen en: macromamíferos, mesomamíferos y mamíferos pequeños, algunos son nocturnos y otros son diurnos. Se encuentran muy bien adaptados en los diferentes ecosistemas del planeta (Arévalo, 2001). Es así que la comunidad de mamíferos para el mundo está representada por 6554 especies (Burgin et al., 2020). El Ecuador, por contar con una gran diversidad de ecosistemas, actualmente posee 457 especies (Tirira et al., 2021), las cuales cumplen roles ecológicos relevantes (Tirira, 2017) en el funcionamiento y mantenimiento de un hábitat y los ecosistemas (Emmons L., 1990).

El área de estudio (Proyecto Minero Curipamba - El Domo) se ubica en la zona subtropical de la provincia de Bolívar y parte de la provincia de Los Ríos, cuyo estado de conservación es altamente intervenido. Sin embargo, en el área de estudio existen pequeños remanentes o parches de bosque en áreas de difícil acceso con pendientes fuertes donde se estaría resguardando la mastofauna perteneciente a este piso zoogeográfico, ya que para esta piso se reportan 168 especies de mamíferos (Tirira, Brito , Burneo & Carrera, 2021).

Criterios Metodológicos

Fase de Campo

El trabajo de campo se llevó a cabo desde el 27 de agosto al 9 de septiembre 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 de estudio 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.

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 muestro 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 5.2-4 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.2.3 Hojas de Campo.

Tabla 5-96 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)					
PMM-01_RN	31/08/2021-2/09/2021	696207	9856038	696046	9856196	1030	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PMM-01_TST	01/09/2021	695880	9856050	695818	9855936	902	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Trampas Sherman y Tomahawk	150 m	Cuantitativo
PMM-01_TP	01/09/2021	695880	9856050	695818	9855936	902	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Trampas Pitfall	50 m	Cuantitativo
POM-01_TC	01/09/2021	696151	9856022	696303	9855896	932	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Trampas-cámara	100 m	Cualitativo
POM-01	01/09/2021	696151	9856022	696303	9855896	932	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Transecto de observación	1 km	Cualitativo
PMM-02_RN	04/09/2021-06/09/2021	695319	9855065	695297	9854954	1008	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PMM-02_TST	05/09/2021	695315	9854970	695435	9854910	1008	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Trampas Sherman y Tomahawk	150 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-02_TP	05/09/ 2021	695316	9855040	695421	9854939	931	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Trampas Pitfall	50 m	Cuantitativo
POM-02_TC	04-06/09/ 2021	695243	9855114	695304	9854983	1020	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Trampas-cámara	100 m	Cualitativo
POM-02	04-06/09/ 2021	695243	9855114	695304	9854983	1020	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Transecto de observación	1 km	Cualitativo
PMM-03_RN	27-29/08/ 2021	694281	9854156	694035	9854182	840	Bosque primario intervenido	Redes de neblina	120 m	Cuantitativo
PMM-03_TST	27/08/ 2021	694203	9854078	694257	9854057	894	Bosque primario intervenido	Trampas Sherman y Tomahawk	150 m	Cuantitativo
PMM-03_TP	27/08/ 2021	694198	9854059	694177	9854006	971	Bosque primario intervenido	Trampas Pitfall	50 m	Cuantitativo
POM-03_TC	28-29/08/ 2021	694180	9854131	694259	9854035	890	Bosque primario intervenido	Trampas-cámara	100 m	Cualitativo
POM-03	28-29/08/ 2021	694180	9854131	694259	9854035	890	Bosque primario intervenido	Transecto de observación	1 km	Cualitativo
POM-04	07/09/2021	694674	9855888	694259	9855393	915	Pequeño remanente de bosque secundario rodeado de pastizal	Redes de neblina	120 m	Cualitativo
POM-05	07/09/2021	694780	9855706	694939	9856066	917	Cultivo de plátano, naranja y pastizal.	Trampas Sherman y Tomahawk	150 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)					
POM-06	08/09/2021	694371	9852726	694168	9853218	920	Pequeño remanente de bosque secundario rodeado de pastizal	Trampas-cámara	100 m	Cualitativo
POM-07	09/09/2021	694918	9853951	695662	9853951	992	Pastizal	Transecto de observación	1 km	Cualitativo
POM-08	08/09/2021	695524	9853690	695405	9852741	909	Pequeño remanente de bosque secundario rodeado de pastizal	Transecto de observación	1 km	Cualitativo

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 5-97 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
PMM-01_RN	Redes de neblina	Diez redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4	3	120 horas
PMM-01_TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (40 Sherman y 6 Tomahawk)	24	3	3312 horas
PMM-01_TP	Trampas Pitfall	Trampas Pitfall (12 baldes)	24	3	864 horas
POM-01_TC	Trampas-cámara	Dos trampas cámaras	24	3	144 horas
POM-01	Transecto de observación	1 transecto (1 km)	2	3	6 horas
PMM-02_RN	Redes de neblina	Diez redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4	3	120 horas
PMM-02_TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (40 Sherman y 6 Tomahawk)	24	3	3312 horas
PMM-02_TP	Trampas Pitfall	Trampas Pitfall (12 baldes)	24	3	864 horas
POM-02_TC	Trampas-cámara	Dos trampas cámaras	24	3	144 horas
POM-02	Transecto de observación	1 transecto (1 km)	2	3	6 horas
PMM-03_RN	Redes de neblina	Diez redes de neblina (12 x 3 m c/u)	4	3	120 horas
PMM-03_TST	Trampas de captura (Sherman y Tomahawk)	Trampas de captura (40 Sherman y 6 Tomahawk)	24	3	3312 horas
PMM-03_TP	Trampas Pitfall	Trampas Pitfall (12 baldes)	24	3	864 horas
POM-03_TC	Trampas-cámara	Dos trampas cámaras	24	3	144 horas
POM-03	Transecto de observación	1 transecto (1 km)	2	3	6 horas
POM-04	Transecto de observación	1 transecto (200 a 300 m)	2	1	2 horas
POM-05	Transecto de observación	1 transecto (200 a 300 m)	2	1	2 horas
POM-06	Transecto de observación	1 transecto (200 a 300 m)	2	1	2 horas
POM-07	Transecto de observación	1 transecto (200 a 300 m)	2	1	2 horas
POM-08	Transecto de observación	1 transecto (200 a 300 m)	2	1	2 horas

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

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 jugaron un papel importante durante el muestreo, ya que la visibilidad es reducida por las características típicas de un bosque húmedo.

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 al 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 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: 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 a 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 de estudio 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, aéreas y, en algunos casos, la característica puede ser combinada, pues algunos mamíferos son terrestres y arborícolas, semiacuáticas, etc. (Tirira, 2017).

Locomoción: Los mamíferos se clasificaron de acuerdo con sus hábitos y locomoción dentro del páramo herbáceo, en: arborícolas, terrestres y aéreos, y en algunos casos la característica puede ser combinada, pues algunos mamíferos son terrestres-arborícolas, semiacuáticos, etc. (Tirira D. , 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, se encuentran 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 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 5-98 Aspectos Considerados para el Análisis de Sensibilidad a Nivel de Especie

Niveles	Aspectos para Considerarse	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	

Niveles	Aspectos para Considerarse	Categorías	Estado de Sensibilidad
		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: Cardno Entrix, agosto 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

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

Se tomó en cuenta dentro del componente mastofauna 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.

5.2.4.2.3 Herpetofauna

Introducción

Los anfibios merecen atención sustancial por parte de la comunidad conservacionista. Son considerados como valiosos indicadores de calidad ambiental y juegan múltiples papeles funcionales dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres (Blaustein y Wake, 1990; Stebbins y Cohen, 1995). Numerosos factores antropogénicos han sido implicados como causas de la disminución de poblaciones de anfibios y reptiles. Estos factores operan a través de escalas múltiples, frecuentemente tienen relaciones sinérgicas y pueden desencadenar una cascada de impactos a las comunidades biológicas (Lips et al., 1999). Sin embargo, la disminución de poblaciones de anfibios en áreas con poca actividad humana, especialmente aquellas en áreas protegidas, evoca una preocupación particular (Pounds y Crump, 1994; Lips 1998, 1999; Pounds et al., 1999).

En el presente estudio se evalúa la composición y estructura de la herpetofauna registrada en las áreas de influencia directa del proyecto en mención, su sensibilidad, amenazas, endemismo e historia natural.

Criterios Metodológicos

Fase de Campo

El trabajo de campo se llevó a cabo desde el 27 de agosto al 9 de septiembre de 2021. El levantamiento de información se realizó en tres puntos cuantitativos y ocho puntos cualitativos.

Muestreo Cuantitativo

Transectos Lineales (T)

Para el muestreo cuantitativo se aplicó la técnica de transectos lineales (T); este método consistió en la delimitación de bandas longitudinales ubicadas aleatoriamente o en conjunto, donde se buscan minuciosamente anfibios y reptiles entre la vegetación, bajo troncos caídos, hojarasca, bajo piedras, etc. La implementación de transectos permitió el registro efectivo del número de especies, abundancias relativas y densidad a través de gradientes altitudinales y en diferentes tipos hábitats (Heyer, Donnelly, McDiarmind, Hayeck & Foster, 2001). Para cada estación de muestreo cuantitativo se determinaron cuatro transectos lineales de 100 m con una banda de muestreo de 2 m a cada lado (los cuales fueron ubicados tratando de cubrir la mayoría de microhábitats existentes), estos fueron recorridos por tres días en horarios entre las 9h00-12h00 en el día y 19h00-22h00 durante la noche.

Transecto de Franjas Auditivas (RA)

Esta técnica sirvió para la detección de vocalizaciones de anuros machos adultos (Zimmerman, 1994), con el objetivo de identificar especies sin necesidad de una captura directa. Las vocalizaciones fueron registradas con una grabadora digital y posteriormente identificadas con la base de datos de cantos de Bioweb. Esta técnica se aplicó en los mismos transectos establecidos para el registro por encuentros visuales (Angulo, Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha & La Marca, 2006).

Muestreo Cualitativo

Para los muestreos cualitativos o denominados de observación se mantuvo la metodología de Transectos de Relevamientos de Encuentros Visuales (Crump y Scoot, 1994), pero con una longitud variable 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.

Con los datos 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. (Angulo, Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha & La Marca, 2006; Ministerio del Ambiente-Perú, 2015).

Todos los individuos capturados fueron transportados en bolsas plásticas (anfibios) y de tela (reptiles), para su posterior identificación y registro fotográfico; luego de esto, los especímenes fueron liberados cerca del lugar de su captura. De cada individuo capturado se recopiló información biológica (tamaño, sexo, coloración, etc.) y ecológica (altura de percha, actividad, hora de encuentro, etc.), con base en fichas de campo específicas. Para evitar el recuento de individuos de herpetofauna registrados en los muestreos, tanto cuantitativos como cualitativos, se indica que los individuos registrados durante los recorridos diarios en los transectos fueron capturados y transportados en bolsas plásticas con hojarasca hacia los sitios de descanso de los técnicos, con su respectiva codificación (punto de muestreo, transecto, fecha, hora), y se los mantuvo hasta el último día de muestreo; al finalizar este, se liberó a los individuos en lugares específicos de su registro (Angulo, Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha & La Marca, 2006).

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 5.2-5 HERPETOFAUNA 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.2.3 Hojas de Campo.

Tabla 5-99 Sitios de Muestreo de Herpetofauna

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)					
PMH-01_T1	31/08/2021-01-02/09/2021	698540	9855925	696017	9855916	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	216,10	Transecto lineal de 200 m
PMH-01_T2	31/08/2021-01-02/09/2021	695591	9855956	695528	9855850	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	208,06	Transecto lineal de 200 m
PMH-02_T1	04-06/09/2021	695309	9854965	695239	9855064	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	215,28	Transecto lineal de 200 m
PMH-02_T2	04-06/09/2021	695297	9854954	695448	9854952	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	274,12	Transecto lineal de 200 m
PMH-03_T1	27-29/08/2021	693976	9854122	694181	9854138	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	265,94	Transecto lineal de 200 m
PMH-03_T2	27-29/08/2021	694022	9853994	694185	9853846	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	295,74	Transecto lineal de 200 m
POH-01	30/8/2021	695738	9856015	696476	9855934	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1196,39	Transecto de observación
POH-02	31/8/2021	695541	9854994	694921	9855107	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	920,54	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)					
POH-03	1/9/2021	694391	9853684	694181	9854138	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	589,07	Transecto de observación
POH-04	4/9/2021	694667	8955884	694280	9855362	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1218,40	Transecto de observación
POH-05	7/9/2021	694782	9855710	695011	9855610	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1285,65	Transecto de observación
POH-06	7/9/2021	694256	9853217	694394	9852830	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	987,80	Transecto de observación
POH-07	8/9/2021	695465	9854227	694917	9853979	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1031,06	Transecto de observación
POH-08	8/9/2021	695516	9853769	695537	9852925	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1674,95	Transecto de observación

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 5-100 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Herpetofauna

Código del Informe	Método	Número Trampas/ Redes/Transecto	Horas/Día	N.º de Personas	Esfuerzo Total
PMH-01_T1	Cuantitativo. Transecto lineal de 200 m	1 transecto de aproximadamente 100 m de longitud por 2 m de ancho.	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	18 horas/hombre
PMH-01_T2	Cuantitativo. Transecto lineal de 200 m	1 transecto de aproximadamente 100 m de longitud por 2 m de ancho.	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	18 horas/hombre
PMH-02_T1	Cuantitativo. Transecto lineal de 200 m	1 transecto de aproximadamente 100 m de longitud por 2 m de ancho.	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	18 horas/hombre
PMH-02_T2	Cuantitativo. Transecto lineal de 200 m	1 transecto de aproximadamente 100 m de longitud por 2 m de ancho.	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	18 horas/hombre
PMH-03_T1	Cuantitativo. Transecto lineal de 200 m	1 transecto de aproximadamente 100 m de longitud por 2 m de ancho.	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	18 horas/hombre
PMH-03_T2	Cuantitativo. Transecto lineal de 200 m	1 transecto de aproximadamente 100 m de longitud por 2 m de ancho.	6 horas x 3 días	2 (1 técnico-1 guía)	18 horas/hombre
POH-01	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de longitud variable	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	1 horas/hombre
POH-02	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de longitud variable	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	1 horas/hombre
POH-03	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de longitud variable	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	1 horas/hombre
POH-04	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de longitud variable	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	1 horas/hombre
POH-05	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de longitud variable	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	1 horas/hombre
POH-06	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de longitud variable	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	1 horas/hombre
POH-07	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de longitud variable	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	1 horas/hombre
POH-08	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de longitud variable	1 hora x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	1 horas/hombre

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

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 jugaron un papel importante durante el muestreo, ya que la visibilidad es reducida por las características típicas de un bosque húmedo.

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 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 al 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 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

El estado de conservación de los anfibios y reptiles a nivel regional se revisó en base a los criterios de evaluación de la UICN (2020); mientras que a nivel local se utilizó la evaluación de listas rojas nacionales de Carrillo et al. (2005) para reptiles, y de Ron et al. (2019) para anfibios. Las especies protegidas según la CITES se revisaron en UNEP-WCMC (2010), mientras que la información sobre el origen de la especie (endémica, nativa, introducida) así como datos ecológicos fueron obtenidos de Ron et al. (Páez & Ron, 2019) y Torres-Carvajal et al. (Torres-Carvajal, Pazamiño-Otamendi, & Salazar-Valenzuela, 2019).

Gremios alimenticios: Los anfibios y reptiles 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, como de algunas aves y mamíferos. También, todos los anfibios y reptiles son predadores de insectos y otros invertebrados (Valencia & Garzón, 2011). La caracterización de cada especie corresponde a información analizada en Duellman (1978) y Ron, Guayasamín, Yáñez-Muñoz, Merino-Viteri & Ortiz (2016).

Distribución vertical de las especies: Diversos trabajos han encontrado que algunos grupos faunísticos, entre estos los anfibios y reptiles, son influenciados significativamente por la heterogeneidad espacial, respondiendo en mayor grado a la estructura del hábitat que a la presencia o ausencia de especies vegetales particulares (García, Castro & Cárdenas, 2005). En el presente estudio se especifica su ubicación en función de la estratificación vertical del ecosistema.

Hábito: Los anfibios, por sus aspectos biológicos (morfología, obtención de alimento y apareamiento) son bastante activos en la noche (aunque algunos de ellos presentan actividad diurna); esta tendencia está marcada especialmente por la estacionalidad. Así, se puede escuchar a varios anfibios vocalizar después o durante lluvias. En el caso de los reptiles, dentro del páramo habitan únicamente especies diurnas aprovechando el día para regular su calor corporal y alimentarse.

Los parámetros que se utilizaron son:

- > Nocturno
- > Diurno
- > Nocturno-diurno

Modos o patrones reproductivos: Una manera de repartir los recursos en comunidades de anuros es mediante diferencias en el modo reproductivo. El modo reproductivo se refiere a la combinación de sitio de ovoposición y modo de desarrollo (Duellman, 1978).

Estado de conservación de las especies: El estado de conservación de anfibios y reptiles se revisó de acuerdo con los criterios de Carrillo et al. (2005), para reptiles, IUCN (IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources., 2020) y Ron et al. (2019), para anfibios del Ecuador.

Especies indicadoras: Los anfibios merecen especial atención por ser especies indicadoras de la calidad ambiental y cumplir múltiples papeles funcionales en los sistemas acuáticos y terrestres. Los anfibios son considerados buenos indicadores de la calidad de hábitat, debido a muchos factores; uno de ellos es que no pueden regular su temperatura corporal mediante procesos metabólicos que generan calor, dependiendo necesariamente de las condiciones climáticas de su entorno ambiental; otro factor, es la capacidad que posee para respirar a través de su piel, factor que los hace sensibles a cambios ambientales (aumento de temperatura, enfermedades, contaminación, entre otros).

Los reptiles son los animales mejor adaptados al medio terrestre en comparación con los anfibios, especialmente por sus características morfológicas. Sin embargo, debido a la destrucción de sus hábitats, estos están desapareciendo, principalmente aquellos de gran tamaño (Valencia & Garzón, 2011).

Especies sensibles: Los anfibios y reptiles por sus características fisiológicas y etológicas son particularmente sensibles a la pérdida de hábitat y a variaciones ambientales, como la temperatura, precipitación y humedad del aire, que determinan su distribución ecológica y geográfica (Duellman, 1995). Para tomar en consideración a una especie como sensible, en el presente estudio se utilizó información sobre descripciones de su biología, hábitat (Páez & Ron, 2019; Torres-Carvajal, Pazmiño-Otamendi & Salazar-Valenzuela, 2019), distribución, endemismo, criterios de conservación (Listas rojas y CITES) y capacidad significativa de la herpetofauna a la tolerancia de impactos (especies bioindicadoras) (Tabla 5-101).

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 constan 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 satisfacerlos 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 5-101 Aspectos Considerados para el Análisis de Sensibilidad a Nivel de Especie

Niveles	Aspectos para Considerarse	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: Cardno Entrix, agosto 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

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

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

5.2.4.2.4 Entomofauna

Introducción

El estudio de los insectos permite conocer la productividad, los niveles de contaminación acuática y atmosférica, así como el estado de conservación de los ecosistemas, gracias al hecho de que sus poblaciones se encuentran directamente relacionadas con los intercambios genéticos, biomasa y energía transferida en los ecosistemas (Brown, 1991); asimismo, es importante identificar las especies de insectos indicadoras en los distintos ecosistemas, cuyas poblaciones permitirán determinar el estado de

conservación de un ambiente por su continuidad en el tiempo, mediante los monitoreos periódicos (Nilsson S., 1994).

Las poblaciones de insectos presentes en los distintos ecosistemas tienen vital importancia para mantener el equilibrio ecológico debido a su participación en procesos ecológicos, tales como la translocación de energía, la polinización, dispersión de poblaciones vegetales, la herbivoría, entre otros (Borror, 2004).

Los escarabajos copronecrófagos dentro del grupo de los coleópteros son considerados de importancia bioindicadora porque presentan varias relaciones intraespecíficas. Una de las características más importantes en la biología de los coleópteros coprófagos es la relocalización del recurso, que implica el uso del alimento como sustrato para nidificación y/o alimentación (Halffter G., 1966). Los escarabajos coprófagos según el método de relocalización del alimento se clasifican en tres grupos funcionales: endocópridos o residentes, paracópridos o cavadores y telecópridos o rodadores (Halffter, 1982; Noriega, 2015). Dependiendo del tipo de especie de escarabajo pelotero, varía la cantidad de bolas de crías, así como la arquitectura y complejidad del nido donde depositan sus huevos para su desarrollo.

Las especies de escarabajos copronecrófagos (orden Coleoptera-familia Scarabaeidae), por su biología, están directamente relacionadas con la estructura de las distintas comunidades de fauna existentes en un hábitat, por lo que este grupo presenta distintos grados de especialización a un determinado tipo de recurso alimenticio (Davis, 2001). Esta especialización permitió proponer a los escarabajos copronecrófagos como grupo bioindicador de perturbaciones en los diferentes hábitats (Celi, 2001), demostrando que la pérdida de cobertura vegetal producto de la deforestación incide en la disminución de la riqueza de especies en esta familia (Escobar, 2004).

Los escarabajos estercoleros, debido a su sensibilidad a los cambios en el ecosistema, son considerados como un grupo bioindicador en la evaluación de los cambios producidos por la actividad antropogénica en ecosistemas naturales, además de que permiten una fácil estandarización de los métodos para su recolección (Celi, 2001), así como por su estrecha relación con los mamíferos (silvestres y domésticos), pues dependen de sus excrementos para su alimentación y nidificación, cumpliendo un papel muy importante en el funcionamiento de los ecosistemas.

Los lepidópteros son considerados bioindicadores de calidad de bosque debido a que reaccionan rápidamente ante cualquier cambio ambiental y sus respuestas son fáciles de medir. Debido a su regulación ectotérmica son susceptibles a cambios en el clima, como la temperatura, la humedad y la luz, factores que son altamente influenciados cuando existe alteración en el hábitat. Asimismo, son sensibles a los cambios vegetacionales, ya que dependen de sus plantas hospederas para su ciclo de vida (Checa et al., 2014; Checa, 2013).

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 grupos que proporcionan información sobre el estado del ecosistema, en el presente estudio no se desarrollaron metodologías cualitativas. La descripción de los métodos usados para determinar el componente entomofaunístico del área de estudio ha sido utilizada por varios autores (Carvajal, Villamarín-Cortez, & Ortega, 2011; Favila, 1993; Celi & Dávalos, 2001; Sayre y otros, 2002), y se describe a continuación:

Fase de Campo

Todos los transectos fueron operados por dos personas durante cuatro 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). En cada transecto se aplicaron tres métodos de colecta.

Muestreo Cuantitativo

Trampas Pitfall para Escarabajos Peloteros

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 (pescado 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, 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 pescado 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. Las mariposas que no pudieron ser identificadas *in situ*, fueron capturadas, colocadas en sobres de papel cera para su posterior tratamiento en laboratorio e identificación hasta nivel de especie.

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).

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 200 m de longitud durante una hora en los diferentes hábitats y microhábitats; todos los individuos observados fueron registrados fotográficamente.

Con los datos 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.

Página en blanco

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 5.2-6 ENTOMOFAUNA 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.2.3 Hojas de Campo.

Tabla 5-102 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)					
PME-01_TL	31-ago	695536	9855849	-	-	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	N/A	Estación de muestreo con trampa de luz
PME-01_TP	30-ago	695739	9855913	695545	9856021	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	250,44	Transecto de 200 m. con trampas pitfall
PME-01_VSR	30-ago	695831	9855931	695745	9855910	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	91,30	Transecto de 200 m. con trampas VSR
PME-02_TL	4-sep	695226	9855030	-	-	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	N/A	Estación de muestreo con trampa de luz
PME-02_TP	3-sep	695500	9854947	695301	9854936	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	371,50	Transecto de 200 m. con trampas pitfall
PME-02_VSR	3-sep	695216	9855030	695301	9854936	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	154,38	Transecto de 200 m. con trampas VSR
PME-03_TL	28-ago	694257	9853850	-	-	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	N/A	Estación de muestreo con trampa de luz
PME-03_TP	27-ago	694160	9854096	694157	9853918	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	202,13	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-03_VSR	27-ago	684195	9853891	694299	9853829	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	136,26	Transecto de 200 m. con trampas VSR
POE-01	2-sep	696478	9855938	695691	9855948	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1051,98	Transecto de observación
POE-02	3-sep	694920	9855107	695540	9854994	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	921,45	Cualitativo: Transecto de observación
POE-03	27-ago	694181	9854138	694391	9853684	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	589,06	Transecto de observación
POE-04	7-sep	694667	9855884	694280	9855362	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1217,49	Transecto de observación
POE-05	7-sep	694782	9855710	695011	9855610	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1285,65	Transecto de observación
POE-06	8-sep	694256	9853217	694394	9852830	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	990,63	Transecto de observación
POE-07	9-sep	694921	9853982	695456	9854227	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1025,10	Transecto de observación
POE-08	9-sep	695512	9853769	695537	9852925	900-1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cualitativo	1674,41	Transecto de observación

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 5-103 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
PME-01_TL	Cuantitativo. Estación de muestreo con trampa de luz	1 Estación de trampa luz	4 horas	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PME-01_TP	Cuantitativo. Transecto de 200 m. con trampas pitfall	20 copronecrotrampas 10 trampas cebadas con carroña 10 trampas cebadas con heces	48 horas	2 (1 técnico-1 guía)	48 horas
PME-01_VSR	Cuantitativo. Transecto de 200 m. con trampas VSR	10 trampas aéreas cebadas con fruta y camarón descompuesto	48 horas	2 (1 técnico-1 guía)	48 horas
PME-02_TL	Cuantitativo. Estación de muestreo con trampa de luz	1 Estación de trampa luz	4 horas	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PME-02_TP	Cuantitativo. Transecto de 200 m. con trampas pitfall	20 copronecrotrampas 10 trampas cebadas con carroña 10 trampas cebadas con heces	48 horas	2 (1 técnico-1 guía)	48 horas
PME-02_VSR	Cuantitativo. Transecto de 200 m. con trampas VSR	10 trampas aéreas cebadas con fruta y camarón descompuesto	48 horas	2 (1 técnico-1 guía)	48 horas
PME-03_TL	Cuantitativo. Estación de muestreo con trampa de luz	1 Estación de trampa luz	4 horas	2 (1 técnico-1 guía)	4 horas
PME-03_TP	Cuantitativo. Transecto de 200 m. con trampas pitfall	20 copronecrotrampas 10 trampas cebadas con carroña 10 trampas cebadas con heces	48 horas	2 (1 técnico-1 guía)	48 horas
PME-03_VSR	Cuantitativo. Estación de muestreo con trampa de luz	10 trampas aéreas cebadas con fruta y camarón descompuesto	48 horas	2 (1 técnico-1 guía)	48 horas
POE-01	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas
POE-02	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas
POE-03	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas
POE-04	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas

Código del Informe	Método	Número Trampas/Redes/Transecto	Horas por Día	N.º de Personas	Total Trampas/Noche/ Punto de Muestreo
POE-05	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas
POE-06	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas
POE-07	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas
POE-08	Cualitativo: Transecto de observación	1 transecto de observación	2 horas x 1 día	2 (1 técnico-1 guía)	2 horas

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

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 al 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., Measuring Biological Diversity, 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 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: 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).

Se analizan los gremios tróficos reconociendo tres clases de escarabajos de acuerdo con su estado de nidificación y comportamiento: 1) cavadores o paracópridos, 2) rodadores o telecópridos y 3) moradores o endocópridos (Halffter & Edmonds, 1982).

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).

Se analizan las relaciones con el tipo de alimentación, especialistas a un tipo de alimento y generalistas que prefieren varios tipos de alimentos (Celi & Dávalos, 2001) para la comunidad de escarabajos copronecrófagos.

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

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, 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 de estudio.

Comparación con Estudios Anteriores

Se tomó en cuenta dentro del componente entomofauna, 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.

5.2.4.3 Fauna Acuática

Para los componentes de fauna acuática se monitorearán los mismos cuerpos de agua identificados dentro del componente de calidad fisicoquímica del agua con la finalidad de complementar el análisis biótico.

5.2.4.3.1 Ictiofauna

Introducción

Los peces constituyen un grupo increíblemente diverso, con tres clases vivientes que ocupan un lugar importante en la ecología moderna y en la historia evolutiva. Su éxito es también increíble, son numerosos y poseen una variedad de adaptaciones que les ha permitido colonizar prácticamente cada hábitat acuático de la Tierra, representando las primeras formas de vida vertebrada conocidas y el trampolín evolutivo para todos los vertebrados que caminan en la tierra (tetrápodos). Los peces son complicados, diversos y tienen una larga historia evolutiva (Kagle, 1997).

De acuerdo con la IUCN se define a los peces de agua dulce como aquellas especies que pasan a lo menos una parte esencial de su vida en aguas dulces continentales o en aguas de estuarios salobres. La diversidad de peces de agua dulce alcanzaría a 13 000 especies y 2513 géneros; cifra que ascendería a 15 000 especies a nivel mundial si se consideraran también especies de aguas salobres o estuarinas (Leveque et al., 2008). La diversidad de peces de agua dulce es elevada si se considera que se estima la existencia de 32 500 especies de peces a nivel mundial (Nelson, 2006) y que el agua dulce en estado líquido existente en el planeta (ríos y lagos) no superaría el 1 % del agua existente en todas sus formas. A pesar de que existe un mayor número de especies marinas, las comunidades de peces de agua dulce son mucho más ricas por unidad de volumen de hábitat, ascendiendo a una especie por cada 15 km³ de agua dulce contra una especie por cada 100 000 km³ de agua marina (Oberdorff et al., 1995; Amarasinghe y Welcomme, 2002).

Criterios Metodológicos

Fase de Campo

El trabajo de campo se llevó a cabo desde el 27 de agosto al 9 de septiembre de 2021. El levantamiento de información se realizó en 15 cuerpos de agua dentro del área de influencia del proyecto.

Muestreo Cuantitativo

Atarraya

De 2 m de radio y 0,1 y 0,2 m de malla, su empleo estuvo limitado a ríos libres de troncos o que presentaron algún tipo de materia vegetal en descomposición, que intervenga en el correcto empleo de esta red. Su técnica de lanzamiento consistió en mantener sujeta la parte superior de la red amarrada a la muñeca, mientras que parte del margen se tomó con la boca y otra parte se sostuvo sobre el hombro, lanzándola de modo que adquiere la forma de un disco que cubre al pez (Barriga & Olalla, 1983). Este proceso se realizó con una frecuencia de 10 veces cada 10 m abarcando un área de 100 m por punto de muestreo; sin embargo, su rango de empleo aumentó en relación con la morfología del cuerpo de agua en cuestión, con el objetivo de cubrir la mayor cantidad posible de hábitats. Su utilización no se ha modificado desde la fecha de su publicación, ya que permite obtener datos de sistemas hídricos de flujo rápido, moderado, lento o laminar (Galvis & Mojica, 2002).

Red de Arrastre

Posee dimensiones de 4 m de largo, 1,80 m de ancho y un tamaño de malla de 0,5 cm. Para su empleo se necesitó de dos personas, una que tomó la red de un extremo y se quedó fijo dentro del agua y cerca de la orilla, mientras que la otra persona ingresó al agua con el otro extremo de la red girándola alrededor del compañero, que al alcanzar la orilla y altura de su compañero salen juntos del agua cuidando de no levantar los plomos del suelo (Barriga & Olalla, 1983). Este proceso se realizó con una frecuencia de 10 veces por punto de muestreo, abarcando un área de 100 m. La utilización de este arte de pesca no se ha modificado desde la fecha de su publicación debido a la efectividad de su empleo al permitir coleccionar especies de distintos nichos ecológicos, ya que su manejo abarca toda la columna de agua (Galvis & Mojica, 2002).

Red de mano

Su uso se limitó a zonas cerca de la vegetación de ribera, bajo piedras u hojarasca en riachuelos pequeños. Sujetando del madero medio y con una leve inclinación se sumergió debajo del agua, con una frecuencia basada en el criterio del técnico (Barriga & Olalla, 1983). El empleo de esta red no se ha modificado desde la fecha de su publicación, ya que permite evaluar cuerpos de agua de difícil acceso o con características morfológicas que no permitan la utilización de otro tipo de arte de pesca (Tufiño, 2013).

Anzuelos de Diferentes Tamaños

Se utilizó como carnada peces pequeños y lombrices.

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 5.2-7 ICTIOFAUNA Mapa de Ubicación de Recorridos y Puntos de Muestreo Biótico). Adicionalmente, en la sección Anexos se pueden revisar: Anexo C. Respaldo LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo.

Tabla 5-104 Sitios de Muestreo de Ictiofauna

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur		Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología	Descripción
		Inicio							
		Este (m)	Norte (m)						
DOMO-IF-01	28/8/2021	694920	9856066	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua con arena fina, cantos rodados y bloques
DOMO-IF-02	29/8/2021	695795	9855912	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO-IF-03	29/8/2021	694492	9854754	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua cantos rodados y bloques ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO-IF-04	28/8/2021	695163	9854484	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua cantos rodados y bloques ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO-IF-05	28/8/2021	695624	9854199	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua grava, fango, hojarasca
DOMO-IF-06	28/8/2021	696033	9853541	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO-IF-07	29/8/2021	695152	9853012	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua bloques, arena fina, troncos, ecosistemalótico subtropical de estribaciones
DOMO-IF-08	29/8/2021	694423	9852814	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua bloques, arena fina, ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO-IF-09	28/8/2021	694685	9856624	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua bloques, arena fina, ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO-IF-10	7/9/2021	695169	9855932	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua Arena fina, ecosistema límnico-lótico, transparencia moderada, orilla sedimentosa,
DOMO-IF-11	6/9/2021	694242	9855445	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua 10 a 20 cm de profundidad
DOMO-IF-12	5/9/2021	694681	9854577	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua Arena fina, ecosistema límnico-lótico, poca transparencia, orilla sedimentosa,
DOMO-IF-13	7/9/2021	694389	9853290	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua 10 a 30 cm de profundidad
DOMO-IF-14	6/9/2021	694281	9854965	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua Arena fina, ecosistema límnico-lótico, poca transparencia, orilla sedimentosa,

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur		Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología	Descripción
		Inicio							
		Este (m)	Norte (m)						
DOMO-IF-15	6/9/2021	694373	9854809	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo (10 repeticiones por metodología)	Red de mano y Red de Arrastre	Cuerpo de agua 40 cm de profundidad

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 5-105 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Ictiofauna

Código del Informe	Método	Número Trampas/Redes/Transecto	Horas por día	N.º por Día	Total Trampas/Noche/Punto de Muestreo
DOMO-IF-01	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-02	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-03	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-04	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-05	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-06	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-07	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-08	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-09	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-10	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-11	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-12	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-13	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-14	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas
DOMO-IF-15	Cuantitativo	Red de mano y Red de Arrastre	2	1	2 horas

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio

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 Pi (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).

Distribución Vertical dentro de la Columna de Agua: La distribución de la propuesta en la columna de agua está dada según su ecología trófica, relacionando hábitos alimenticios, reproductivos, mecanismos de desarrollo o movimientos migratorios, con los parámetros físicos y demográficos del cuerpo de agua, generando una estratificación vertical (Granado C. , 2002)

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, por ejemplo, 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

Migración:

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

Dentro del componente ictiofauna se tomó en cuenta 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 a los aplicados durante el presente estudio.

5.2.4.3.2 Macroinvertebrados Acuáticos

Introducción

Los cuerpos de agua brindan múltiples beneficios ecológicos. Además de procurar el bienestar social y desarrollo económico producen seguridad frente a las amenazas naturales, tales como inundaciones, control de escorrentías y en especial los efectos del cambio climático. Estos cuerpos de agua deberían ser considerados hábitats de protección de la naturaleza y la biodiversidad; sin embargo, en Ecuador muchos de ellos, sobre todo los ríos, están expuestos a una alta influencia antrópica que provoca constante degradación en cantidad como en calidad (Gastezzi-Arias et al., 2017). Los efectos de dicha contaminación han generado una gran cantidad de estudios de impacto ambiental en los países de América del Sur, pero muchos de ellos no han sido publicados habiendo extensa literatura, pero restringida en su difusión; además, raramente estos estudios han originado protocolos estandarizados (Dominguez & Fernández 2009).

Uno de los monitoreos más comunes como medio de evaluación de la calidad de agua en ríos, esteros, remansos, lagos y lagunas es la aplicación de índices bióticos, siendo el estudio de macroinvertebrados acuáticos lo más usado. Este componente abarca a aquellos organismos que viven en el fondo de los cuerpos de agua, adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Sus poblaciones se componen de numerosas taxas de amplia distribución conformadas por platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos principalmente (Roldán-Pérez 2016). Muchos son sedentarios, al menos en fase larvaria, perennes y con ciclos de vida y alternancia rápidos de generaciones correspondiendo con la naturaleza inestable de muchos cuerpos de agua dulce. Por lo indicado, las variaciones en su diversidad, al ser igualmente a corto plazo respecto a las alteraciones medioambientales, permiten la detección de las diferentes perturbaciones contaminantes en los hábitats acuáticos (Domínguez, Molineri, Pescador, Hubbard & Nieto, 2006). La detección de perturbaciones está expresada en forma de un valor numérico único que sintetiza las características de todas las especies presentes. Habitualmente consisten en la combinación de dos o tres propiedades de la asociación de la riqueza de taxa y la tolerancia/intolerancia

a la contaminación para los índices cualitativos, y estos junto a la abundancia (absoluta o relativa) para los índices cuantitativos (Prat et al., 2006).

En este contexto el presente estudio de monitoreo ambiental pretende conocer el estado de calidad de agua mediante el uso de macroinvertebrados como bioindicadores a través de índices biológicos, así como conocer las condiciones de los cuerpos de agua dentro del área de influencia del Proyecto Minero Curipamba - El Domo-El Domo.

Criterios Metodológicos

El trabajo de campo se llevó a cabo desde el 27 de agosto al 9 de septiembre de 2021. El levantamiento de información se realizó en 15 cuerpos de agua dentro del área de influencia del proyecto.

Fase de Campo

El trabajo de campo se llevó a cabo desde el 27 de agosto al 9 de septiembre de 2021. El levantamiento de información se realizó en 15 cuerpos de agua dentro del área de influencia del proyecto.

Muestreo Cuantitativo

Red D-Net o Red Surber

Se utilizó una red surber o D-net según las condiciones del cuerpo de agua a muestrear, siendo este el método más eficiente para obtener una abundancia y diversidad de fauna acuática en estas condiciones. La técnica de muestreo con red surber consistió en colocar en contracorriente la red, y con las manos se removió el material del fondo. Esta operación se repitió tres veces durante un minuto aproximadamente. Se realizaron tres repeticiones en cada microhábitat (sustrato pedregoso, arcilloso, de hojarasca, vegetación de ribera, vegetación flotante, etc.) con la finalidad de obtener mayor diversidad de especies.

El material obtenido se depositó en una bandeja de loza blanca para poder coleccionar los macroinvertebrados con estructuras más sensibles, los especímenes se colocaron en vacutainers previamente etiquetados con alcohol al 70 %, para su posterior traslado e identificación en el laboratorio; el resto de la muestra se colocó en fundas ziplock con alcohol al 70 % para ser limpiadas en laboratorio con un adecuado procedimiento.

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 5.2-8 MACROINVERTEBRADOS 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.2.3 Hojas de Campo.

Tabla 5-106 Sitios de Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur		Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología	Descripción
		Inicio							
		Este (m)	Norte (m)						
DOMO-MB-01	28/8/2021	694920	9856066	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua con arena fina, cantos rodados y bloques
DOMO- MB -02	28/8/2021	695795	9855912	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO- MB -03	28/8/2021	694492	9854754	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua cantos rodados y bloques ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO- MB -04	28/8/2021	695163	9854484	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua cantos rodados y bloques ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO- MB -05	28/8/2021	695624	9854199	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua grava, fango, hojarasca
DOMO- MB -06	29/8/2021	696033	9853541	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO- MB -07	29/8/2021	695152	9853012	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua bloques, arena fina, troncos, ecosistemalótico subtropical de estribaciones
DOMO- MB -08	29/8/2021	694423	9852814	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua bloques, arena fina, ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO- MB -09	29/8/2021	694685	9856624	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua bloques, arena fina, ecosistema lótico subtropical de estribaciones
DOMO- MB -10	7/9/2021	695169	9855932	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua Arena fina, ecosistema límnicolótico, transparencia moderada, orilla sedimentosa,
DOMO- MB -11	6/9/2021	694242	9855445	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua 10 a 20 cm de profundidad
DOMO- MB -12	5/9/2021	694681	9854577	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua Arena fina, ecosistema límnicolótico, poca transparencia, orilla sedimentosa,

Código	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur		Altitud (msnm)	Hábitat	Tipo de Muestreo	Extensión Unidad Muestral	Metodología	Descripción
		Inicio							
		Este (m)	Norte (m)						
DOMO- MB -13	7/9/2021	694389	9853290	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua 10 a 30 cm de profundidad
DOMO- MB -14	6/9/2021	694281	9854965	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua Arena fina, ecosistema límnic-léntico, poca transparencia, orilla sedimentosa,
DOMO- MB -15	6/9/2021	694373	9854809	900 - 1300	Bosque maduro medianamente intervenido, bosque secundario y cultivos	Cuantitativo	Punto de muestreo 10 repeticiones.	Red de mano y Red D-net	Cuerpo de agua 40 cm de profundidad

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Esfuerzo de Muestreo

Tabla 5-107 Horas de Esfuerzo Empleadas para el Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos

Código del Informe	Método	Número Trampas/Redes/Transecto	Horas por día	N.º por Día	Total Trampas/Noche/Punto de Muestreo
DOMO-MB-01	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 02	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 03	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 04	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 05	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 06	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 07	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 08	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 09	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 10	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 11	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 12	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 13	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 14	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas
DOMO- MB - 15	Cuantitativo	Red de mano y Red D-net	2	1	2 horas

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Factores que Incidieron en los Resultados del Estudio

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

En el laboratorio se separaron los individuos del sustrato utilizando una bandeja enlozada, pinzas y abundante agua. Posteriormente, en una segunda fase, se procedió a la identificación de los diferentes

grupos de macroinvertebrados hasta el nivel de familia como nivel taxonómico máximo. Los especímenes fueron identificados con las claves de Roldán (1996), Merritt y Cummins (1988) y Domínguez y Fernández (2009).

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 métricas relacionadas con la calidad biológica del agua de los diferentes puntos de muestreo.

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; este índice estima el número de especies en una comunidad ponderando el número de especies raras presentes en la comunidad, por tal motivo, 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 las curvas de rango/dominancia hacen posible evaluar si una comunidad está dominada por pocas especies o, por el contrario, posee una mayor equidad.

El presente análisis se realizará únicamente a nivel global con todos los registros obtenidos en campo, debido a que la baja riqueza registrada dentro del ecosistema páramo en la provincia del Azuay no permite un análisis punto por punto que no presente sesgos por la baja cantidad de datos.

Índices de 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 L. D., 2010).

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 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 que debe emplearse el valor de los índices y el número de especies (riqueza) que se ha registrado en estudios o investigaciones anteriores (Gotelli & Colwell, 2011).

Índices de 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.

Índice de Similitud de Jaccard

El coeficiente de similitud de Jaccard relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. Es un método cualitativo debido a que no toma en cuenta las abundancias registradas para cada una de las especies (Ñique, 2010).

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 5-108 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: INV, Levantamiento de información en campo.
Elaboración: Cardno, agosto 2021

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

Tabla 5-109 Puntajes de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col. (Roldán, 2003)

Familias	Puntaje
Anomalopsychidae – Atriplectididae – Blepharoceridae – Calamoceratidae – Ptilodactylidae – Chordodidae – Gomphidae – Hydridae – Lampyridae – Lymnessiidae – Odontoceridae – Oligoneuriidae – Perlidae – Polythoridae – Psephenidae, Athericidae.	10
Ampullariidae – Dytiscidae – Ephemeridae – Euthyplociidae – Gyrinidae – Hydraenidae – Hydrobiosidae – Leptophlebiidae – Philopotamidae – Polycentropodidae - Polymitarcydae – Xiphocentronidae.	9
Gerridae – Hebridae – Helicopsychidae – Hydrobiidae – Leptoceridae – Lestidae – Palaemonidae– Pleidae – Pseudothelpusidae - Saldidae – Simuliidae – Veliidae.	8
Baetidae – Caenidae – Calopterygidae - Coenagrionidae – Corixidae – Dixidae – Dryopidae - Glossosomatidae – Hyalellidae – Hydroptilidae – Hydropsychidae – Leptohiphidae – Naucoridae– Notonectidae – Planariidae – Psychodidae – Scirtidae.	7
Aeshnidae – Ancylidae – Corydalidae – Elmidae – Libellulidae – Limnichidae – Lutrochidae - Megapodagrionidae – Sialidae – Staphylinidae.	6
Belastomatidae – Gelastocoridae – Mesoveliidae – Nepidae – Planorbiidae - Pyralidae – Tabanidae – Thiaridae.	5
Chrysomelidae – Stratiomyidae – Haliplidae – Empididae – Dolichopodidae – Sphaeriidae – Lymnaeidae – Hydrometridae – Noteridae.	4

Familias	Puntaje
Ceratopogonidae – Glossiphoniidae – Cyclobdellidae – Hydrophilidae – Physidae – Tipulidae.	3
Culicidae – Chironomidae – Muscidae – Sciomyzidae – Syrphidae.	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldán, 2003

Tabla 5-110 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: Zamora, H, 2007

Índice QBR-And.: Para evaluar la calidad ambiental de las riberas se utilizó el índice QBR. Este índice fue originalmente diseñado por Munné et al. (2003) para los ríos mediterráneos de la península Ibérica. Sin embargo, Acosta et al. (Acosta, Ríos-Touma, Rieradevall & Prat, 2009) realizó una adaptación del QBR a la región altoandina del Ecuador y Perú, al cual lo denominó QBR-And, que en su forma más completa incluye cuatro apartados: i) grado de cubierta de la zona de ribera; ii) estructura de la cubierta; iii) calidad de la cubierta y; iv) grado de naturalidad del canal fluvial (que consta en el Anexo 30 de Acosta, Ríos-Touma, Rieradevall & Prat, 2009). Sin embargo, para la vegetación de ribera del páramo el QBR cuenta únicamente tres apartados (que constan en el Anexo 31 de Acosta, Ríos-Touma, Rieradevall & Prat, 2009). El apartado de la estructura de cubierta es excluido, y la razón radica en que la vegetación del páramo herbáceo se caracteriza por pajonales y arbustos bajos. La estratificación vegetal no es tan evidente como en los bosques y es menos compleja. Para la determinación de este índice se escoge un tramo de la quebrada donde se considera toda la anchura potencial de la vegetación de ribera; es decir, hasta aquella zona inundable durante las crecidas de gran magnitud, y se evalúan los distintos apartados del QBR-And mediante una ficha de valoración en ambos márgenes del río. Los márgenes (derecho o izquierdo) se determinan ubicándose en la dirección en la que el agua del río fluye (Acosta y otros, 2014). El puntaje máximo de cada apartado es de 25 puntos. Si al sumar los puntajes de cada apartado se superan los 25 puntos, se considerará solo el valor de 25 como máximo. Una vez obtenido el valor de cada sección se procede a sumar, y con ello se obtiene el valor total del QBR-And el cual da el nivel de calidad en que se encuentra la ribera.

Tabla 5-111 Rangos de Calidad según el Índice QBR-And

Nivel de Calidad	QBR	Color
Vegetación de ribera sin alteraciones. Calidad muy buena, estado natural.	> 96	Azul
Vegetación ligeramente perturbada. Calidad buena	75-95	Verde
Inicio de alteración importante, calidad intermedia.	51-75	Amarillo
Alteración fuerte, mala calidad.	26-50	Naranja
Degradación extrema, calidad pésima.	< 25	Rojo

Fuente:

Aspectos Ecológicos

Gremio trófico: Es el papel que cumple cada una de las especies de macroinvertebrados acuáticos registrados en la dinámica fluvial de acuerdo con las características alimenticias.

Distribución vertical: Se refiere al hábitat que ocupan los macroinvertebrados acuáticos dentro del agua. Así, algunos viven en la superficie del agua (neuston), otros sobre algún tipo de sustrato o adheridos a tallos de las plantas (bentos) y otros nadando activamente (necton).

Especies de interés: Especies de macroinvertebrados que en un sentido ecológico son importantes para mantener la estructura y funcionalidad del ecosistema fluvial.

Especies sensibles: Especies de macroinvertebrados, que presentan el valor más alto de calidad de agua en base al índice BMWP/Col.

Áreas sensibles: Aquellos sitios que albergan un gran número de especies altamente sensibles a los cambios de hábitat y con requerimientos específicos que se traduce en variaciones de los índices ecológicos de calidad de agua previamente descritos.

Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del componente ictiofauna se tomó en cuenta 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 a los aplicados durante el presente estudio.

5.2.5 Resultados y Aspectos Ecológicos

5.2.5.1 Flora

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levanta para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos se pueden revisar: Anexo C. Respaldo LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; F. Registro Fotográfico, F.2 Biótico

5.2.5.1.1 Análisis General

Riqueza Global

Dentro del área de estudio, en base al análisis realizado entre agosto y septiembre del 2021 se registraron 177 especies diferentes, agrupadas en 123 géneros y 65 familias (Figura 5-107).

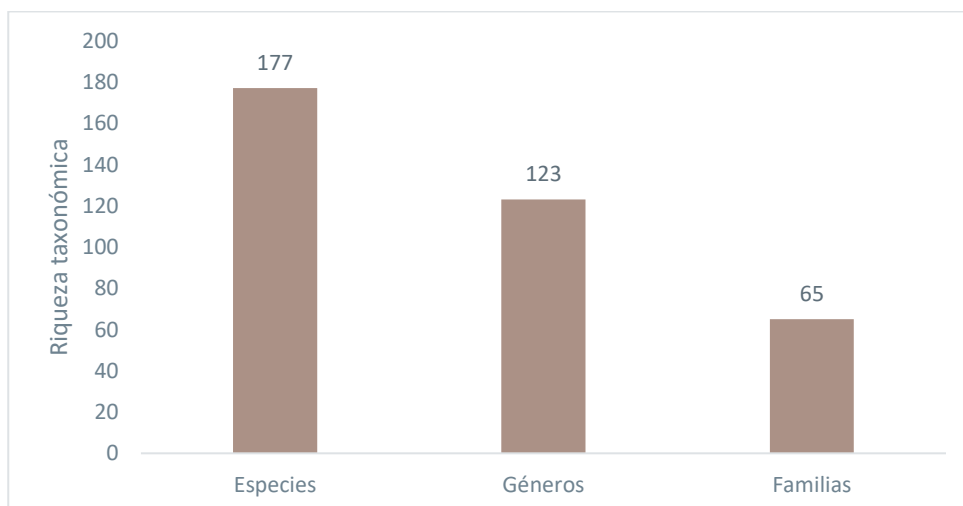


Figura 5-107 Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Riqueza y Abundancia por Familia

Al analizar la riqueza por familias se observa que la más diversa en términos de géneros fue Gesneriaceae, registrando ocho géneros y 11 especies. La familia más diversa en cuanto al número de especies fue Araceae, con 22 especies en seis géneros (Figura 5-108).

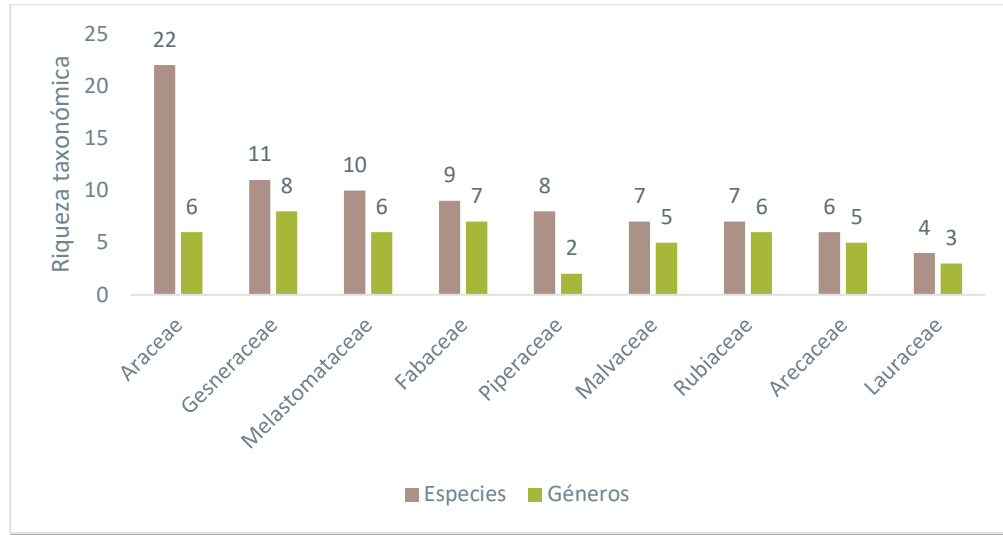


Figura 5-108 Riqueza de las Familias Florísticas más Representativas en Términos de Diversidad en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Al analizar la cobertura de las familias dentro del área de estudio, se observa que la mayor cobertura la obtuvo la familia Poaceae, cuyo porcentaje fue de 55,92 %; mientras que la familia con menor porcentaje de cobertura fue Melastomataceae, con el 1,20 % (Figura 5-109).

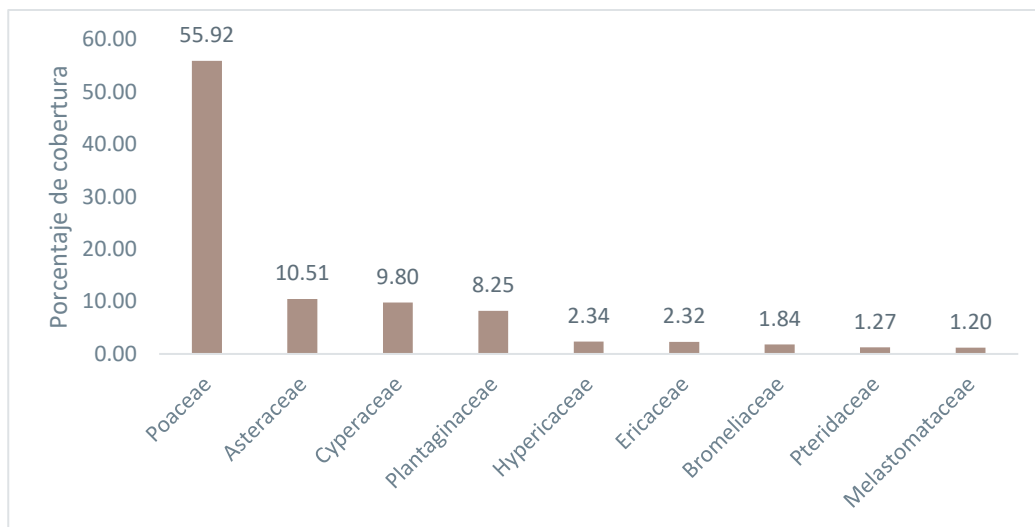


Figura 5-109 Porcentaje de Cobertura de las Nueve Familias Florísticas más Representativas en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 los tres transectos de 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 de estudio han sido muestreadas dentro del presente monitoreo (Figura 5-110).

El índice de Chao 2 alcanzó 285 especies, por lo que el dato reportado en el campo (177 spp.) representa un 62,10 % de las especies estimadas, determinando que el esfuerzo de monitoreo es representativo.

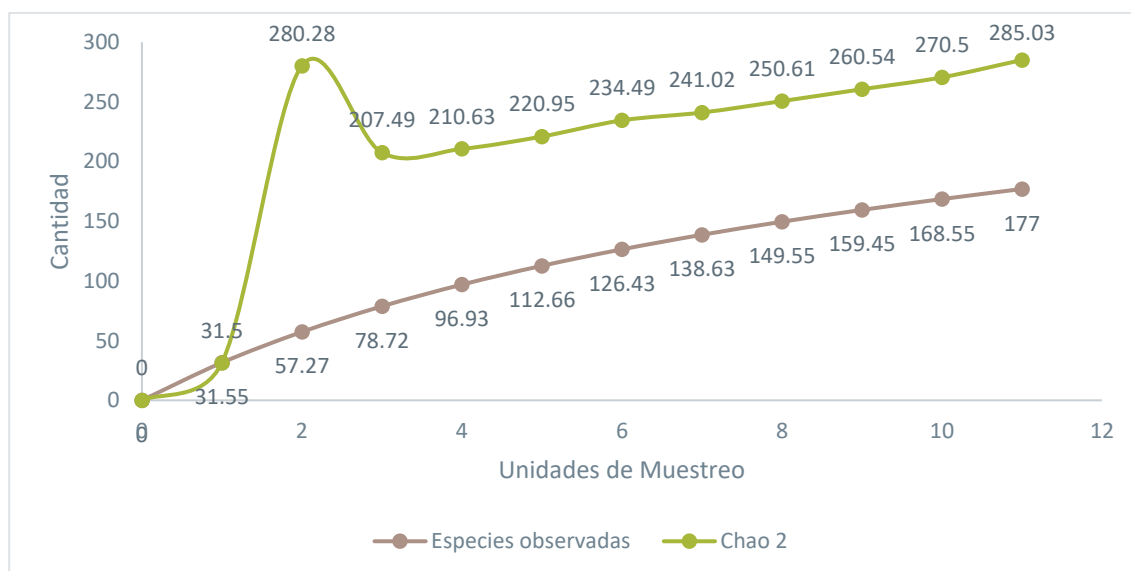


Figura 5-110 Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 2 en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.2.5.1.2 Análisis Cualitativo

Riqueza

Dentro de los ocho transectos cualitativos se registró la presencia de 46 familias, 78 géneros y 97 especies. En la Tabla 5-112 se registra la diversidad de cada uno de los transectos de observación.

Tabla 5-112 Lista de las Especies Registradas en los Muestreos Cualitativos Dentro del Área de Estudio

Especies	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	POF-07	POF-08
<i>Adiantum macrophyllum</i> Sw.	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Aechmea angustifolia</i> Poepp. & Endl.	-	-	-	-	-	x	x	-

Especies	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	POF-07	POF-08
<i>Alloplectus dodsonii</i> Wiehler	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aneilema umbrosum</i> (Vahl) Kunth	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Anthurium</i> sp.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Anthurium</i> sp. 3	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Anthurium michelii</i> Guillaumin	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arachis pintoii</i> Krapov. & W.C. Greg.	X	-	-	-	-	X	X	X
<i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don	X	-	-	X	-	-	-	-
<i>Asplenium pteropus</i> Kaulf.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Asplundia peruviana</i> Harling	X	-	-	-	X	-	-	-
<i>Bactris macana</i> (Mart.) Pittier	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Banara guianensis</i> Aubl.	-	X	-	X	-	-	X	-
<i>Bauhinia</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Begonia glabra</i> Aubl.	X	X	-	-	X	-	-	-
<i>Begonia parviflora</i> Poepp. & Endl.	-	-	-	X	X	-	-	-
<i>Blakea involvens</i> Markgr.	-	-	X	-	-	X	X	X
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	X	-	-	X	X	X	X	-
<i>Brugmansia versicolor</i> Lagerh.	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Burmeistera succulenta</i> H. Karst. & Triana	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	X	-	-	-	X	X	-	-
<i>Citrus × limonia</i> (L.) Osbeck	-	-	-	X	-	X	-	X
<i>Citrus x sinensis</i>	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Citrus medica</i> L.	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Clidemia dentata</i> D. Don	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Clusia</i> sp.	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. ex A. Juss.	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Columnnea minor</i> (Hook.) Hanst.	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Columnnea picta</i> H. Karst.	-	-	X	X	X	-	-	-
<i>Costus pulverulentus</i> C. Presl	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Costus scaber</i> Ruiz & Pav.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	X	-	-	-	X	-	-	-
<i>Cyperus ligularis</i> L.	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. ex Retz.	-	-	-	-	X	X	-	X
<i>Danaea nodosa</i> (L.) Sm.	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Diastema affine</i> Fritsch	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diastema scabrum</i> (Poepp.) Benth. ex Walp.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichorisandra angustifolia</i> Linden & Rodigas	-	X	X	-	-	-	-	-

Especies	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	POF-07	POF-08
<i>Didymochlaena truncatula</i> (Sw.) J. Sm.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Drymonia ecuadorensis</i> Wiehler	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	X	-	-	X	X	X	-	-
<i>Eryngium foetidum</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Erythrina megistophylla</i> Diels	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Evodiantus funifer</i> (Poit.) Lindm.	-	X	X	-	-	-	-	X
<i>Gasteranthus calcaratus</i> (Kunth) Wiehler	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Gasteranthus corallinus</i> (Fritsch) Wiehler	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Guzmania monostachia</i> (L.) Rusby ex Mez	-	-	-	-	-	X	X	X
<i>Guzmania rhonhofiana</i> Harms	-	X	-	-	-	X	-	X
<i>Hamelia axillaris</i> Sw.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heliconia</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Heliconia curtispatha</i> Petersen	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kohleria villosa</i> (Fritsch) Wiehler	X	-	X	-	X	-	X	-
<i>Ladenbergia pavonii</i> (Lamb.) Standl.	X	-	-	-	-	X	X	-
<i>Lantana cujabensis</i> Schauer	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Maranta gibba</i> Sm.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Mikania trinitaria</i> DC.	-	-	-	X	X	-	X	-
<i>Monnina denticulata</i> Ruiz & Pav. ex Chodat	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monolena primuliflora</i> Hook. f.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monopyle</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Musa x paradisiaca</i> L.	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Paradrymonia hypocyrta</i> Wiehler	X	-	-	X	-	-	-	-
<i>Pennisetum purpureum</i> L.	-	-	-	X	-	X	-	-
<i>Peperomia</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peperomia pteroneura</i> C. DC.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Philodendron</i> sp. 1	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Philodendron ventricosum</i> Madison	X	X	-	-	-	-	-	X
<i>Phytelephas aequatorialis</i> Spruce	X	-	-	-	-	X	X	X
<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & C.D. Bouché	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Piper aduncum</i> L.	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Piper hispidum</i> Sw.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Piper peltatum</i> L.	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Plantago major</i> L.	-	-	-	X	-	-	-	-

Especies	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	POF-07	POF-08
<i>Podandroyne brevipedunculata</i> Cochrane	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Psidium guajava</i> L.	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Psychotria calophylla</i> Standl.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Razisea spicata</i> Oerst.	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Renealmia dolichocalyx</i> Maas	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rubus niveus</i> Thunb.	-	-	-	-	X	X	-	X
<i>Rubus rosifolius</i> Sm.	X	X	-	X	X	-	X	X
<i>Schefflera lasiogyne</i> Harms	X	X	-	-	X	-	X	-
<i>Selaginella</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Selaginella arthritica</i> Alston	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Selaginella bombycina</i> Spring	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	X	-	-	X	-	X	-	X
<i>Siparuna eggertii</i> Hieron.	X	-	-	-	X	X	-	-
<i>Solanum quitoense</i> Lam.	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Spondias purpurea</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	X	-	-	X	X	X	X	X
<i>Stenospermation longipetiolatum</i> Engl.	-	X	-	-	X	-	-	-
<i>Sticherus bifidus</i> (Willd.) Ching	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tectaria antioquiensis</i> (Baker) C. Chr.	X	-	X	-	X	-	-	-
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	-	X	-	-	-	-	X	-
<i>Triolena pustulata</i> Triana	X	-	X	-	X	-	-	X
<i>Urena lobata</i> L.	X	-	-	X	-	X	-	X
<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott	X	X	X	X	X	X	-	X

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.2.5.1.3 Análisis Cuantitativo

Riqueza y Abundancia

Dentro del área de estudio en base al muestreo cuantitativo se observó la presencia de 172 individuos los cuales están agrupados en 55 especies, 44 géneros y 24 familias, en la siguiente tabla.

Tabla 5-113 Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el Área de Estudio

Nombre Científico	Fr	Área Basal m ²	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	IVI
<i>Alnus</i> sp.	1	0,047	0,568	0,598	1,166
<i>Bauhinia aculeata</i> L.	1	0,01	0,57	0,11	0,68
<i>Blakea subconnata</i> O. Berg ex Triana	1	0,01	0,57	0,15	0,72

Nombre Científico	Fr	Área Basal m ²	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	IVI
<i>Brownea multijuga</i> Britton & Killip	1	0,16	0,57	2,00	2,57
<i>Browneopsis</i> cf. <i>disepala</i> (Little) Klitg.	1	0,01	0,57	0,16	0,73
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	0,04	0,57	0,45	1,02
<i>Cecropia hispidissima</i> Cuatrec.	1	0,04	0,57	0,49	1,06
<i>Cecropia insignis</i> Liebm.	1	0,14	0,57	1,73	2,30
<i>Cecropia reticulata</i> Cuatrec.	9	0,43	5,11	5,51	10,63
<i>Chrysochlamys membranacea</i> Planch. & Triana	1	0,01	0,57	0,10	0,67
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	1	0,05	0,57	0,58	1,15
<i>Clusia dixonii</i> Little	1	0,02	0,57	0,22	0,79
<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	3	0,12	1,70	1,60	3,30
<i>Dacryodes cupularis</i> Cuatrec.	3	0,08	1,70	1,07	2,78
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	3	0,18	1,70	2,25	3,96
<i>Erythrina megistophylla</i> Diels	1	0,01	0,57	0,12	0,69
<i>Euterpe</i> sp.	1	0,01	0,57	0,10	0,67
<i>Ficus membranacea</i> C. Wright	5	1,61	2,84	20,64	23,48
<i>Grias peruviana</i> Miers	5	0,12	2,84	1,48	4,32
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	1	0,01	0,57	0,17	0,74
<i>Hedyosmum cuatrecazanum</i> Occhioni	1	0,01	0,57	0,10	0,67
<i>Heisteria acuminata</i> (Bonpl.) Engl.	4	0,14	2,27	1,84	4,11
<i>Inga</i> sp.	1	0,10	0,57	1,23	1,80
<i>Inga densiflora</i> Benth.	2	0,02	1,14	0,25	1,39
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	1	0,01	0,57	0,15	0,72
<i>Marila</i> sp.	1	0,04	0,57	0,45	1,02
<i>Matisia coloradum</i> Benoist	9	0,44	5,11	5,67	10,79
<i>Matisia palenquiana</i> (A. Robyns) W.S. Alverson	1	0,06	0,57	0,80	1,37
<i>Matisia soegengii</i> Cuatrec.	3	0,14	1,70	1,81	3,52
<i>Miconia</i> sp.	1	0,02	0,57	0,29	0,86
<i>Miconia explicita</i> Wurdack	7	0,29	3,98	3,75	7,72
<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn.	1	0,02	0,57	0,25	0,82
<i>Nectandra purpurea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	2	0,06	1,14	0,71	1,85
<i>Ocotea</i> sp. 1	1	0,02	0,57	0,27	0,84
<i>Ocotea</i> sp. 2	1	0,03	0,57	0,33	0,90
<i>Otoba novogranatensis</i> Moldenke	9	0,54	5,11	6,90	12,02
<i>Pachira trinitensis</i> Urb.	2	0,05	1,14	0,58	1,72
<i>Palicourea</i> sp.	3	0,06	1,70	0,76	2,47
<i>Palicourea demissa</i> Standl.	4	0,06	2,27	0,76	3,03

Nombre Científico	Fr	Área Basal m ²	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	IVI
<i>Pentagonia macrophylla</i> Benth.	4	0,09	2,27	1,13	3,40
<i>Perebea xanthochyma</i> H. Karst.	28	1,08	15,91	13,87	29,78
<i>Phytelephas aequatorialis</i> Spruce	4	0,35	2,27	4,50	6,77
<i>Protium colombianum</i> Cuatrec.	1	0,03	0,57	0,36	0,93
<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	4	0,05	2,27	0,58	2,85
<i>Rhodostemonodaphne kunthiana</i> (Nees) Rohwer	1	0,04	0,57	0,51	1,08
<i>Saurauia tomentosa</i> (Kunth) Spreng.	1	0,05	0,57	0,63	1,20
<i>Schefflera cf. quinduensis</i> (Kunth) Harms	2	0,09	1,14	1,18	2,31
<i>Siparuna cf. palenquensis</i> S.S. Renner & Hausner	15	0,64	8,52	8,22	16,74
<i>Sloanea cf. maroana</i> Steyerem.	1	0,01	0,57	0,13	0,69
<i>Tovomita weddelliana</i> Planch. & Triana	1	0,02	0,57	0,28	0,84
<i>Trichilia surinamensis</i> (Miq.) C. DC.	1	0,03	0,57	0,42	0,99
<i>Unonopsis magnifolia</i> R.E. Fr.	1	0,01	0,57	0,13	0,70
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	1	0,01	0,57	0,14	0,71
<i>Wettinia aequatorialis</i> R. Bernal	10	0,10	5,68	1,32	7,00
<i>Wettinia quinaria</i> (O.F. Cook & Doyle) Burret	1	0,01	0,57	0,14	0,71

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Al analizar la diversidad de las familias dentro del área de estudio se observa que Fabaceae es la familia con mayor número de géneros y especies registradas, seguida de Arecaceae. En la Figura 5-111 se observan las familias más representativas en toda el área de estudio en cuanto a diversidad se refiere. En cuanto a la abundancia, la familia con mayor número de individuos fue Moraceae (34), seguida de Arecaceae (17) (Figura 5-111).

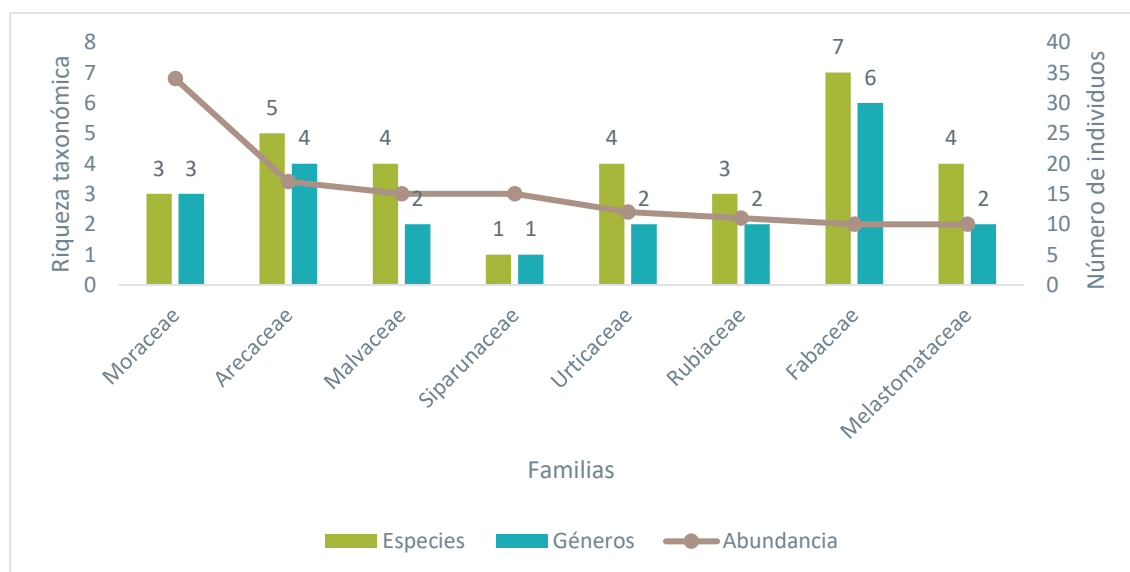


Figura 5-111 Diversidad y Abundancia de las Familias más Representativas en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1

El análisis de curva de acumulación de especies para el área total de estudio se realizó de manera acumulada, es decir tomando en cuenta los tres transectos de monitoreo cuantitativo a fin de abarcar la mayor cantidad de especies y por lo tanto la mejor representatividad del área de estudio.

Al analizar la curva de acumulación de especies se observó que está lejana a la asíntota, lo que supone que la mayoría de las especies del área de estudio no han sido muestreadas dentro del presente documento.

El índice de Chao 1 alcanzó 91 especies, por lo que el dato reportado en el campo (55 spp.) representa un 60,32 % de las especies estimadas, determinando de esta manera que el esfuerzo de monitoreo es representativo.

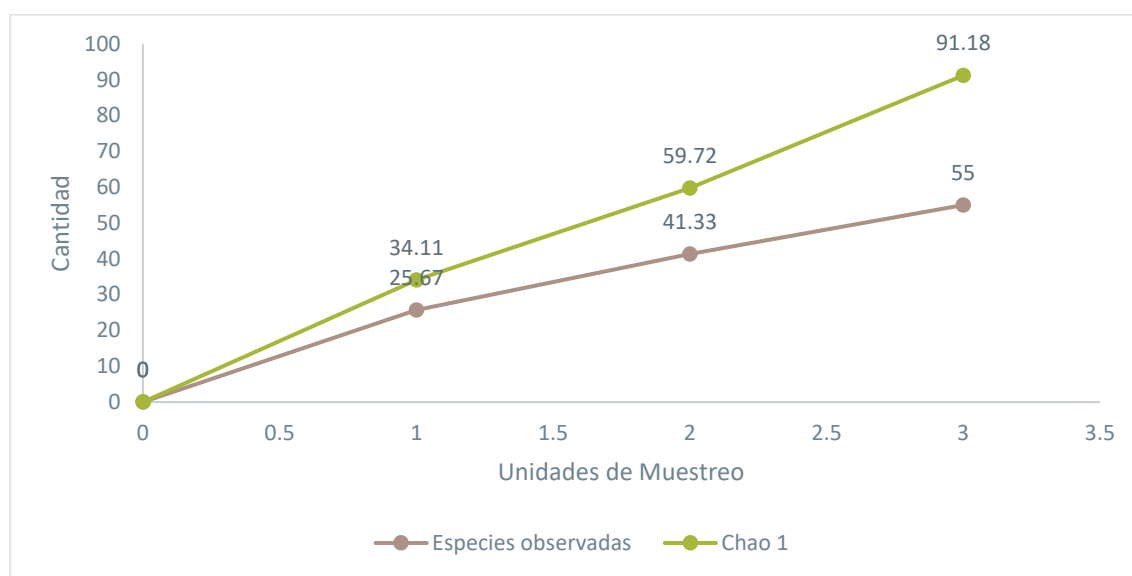


Figura 5-112 Curva De Acumulación De Especies E Índice Chao 1 En El Área Total De Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva Dominancia-Diversidad de los Transectos Permanentes

La siguiente figura demuestra que existe una estructura en la cual el 65,45 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor porcentaje de abundancia relativa registrada fue: *Perebea xanthochyma*, de la familia Moraceae, con 28 individuos, lo que equivale al 16,28 % del total de individuos registrados; seguida de *Siparuna cf. palenquensis*, de la familia Siparunaceae, que registró 15 individuos, lo que equivale al 8,72 % de individuos.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue de serie Logarítmica (Log Series) ($p = 0,9628$), el cual sucede en ambientes con pocas especies abundantes y gran proporción de especies raras. Son comunidades pequeñas sometidas a estrés o comunidades de especies pioneras, pero la ocupación del nicho en este caso es aleatoria.

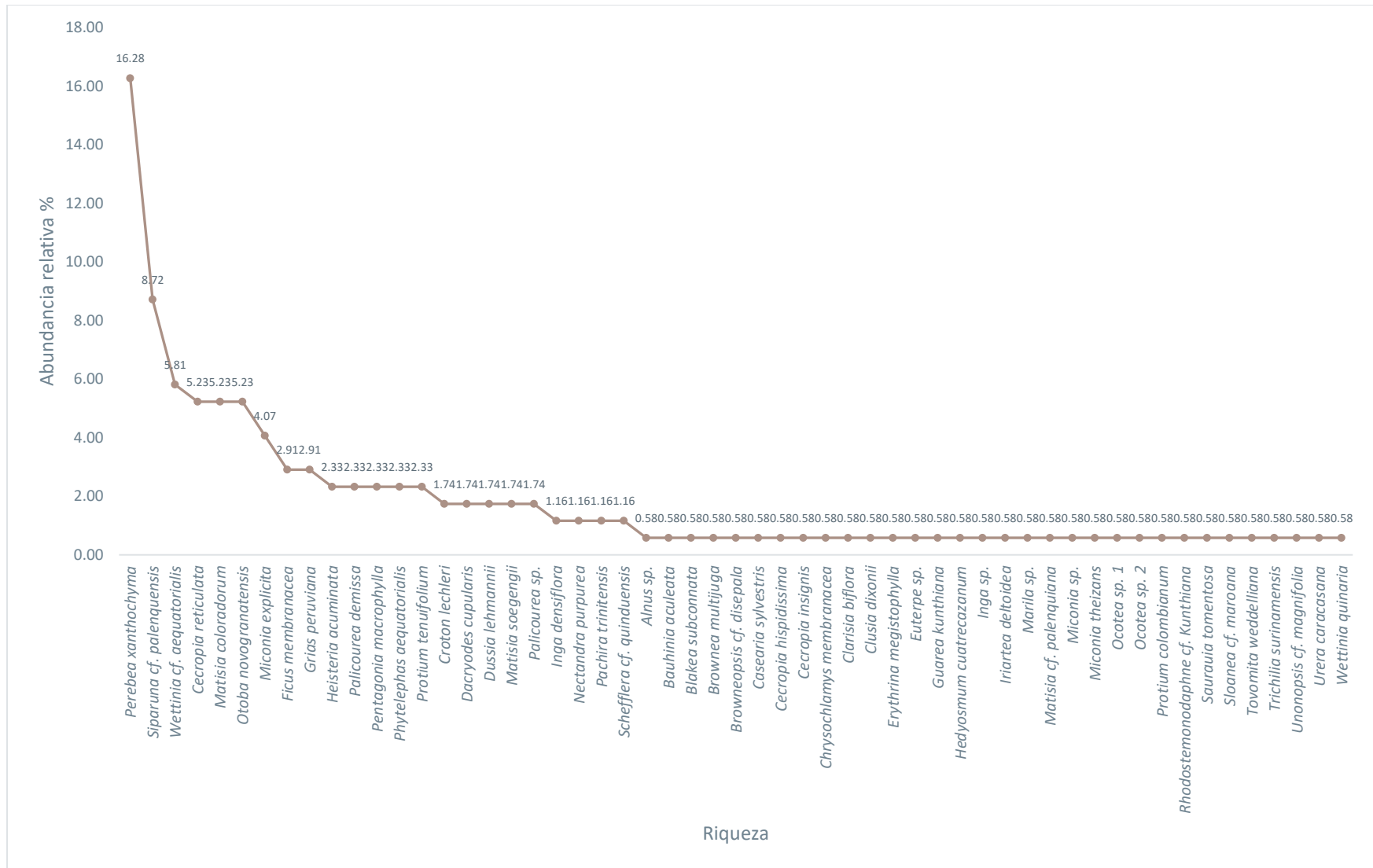


Figura 5-113 Curva de Abundancia-Diversidad de Especies de Flora para el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Página en blanco

Área Basal

Dentro de toda el área de estudio se reportó un área basal de 7,821 m². La especie con mayor área basal fue *Ficus membranacea*, seguida de *Perebea xanthochyma*, ambas especies de la familia Moraceae (Figura 5-114).

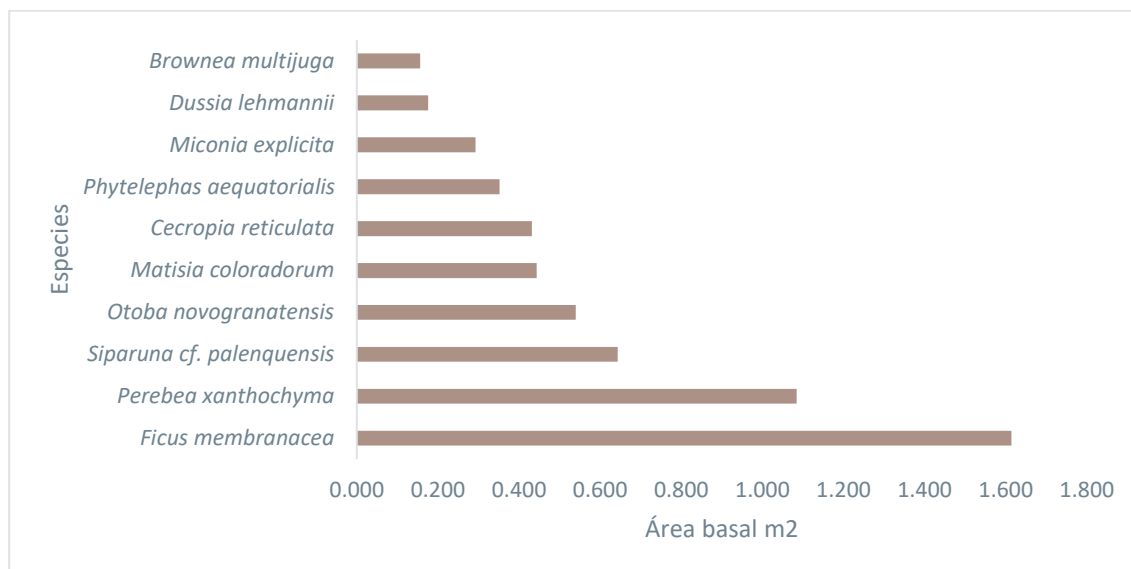


Figura 5-114 Área Basal de las Especies Representativas en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Densidad Relativa (DnR)

De manera general, en los transectos permanentes del área de estudio las especies más importantes en relación con la densidad relativa (DnR) son: *Perebea xanthochyma*, de la familia Moraceae, que presentó un DnR de 15,91; seguida de *Siparuna cf. palenquensis* de la familia Siparunaceae, que presentó una DnR de 8,52. El resto de las especies registraron valores menores a 8,0 (Tabla 5-113).

Dominancia Relativa (DmR)

De manera general, en los transectos permanentes del área de estudio las especies más importantes en relación con la dominancia relativa (DmR) son: *Ficus membranacea* de la familia Moraceae, que presentó una DmR de 20,64; y *Perebea xanthochyma* también de la familia Moraceae, que presentó una DmR de 13,87. El resto de las especies registraron valores menores a 13 (Tabla 5-113).

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De manera general, en los transectos permanentes del área de estudio las especies más importantes en relación con el índice de valor de importancia (IVI) son: *Perebea xanthochyma*, de la familia Moraceae, que presentó un IVI de 29,78; y *Ficus membranacea*, también de la familia Moraceae, que presentó un IVI de 23,48. El resto de las especies registraron valores menores a 20,0 (Tabla 5-113).

Diversidad Alfa-Índice de Shannon

El área de estudio presentó una alta equidad y, por lo tanto, una alta diversidad relativa. El índice de diversidad de Shannon calculado para el área de estudio fue de 3,428 (3,413-3,645), demostrando una diversidad media que se ve representada por los 172 individuos agrupados en 55 especies.

Dominancia-Diversidad de Simpson

El valor del índice de diversidad de Simpson para el área de estudio fue de 0,9451 (0,9383-0,9633) y de dominancia 0,05489 (0,03671-0,06159), lo que demuestra la presencia de un número representativo de especies en relación con el número de individuos, es decir el área de estudio es heterogénea, ya que existe la presencia de varias especies con un solo individuo (32 especies lo que equivale al 59,19 %).

5.2.5.1.4 Análisis por Punto de Muestreo

Riqueza

Al realizar una comparación de la diversidad en los tres transectos cuantitativos se observa que los géneros y las familias fueron mayores en el transecto PMF-02, mientras que el número de especies fue mayor en el transecto PMF-03 (Figura 5-115).

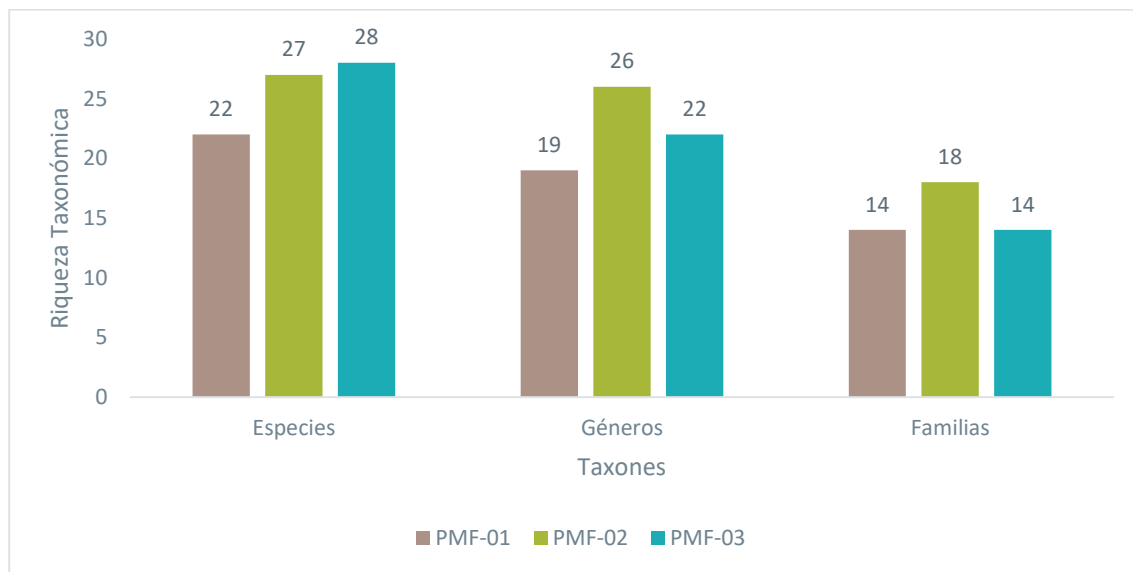


Figura 5-115 Comparación de la Riqueza Taxonómicas de las Familias, Géneros y Especies en los Tres Transectos Cuantitativos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia

En cuanto a la abundancia, se observa que esta fue mayor en el transecto PMF-02, mientras que en el transecto PMF-01 se registró la menor abundancia (Figura 5-116).

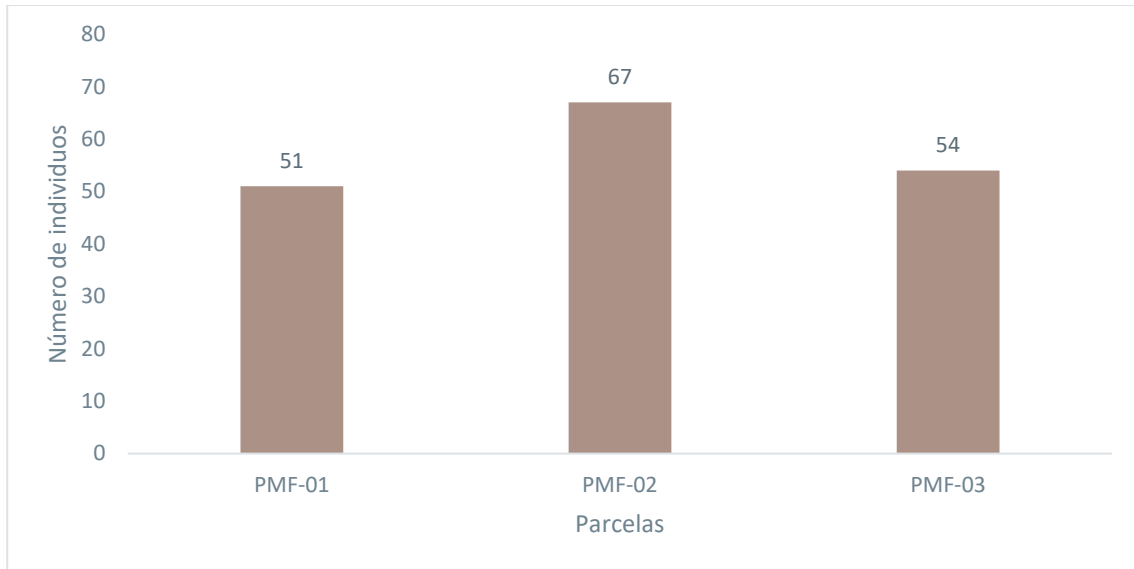


Figura 5-116 Comparación de la Abundancia de Individuos en los Tres Transectos Cuantitativos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Área Basal

Al realizar una comparación del área basal entre los tres transectos del análisis cuantitativo se observa que el transecto PMF-03 presentó mayor área basal, mientras que el transecto PMF-01 registró la menor área basal (Figura 5-117).

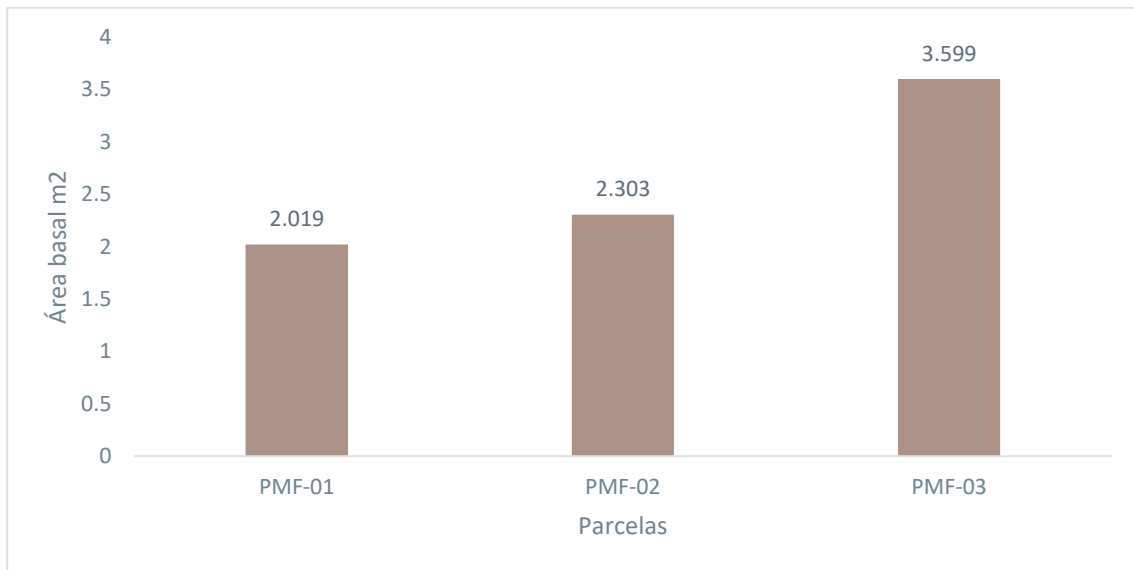


Figura 5-117 Comparación del Área Basal en los Tres Transectos Cuantitativos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Densidad Relativa (DnR)

Las especies más representativas en cuanto a la Densidad Relativa en los tres transectos fueron:

PMF-01: *Siparuna cf. palenquensis*, de la familia Siparunaceae, que registró una DnR de 25,490.

PMF-02: *Perebea xanthochyma*, de la familia Moracea, que registró una DnR de 26,866.

PMF-03: *Perebea xanthochyma*, de la familia Moracea, que registró una DnR de 18,519.

Dominancia Relativa (DmR)

Las especies más representativas en cuanto a la Dominancia Relativa en los tres transectos fueron:

PMF-01: *Siparuna cf. palenquensis*, de la familia Siparunaceae, que registró una DmR de 25,530.

PMF-02: *Perebea xanthochyma*, de la familia Moracea, que registró una DmR de 28,622.

PMF-03: *Ficus membranacea*, de la familia Moraceae, que registró una DmR de 42,597.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Las especies más representativas en cuanto al Índice de Valor de Importancia en los tres transectos fueron:

PMF-01: *Siparuna cf. palenquensis*, de la familia Siparunaceae, que registró un IVI de 51,020.

PMF-02: *Perebea xanthochyma*, de la familia Moracea, que registró un IVI de 55,487.

PMF-03: *Ficus membranacea*, de la familia Moraceae, que registró un IVI de 50,005.

Diversidad Alfa

Índice de Diversidad de Shannon

Al analizar la diversidad alfa en cuanto al índice de Shannon dentro de los tres transectos en el área estudio se observa que la diversidad es mayor en el transecto PMF-03. Sin embargo, en los tres puntos de muestreo esta diversidad es media (Tabla 5-114).

Tabla 5-114 Índice de Shannon para los tres transectos dentro de en el Área de Estudio

Transectos	Riqueza	Shannon (H')	Límite Inferior	Limite Superior
PMF-01	22	2,595	2,596	2,906
PMF-02	27	2,842	2,626	3,041
PMF-03	28	3,009	2,799	3,142

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Los intervalos de confianza ($p > 0,05$) en la Figura 5-118 demuestran que no existen diferencias significativas entre los tres transectos del área de estudio.

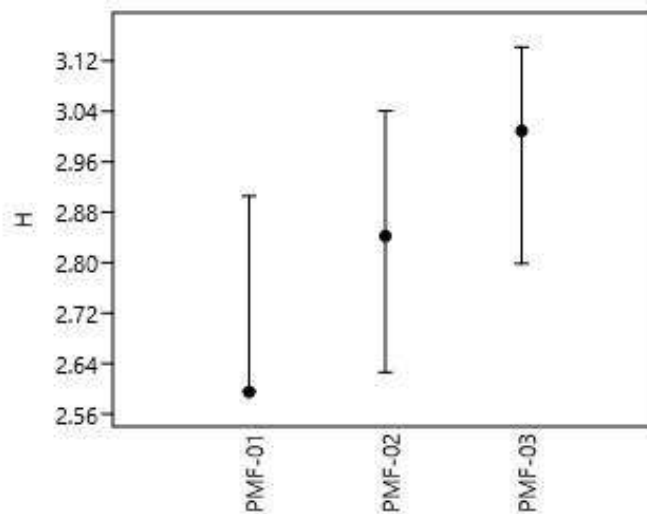


Figura 5-118 Comparación del Índice de Diversidad de Shannon con sus Respetivos Intervalos de Confianza para los Transectos en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice de Dominancia-Diversidad de Simpson

Al analizar el valor del índice de diversidad de Simpson para los tres transectos se observa que la diversidad es alta. Este índice demuestra la presencia de un número representativo de especies en relación con el número de individuos, es decir, las áreas de estudio son heterogéneas (Tabla 5-115).

Tabla 5-115 Índice de Simpson para los tres transectos dentro de en el Área de Estudio

	Diversidad Simpson	Límite Inferior	Límite Superior	Dominancia	Límite Inferior	Límite Superior
PMF-01	0,8827	0,8758	0,935	0,1173	0,06498	0,1242
PMF-02	0,8995	0,8661	0,9396	0,1005	0,05992	0,1339
PMF-03	0,9294	0,9081	0,9499	0,07064	0,05007	0,09122

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Los intervalos de confianza ($p > 0,05$) en la Figura 5-119 demuestran que no existen diferencias significativas entre los tres transectos del área de estudio.

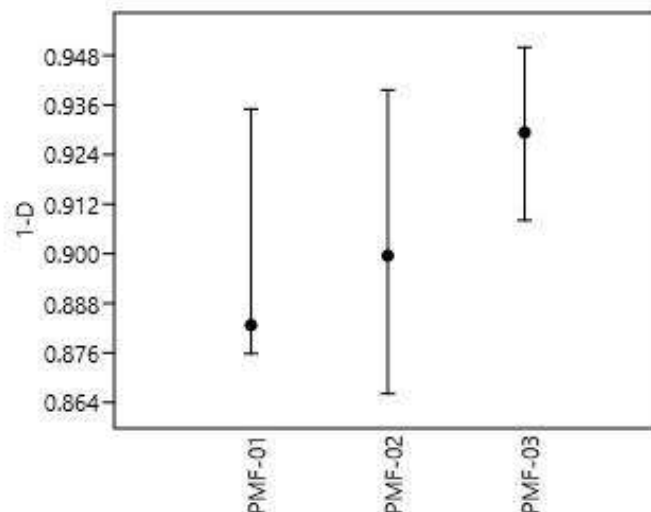


Figura 5-119 Índice de Dominancia de Simpson con sus Respectivos intervalos de Confianza para los Transectos en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El Panecillo-PMF-01

Riqueza y Abundancia

Dentro del transecto PMF-01 ubicada en El Panecillo se reportó la presencia de 51 individuos agrupados en 15 familias, 19 géneros y 22 especies (Tabla 5-116).

Tabla 5-116 Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en del transecto PMF-01

Nombre Científico	Fr	DnR	Área Basal m ²	DmR	IVI
<i>Alnus</i> sp.	1	0,047	1,961	2,316	4,276
<i>Blakea subconnata</i> O. Berg ex Triana	1	0,011	1,961	0,569	2,530
<i>Cecropia reticulata</i> Cuatrec.	2	0,223	3,922	11,031	14,952
<i>Chrysochlamys membranacea</i> Planch. & Triana	1	0,008	1,961	0,389	2,350
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	1	0,097	1,961	4,819	6,780
<i>Erythrina megistophylla</i> Diels	1	0,010	1,961	0,471	2,431
<i>Euterpe</i> sp.	1	0,008	1,961	0,389	2,350
<i>Ficus membranacea</i> C. Wright	1	0,081	1,961	4,033	5,993
<i>Marila</i> sp.	1	0,035	1,961	1,748	3,709
<i>Matisia coloradorum</i> Benoist	6	0,391	11,765	19,372	31,136
<i>Matisia palenquiana</i> (A. Robyns) W.S. Alverson	1	0,062	1,961	3,093	5,054
<i>Miconia</i> sp.	1	0,023	1,961	1,124	3,085
<i>Miconia explicita</i> Wurdack	3	0,104	5,882	5,130	11,012
<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn.	1	0,020	1,961	0,971	2,932
<i>Otoba novogranatensis</i> Moldenke	2	0,026	3,922	1,290	5,211

Nombre Científico	Fr	DnR	Área Basal m ²	DmR	IVI
<i>Pentagonia macrophylla</i> Benth.	1	0,008	1,961	0,389	2,350
<i>Phytelephas aequatorialis</i> Spruce	2	0,198	3,922	9,785	13,707
<i>Saurauia tomentosa</i> (Kunth) Spreng.	1	0,049	1,961	2,450	4,411
<i>Siparuna cf. palenquensis</i> S.S. Renner & Hausner	13	0,516	25,490	25,530	51,020
<i>Unonopsis magnifolia</i> R.E. Fr.	1	0,010	1,961	0,514	2,475
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	1	0,011	1,961	0,542	2,502
<i>Wettinia aequatorialis</i> R. Bernal	8	0,082	15,686	4,047	19,733

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Al analizar la riqueza de las familias más representativas se observa que la familia con mayor cantidad de géneros fue *Arecaceae* (tres géneros), mientras que la familia con más especies fue *Melastomataceae* (cuatro spp.) (Figura 5-120).

En cuanto a la abundancia se registró que la familia con más cantidad de individuos fue *Siparunaceae*, con 13 plantas registradas; seguida de *Arecaceae*, que registró 11 (Figura 5-120).

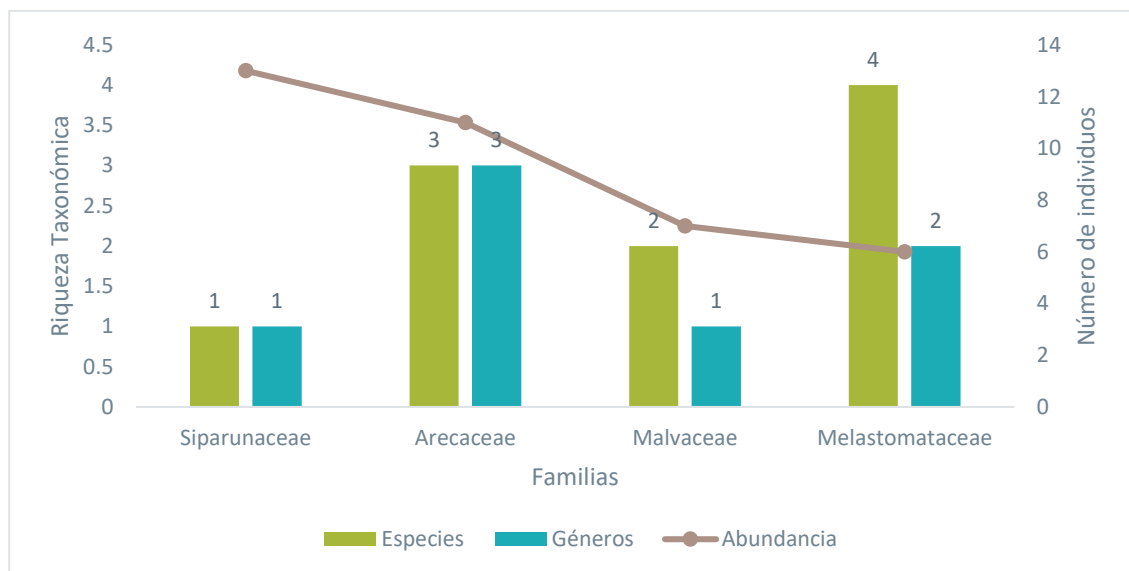


Figura 5-120 Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias Más Representativas en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva Dominancia-Diversidad

La siguiente figura demuestra que existe una estructura en la cual el 81,82 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor porcentaje de abundancia relativa registrada fue *Siparuna cf. palenquensis*, de la familia *Siparunaceae*, con 13 individuos, lo que equivale al 25,490 % del total de individuos; seguida de *Wettinia cf. aequatorialis*, de la familia *Arecaceae*, que registró ocho individuos, lo que equivale al 15,686 % de individuos.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue de serie Logarítmica (Log Series) ($p = 0,481$), el cual sucede en ambientes con pocas especies abundantes y gran proporción de especies

raras. Son comunidades pequeñas sometidas a estrés o comunidades de especies pioneras, pero la ocupación del nicho en este caso es aleatoria.

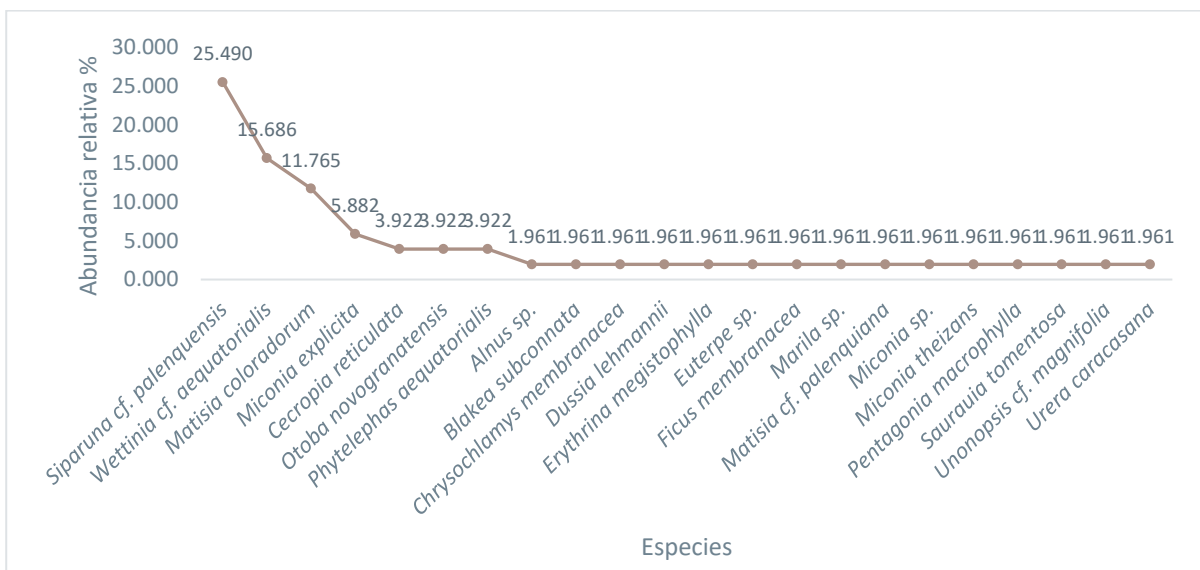


Figura 5-121 Curva de Abundancia-Diversidad dentro del transecto PMF-01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El Domo-PMF-02

Riqueza y Abundancia

Dentro del transecto PMF-02 ubicada en El Domo se reportó la presencia de 67 individuos agrupados en 18 familias, 26 géneros y 27 especies (Tabla 5-117).

Tabla 5-117 Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el transecto PMF-02

Nombre Científico	Fr	DnR	Área Basal m ²	DmR	IVI
<i>Browneopsis cf. disepala</i> (Little) Klitg.	1	0,013	1,493	0,575	2,067
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	0,035	1,493	1,602	3,094
<i>Cecropia reticulata</i> Cuatrec.	2	0,085	2,985	3,854	6,839
<i>Clusia dixonii</i> Little	1	0,017	1,493	0,781	2,273
<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	3	0,125	4,478	5,671	10,149
<i>Dacryodes cupularis</i> Cuatrec.	1	0,065	1,493	2,936	4,428
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	1	0,019	1,493	0,879	2,371
<i>Grias peruviana</i> Miers	5	0,116	7,463	5,264	12,727
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	1	0,013	1,493	0,602	2,095
<i>Hedyosmum cuatrecazanum</i> Occhioni	1	0,008	1,493	0,356	1,849
<i>Heisteria acuminata</i> (Bonpl.) Engl.	4	0,144	5,970	6,529	12,499
<i>Inga densiflora</i> Benth.	1	0,009	1,493	0,423	1,916
<i>Iriarteia deltoidea</i> Ruiz & Pav.	1	0,012	1,493	0,548	2,041

Nombre Científico	Fr	DnR	Área Basal m ²	DmR	IVI
<i>Matisia coloradorum</i> Benoist	2	0,030	2,985	1,359	4,344
<i>Miconia explicita</i> Wurdack	3	0,082	4,478	3,721	8,198
<i>Nectandra purpurea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	2	0,056	2,985	2,534	5,519
<i>Otoba novogranatensis</i> Moldenke	3	0,356	4,478	16,153	20,631
<i>Palicourea</i> sp.	3	0,060	4,478	2,715	7,193
<i>Palicourea demissa</i> Standl.	4	0,059	5,970	2,690	8,660
<i>Pentagonia macrophylla</i> Benth.	2	0,050	2,985	2,259	5,244
<i>Perebea xanthochyma</i> H. Karst.	18	0,631	26,866	28,622	55,487
<i>Phytelephas aequatorialis</i> Spruce	1	0,109	1,493	4,959	6,452
<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	1	0,014	1,493	0,650	2,142
<i>Rhodostemonodaphne kunthiana</i> (Nees) Rohwer	1	0,040	1,493	1,804	3,297
<i>Siparuna</i> cf. <i>palenquensis</i> S.S. Renner & Hausner	1	0,012	1,493	0,557	2,049
<i>Tovomita weddelliana</i> Planch. & Triana	1	0,022	1,493	0,982	2,475
<i>Wettinia aequatorialis</i> R. Bernal	2	0,022	2,985	0,976	3,961

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Al analizar la riqueza de las familias más representativas se observa que las familias con mayor cantidad de géneros fueron Arecaceae y Rubiaceae (tres géneros), mientras que la familia con más especies fue Arecaceae (tres spp.) (Figura 5-122).

En cuanto a la abundancia se registró que la familia con más cantidad de individuos fue Moraceae, con 18 plantas registradas; seguida de Rubiaceae, que registró nueve individuos (Figura 5-122).

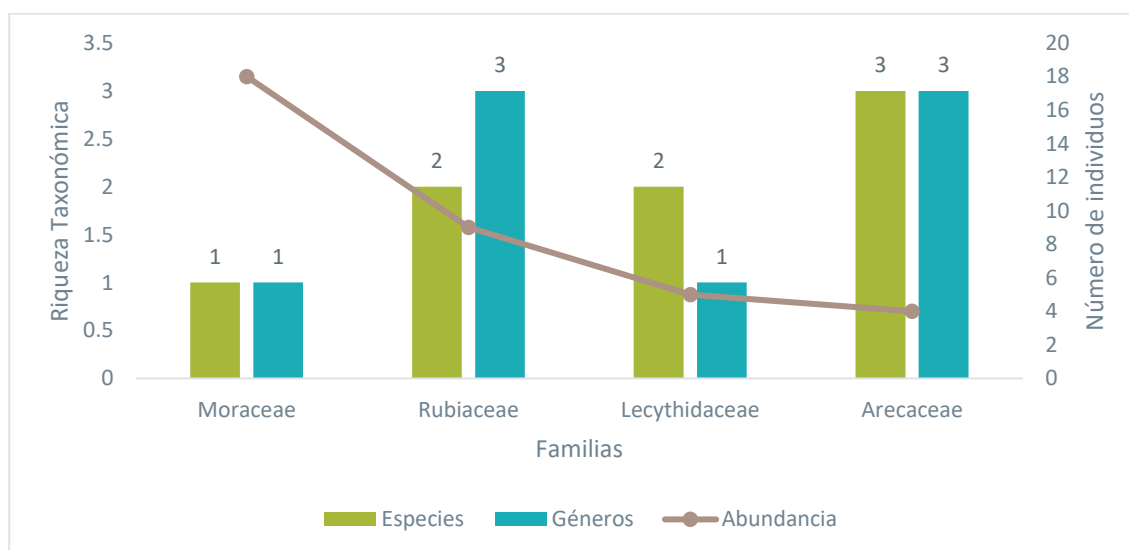


Figura 5-122 Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias Más Representativas en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva Dominancia-Diversidad

La siguiente figura demuestra que existe una estructura en la cual el 70,37 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor porcentaje de abundancia relativa registrada fue *Perebea xanthochyma*, de la familia Moraceae, con 18 individuos, lo que equivale al 26,866 % del total de individuos; seguida de *Grias peruviana*, de la familia Lecythydaceae, que registró cinco individuos, lo que equivale al 7,463 % del total de individuos.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue de serie Logarítmica (Log Series) ($p = 0,449$), el cual sucede en ambientes con pocas especies abundantes y gran proporción de especies raras. Son comunidades pequeñas sometidas a estrés o comunidades de especies pioneras, pero la ocupación del nicho en este caso es aleatoria.

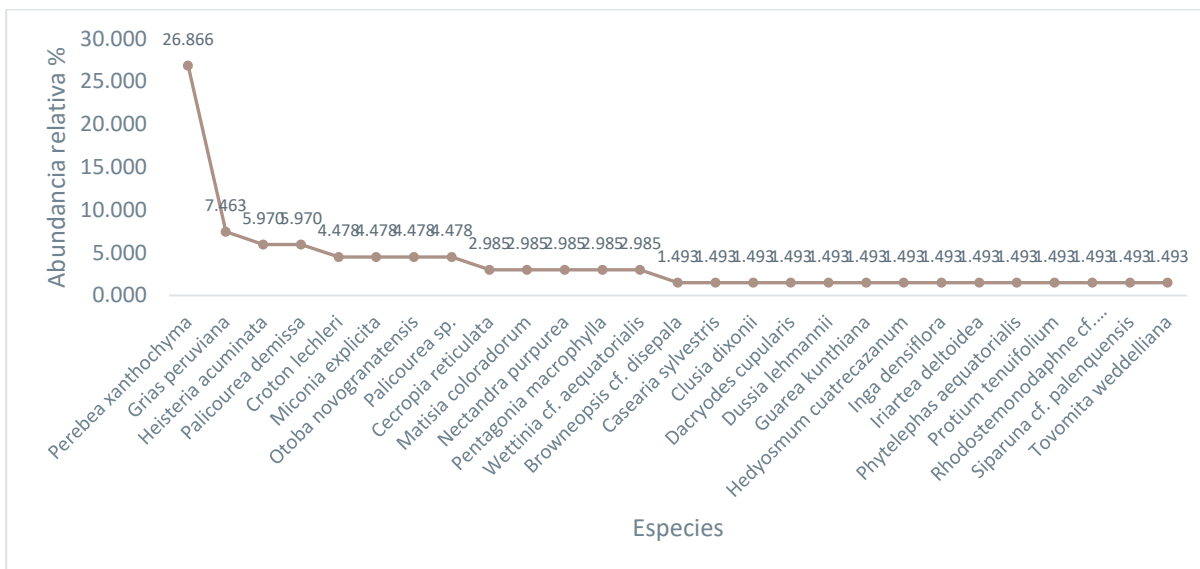


Figura 5-123 Curva de Abundancia-Diversidad dentro del transecto PMF-02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El Derrumbe-PMF-03

Riqueza y Abundancia

Dentro del transecto PMF-03 ubicada en El Derrumbe se reportó la presencia de 54 individuos agrupados en 14 familias, 22 géneros y 28 especies (Tabla 5-118).

Tabla 5-118 Lista de las Especies con su Índice de Valor de Importancia dentro en el transecto PMF-03

Nombre Científico	Fr	DnR	Área Basal m ²	DmR	IVI
<i>Bauhinia aculeata</i> L.	1	0,009	1,852	0,241	2,092
<i>Brownea multijuga</i> Britton & Killip	1	0,156	1,852	4,341	6,193
<i>Cecropia hispidissima</i> Cuatrec.	1	0,039	1,852	1,076	2,927
<i>Cecropia insignis</i> Liebm.	1	0,135	1,852	3,759	5,611
<i>Cecropia reticulata</i> Cuatrec.	5	0,124	9,259	3,437	12,696
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	1	0,045	1,852	1,257	3,109

Nombre Científico	Fr	DnR	Área Basal m ²	DmR	IVI
<i>Dacryodes cupularis</i> Cuatrec.	2	0,019	3,704	0,538	4,242
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	1	0,059	1,852	1,651	3,502
<i>Ficus membranacea</i> C. Wright	4	1,533	7,407	42,597	50,005
<i>Inga</i> sp.	1	0,096	1,852	2,674	4,525
<i>Inga densiflora</i> Benth.	1	0,010	1,852	0,284	2,135
<i>Matisia coloradorum</i> Benoist	1	0,023	1,852	0,631	2,483
<i>Matisia soeengii</i> Cuatrec.	3	0,142	5,556	3,936	9,492
<i>Miconia explicita</i> Wurdack	1	0,108	1,852	2,988	4,840
<i>Ocotea</i> sp. 1	1	0,021	1,852	0,594	2,446
<i>Ocotea</i> sp. 2	1	0,026	1,852	0,715	2,567
<i>Otoba novogranatensis</i> Moldenke	4	0,158	7,407	4,392	11,800
<i>Pachira trinitensis</i> Urb.	2	0,045	3,704	1,261	4,965
<i>Pentagonia macrophylla</i> Benth.	1	0,031	1,852	0,856	2,707
<i>Perebea xanthochyma</i> H. Karst.	10	0,454	18,519	12,622	31,140
<i>Phytelephas aequatorialis</i> Spruce	1	0,045	1,852	1,257	3,109
<i>Protium colombianum</i> Cuatrec.	1	0,028	1,852	0,780	2,631
<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	3	0,031	5,556	0,862	6,417

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Al analizar la riqueza de las familias más representativas se observa que la familia con mayor cantidad de géneros y especies fue Fabaceae, con seis géneros y cinco especies (Figura 5-124).

En cuanto a la abundancia se registró que la familia con más cantidad de individuos fue Moraceae, con 15 plantas registradas; seguida de Burseraceae y Malvaceae, que registraron seis individuos (Figura 5-124).

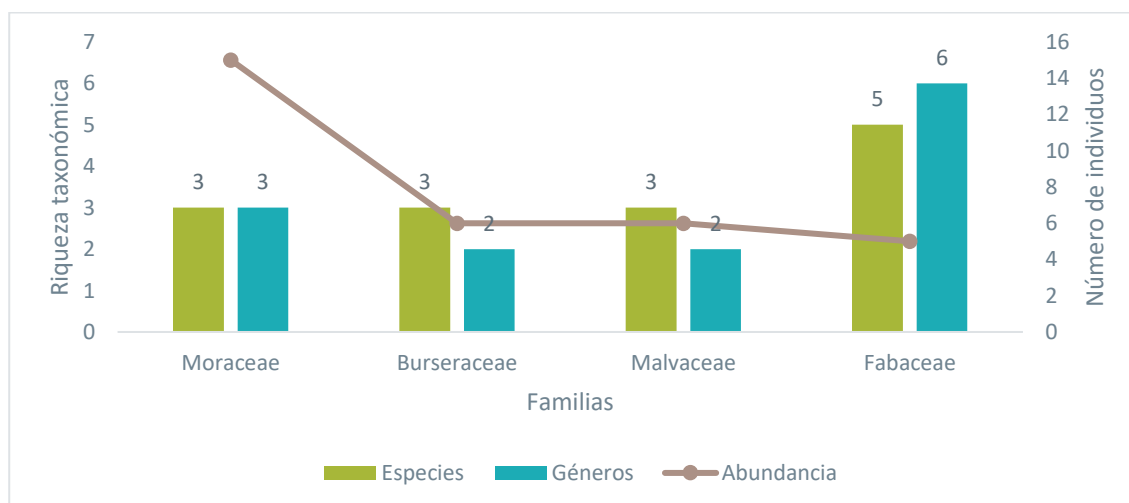


Figura 5-124 Comparación de la Riqueza de Especies, Géneros y Abundancia de las Familias Más Representativas en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva Dominancia-Diversidad

La siguiente figura demuestra que existe una estructura en la cual el 78,57 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor porcentaje de abundancia relativa registrada fue *Perebea xanthochyma*, de la familia Moraceae, con 10 individuos, lo que equivale al 18,519 % del total de individuos; seguida de *Cecropia reticulata*, de la familia Urticaceae, que registró cinco individuos, lo que equivale al 9,259 % del total de individuos.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue de serie Logarítmica (Log Series) ($p = 0,96$), el cual sucede en ambientes con pocas especies abundantes y gran proporción de especies raras. Son comunidades pequeñas sometidas a estrés o comunidades de especies pioneras, pero la ocupación del nicho en este caso es aleatoria.

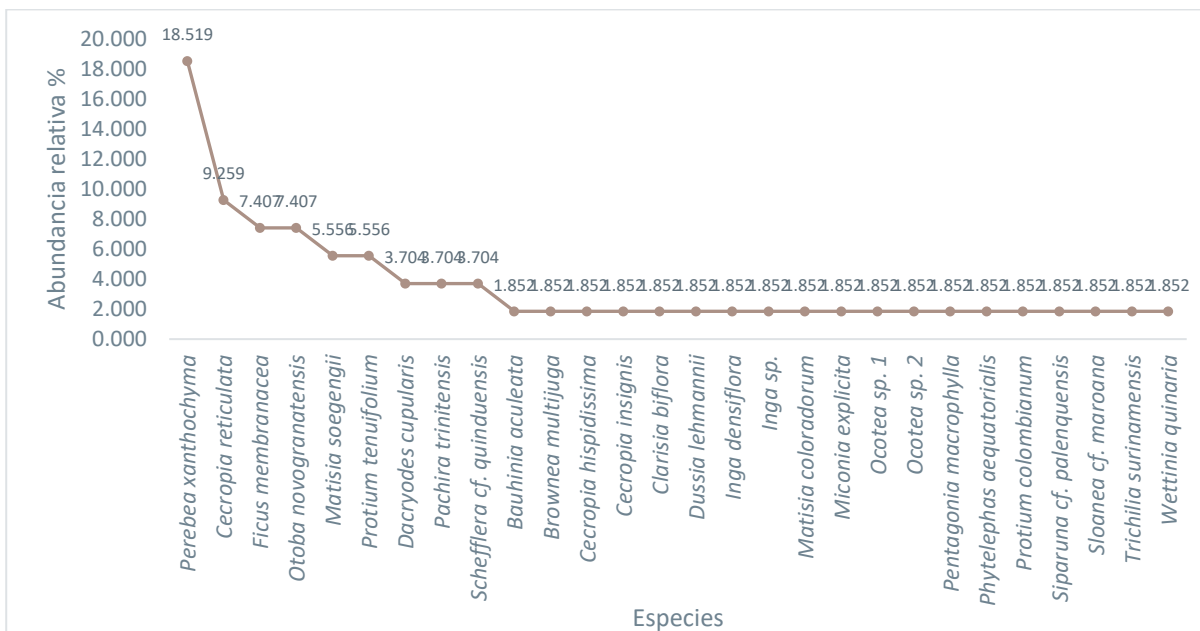


Figura 5-125 Curva de Abundancia-Diversidad dentro del transecto PMF-03

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 uno de los transectos en el área de estudio. En base a este análisis, se puede determinar que existe mayor índice de similitud entre los transectos PMF-02 y PMF-03 (40 % de similitud) (Tabla 5-119; Figura 5-126).

Tabla 5-119 Índice de Bray Curtis para los Transectos dentro del Área de Estudio

	PMF-01	PMF-02	PMF-03
PMF-01	1,000	0,254	0,210
PMF-02	0,254	1,000	0,397
PMF-03	0,210	0,397	1,000

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

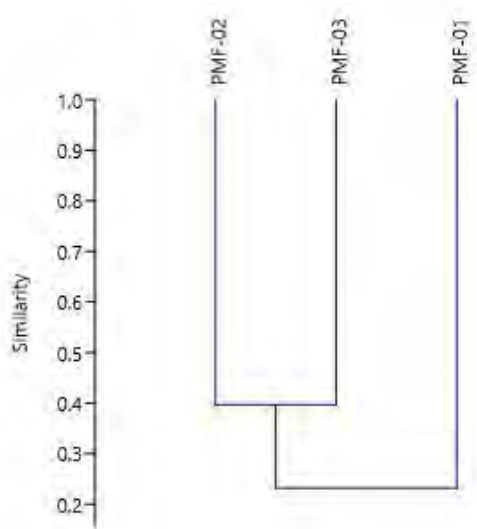


Figura 5-126 Clúster Análisis Bray Curtis para los Tres Transectos dentro del Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice de Jaccard

El índice de Jaccard permite el análisis de la diversidad beta entre los transectos en el área de estudio. En base a este análisis, se puede determinar que existe mayor índice de similitud entre los transecto PMF-02 y PMF-03 (28 % de similitud) (Tabla 5-120; Figura 5-127).

Tabla 5-120 Índice de Bray Curtis para los Transectos dentro del Área de Estudio

	PMF-01	PMF-02	PMF-03
PMF-01	1,000	0,225	0,220
PMF-02	0,225	1,000	0,279
PMF-03	0,220	0,279	1,000

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

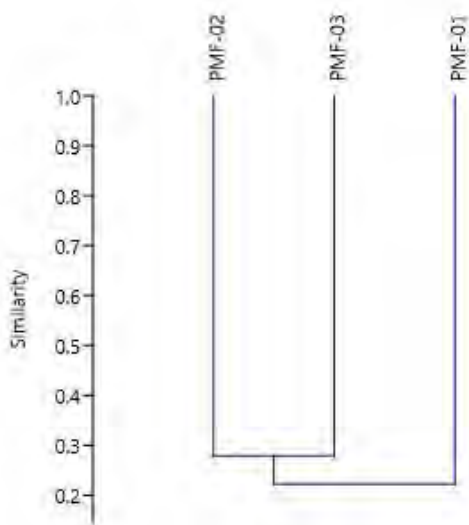


Figura 5-127 Clúster Análisis Jaccard para los Tres Transectos dentro del Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Biomasa

Dentro del área de estudio en base al análisis de los tres transectos se determinó una biomasa total de 60,744, un valor ligeramente inferior al registrado en los bosques que tienen un promedio de 220 a 250 t/ha (Schlegel, 2001). Este resultado puede deberse a la dinámica natural de los bosques, así como a que los bosques en su gran mayoría son intervenidos y que la fórmula utilizada no ocupa la densidad de madera de las especies debido a que este dato aún no es conocido para todas las especies (Tabla 5-121).

Tabla 5-121 Biomasa Aérea de las Especies dentro de toda el Área de Estudio

Nombre Científico	Fr	Área Basa m ² l	Biomasa Tm
<i>Alnus</i> sp.	1	0,047	0,302
<i>Bauhinia aculeata</i> L.	1	0,009	0,040
<i>Blakea subconnata</i> O. Berg ex Triana	1	0,011	0,056
<i>Brownea multijuga</i> Britton & Killip	1	0,156	1,296
<i>Browneopsis</i> cf. <i>disepala</i> (Little) Klitg.	1	0,013	0,063
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	0,035	0,215
<i>Cecropia hispidissima</i> Cuatrec.	1	0,039	0,241
<i>Cecropia insignis</i> Liebm.	1	0,135	1,089
<i>Cecropia reticulata</i> Cuatrec.	9	0,431	3,195
<i>Chrysochlamys membranacea</i> Planch. & Triana	1	0,008	0,035
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	1	0,045	0,291
<i>Clusia dixonii</i> Little	1	0,017	0,090
<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	3	0,125	0,869
<i>Dacryodes cupularis</i> Cuatrec.	3	0,084	0,538
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	3	0,176	1,240

Nombre Científico	Fr	Área Basa m ²	Biomasa Tm
<i>Erythrina megistophylla</i> Diels	1	0,010	0,044
<i>Euterpe</i> sp.	1	0,008	0,035
<i>Ficus membranacea</i> C. Wright	5	1,614	18,172
<i>Grias peruviana</i> Miers	5	0,116	0,665
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	1	0,013	0,066
<i>Hedyosmum cuatrecazanum</i> Occhioni	1	0,008	0,035
<i>Heisteria acuminata</i> (Bonpl.) Engl.	4	0,144	0,881
<i>Inga</i> sp.	1	0,096	0,722
<i>Inga densiflora</i> Benth.	2	0,020	0,091
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	1	0,012	0,059
<i>Marila</i> sp.	1	0,035	0,215
<i>Matisia coloradum</i> Benoist	9	0,444	3,308
<i>Matisia palenquiana</i> (A. Robyns) W.S. Alverson	1	0,062	0,429
<i>Matisia soegengii</i> Cuatrec.	3	0,142	0,956
<i>Miconia</i> sp.	1	0,023	0,126
<i>Miconia explicita</i> Wurdack	7	0,293	2,004
<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn.	1	0,020	0,106
<i>Nectandra purpurea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	2	0,056	0,325
<i>Ocotea</i> sp. 1	1	0,021	0,118
<i>Ocotea</i> sp. 2	1	0,026	0,147
<i>Otoba novogranatensis</i> Moldenke	9	0,540	3,985
<i>Pachira trinitensis</i> Urb.	2	0,045	0,253
<i>Palicourea</i> sp.	3	0,060	0,341
<i>Palicourea demissa</i> Standl.	4	0,059	0,302
<i>Pentagonia macrophylla</i> Benth.	4	0,088	0,500
<i>Perebea xanthochyma</i> H. Karst.	28	1,085	7,609
<i>Phytelephas aequatorialis</i> Spruce	4	0,352	2,626
<i>Protium colombianum</i> Cuatrec.	1	0,028	0,163
<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	4	0,045	0,219
<i>Rhodostemonodaphne kunthiana</i> (Nees) Rohwer	1	0,040	0,249
<i>Saurauia tomentosa</i> (Kunth) Spreng.	1	0,049	0,324
<i>Schefflera</i> cf. <i>quinduensis</i> (Kunth) Harms	2	0,092	0,593
<i>Siparuna</i> cf. <i>palenquensis</i> S.S. Renner & Hausner	15	0,643	4,507
<i>Sloanea</i> cf. <i>maroana</i> Steyerm.	1	0,010	0,046
<i>Tovomita weddelliana</i> Planch. & Triana	1	0,022	0,119
<i>Trichilia surinamensis</i> (Miq.) C. DC.	1	0,033	0,199
<i>Unonopsis magnifolia</i> R.E. Fr.	1	0,010	0,049

Nombre Científico	Fr	Área Basa m ²	Biomasa Tm
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	1	0,011	0,052
<i>Wettinia aequatorialis</i> R. Bernal	10	0,103	0,490
<i>Wettinia quinaria</i> (O.F. Cook & Doyle) Burret	1	0,011	0,052

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Estimación de Carbono Fijado

Los ecosistemas forestales, ya sean bosques o plantaciones, a través del proceso de fotosíntesis y respiración toman el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera incorporando el carbono (C) a su estructura y liberando O₂, convirtiéndose en medidas de mitigación para disminuir o mantener los niveles actuales de CO₂; este fenómeno se conoce como fijación de carbono. La tasa anual de fijación de carbono está relacionada de manera directa con las especies y su crecimiento. Este carbono lo van acumulando los árboles desde su establecimiento hasta la muerte. Para la estimación de cuánto carbono fija un bosque se debe considerar los flujos de carbono del ecosistema.

Dentro de los transectos se pudo determinar que el área en total está fijando 30,372 TmC.

5.2.5.1.5 Análisis Cuantitativo-Epífitas

Riqueza y Abundancia

Dentro del área de estudio en base al muestreo cuantitativo de las epífitas se observó la presencia de 394 individuos, los cuales están agrupados en 40 especies, 24 géneros y 14 familias (Figura 5-128).

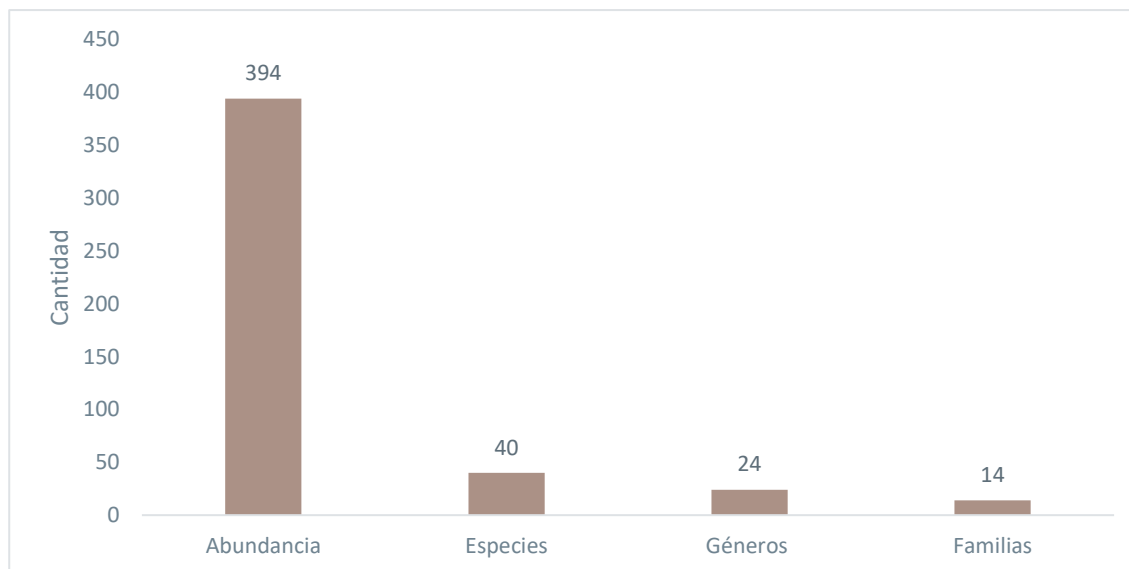


Figura 5-128 Riqueza y Abundancia de Especies Epífitas de Flora Registradas en los Árboles Seleccionados

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Al analizar la diversidad de las familias dentro del área de estudio se observa que Araceae fue la más diversa en géneros, reportando cuatro géneros, así como también en número de especies de las cuales se reportaron 19 (Figura 5-129).

La familia con mayor número de individuos fue Araceae, con 207 plantas; seguida de la familia Bromeliaceae, con 50 individuos (Figura 5-129).

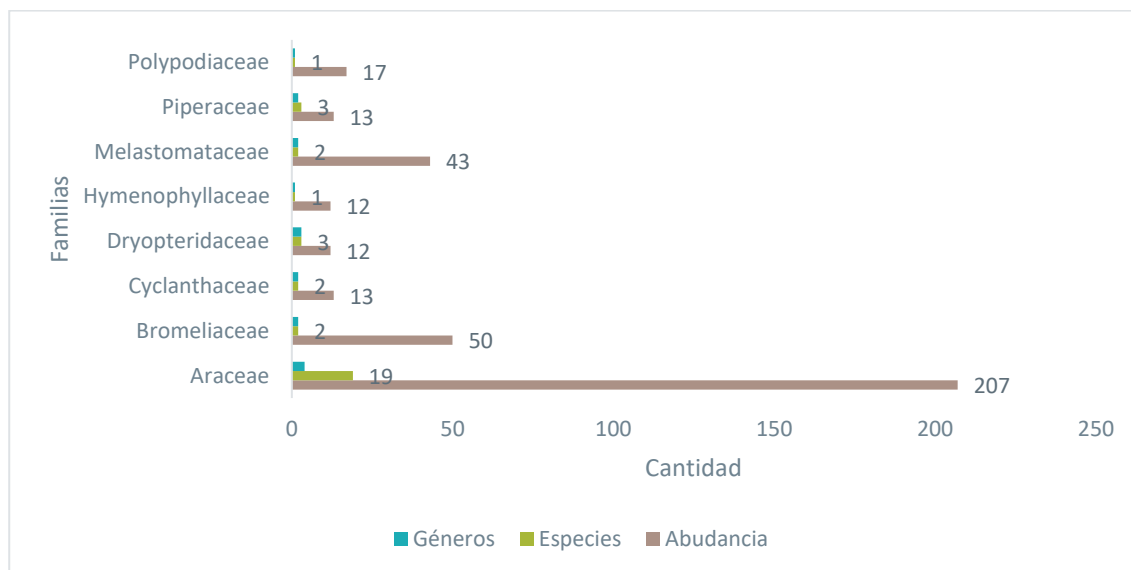


Figura 5-129 Riqueza y Abundancia de las Familias de Epífitas Registradas en los Árboles Seleccionados

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva de Abundancia del Proyecto Minero Curipamba-El Domo

La Figura 5-130 demuestra que existe una estructura en la cual el 35 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor abundancia relativa fue *Guzmania rhonhofiana*, de la familia Bromeliaceae, con 49 individuos, lo que equivale al 12,447 % del total de individuos registrados en el área de estudio; seguida de *Anthurium scandens*, de la familia Araceae, que registró 41 individuos, lo que equivale al 10,41 % del total de individuos.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue de serie Logarítmica (Log Series) ($p = 0,9986$), el cual sucede en ambientes con pocas especies abundantes y gran proporción de especies raras. Son comunidades pequeñas sometidas a estrés o comunidades de especies pioneras, pero la ocupación del nicho en este caso es aleatoria.

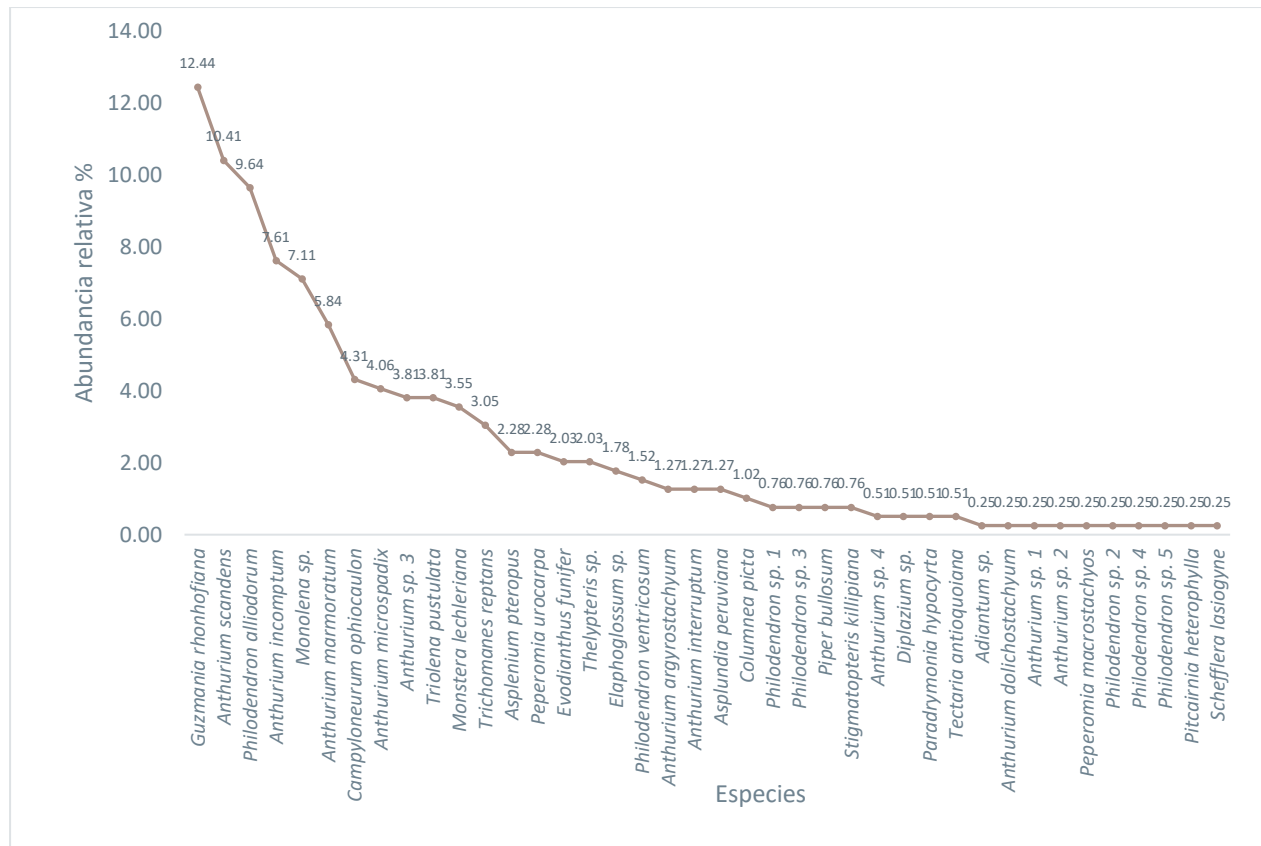


Figura 5-130 Curva de Abundancia-Diversidad de Especies Epífitas para el área de estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad Alfa-Índice de Shannon

Al analizar la diversidad alfa en cuanto al índice de Shannon dentro de los árboles seleccionados para el estudio de las epífitas en cada transecto en el área estudio se observa que la diversidad es mayor en el transecto PMF-01. Sin embargo, en los tres puntos de muestreo esta diversidad es media (Tabla 5-122).

Tabla 5-122 Índice de Shannon para las Árboles con sus Respectivas Epífitas dentro del Área de Estudio

Transectos	Shannon (H')	Límite Inferior	Límite Superior
PMF-01	2,944	2,813	3,047
PMF-02	2,69	2,525	2,81
PMF-03	2,373	2,241	2,562

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Los intervalos de confianza ($p > 0,05$) en la Figura 5-131 demuestran que no existen diferencias significativas entre los tres transectos del área de estudio.

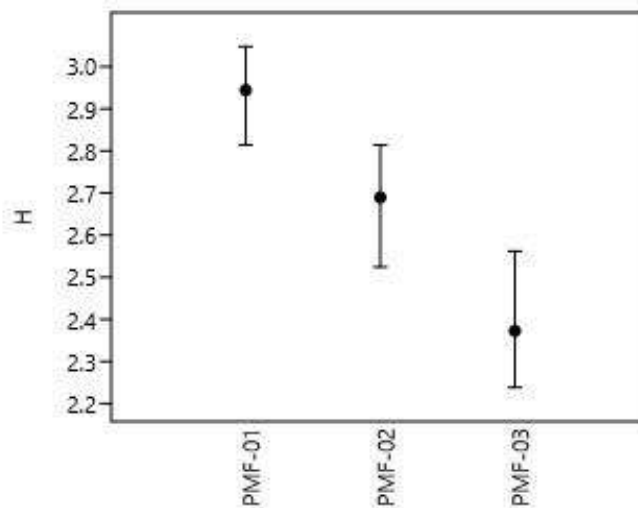


Figura 5-131 Comparación del Índice de Diversidad de Shannon con sus Respetivos Intervalos de Confianza para las Epífitas Halladas en los Transectos en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Dominancia-Diversidad de Simpson

Al analizar el valor del índice de diversidad de Simpson para los árboles dentro de los tres transectos se observa que la diversidad es media. Este índice demuestra la presencia de un número representativo de especies en relación con el número de individuos, es decir las áreas de estudio son heterogéneas (Tabla 5-123).

Tabla 5-123 Índice de Simpson para las Árboles con sus Respetivas Epífitas dentro del Área de Estudio

	Diversidad Simpson	Límite Inferior	Límite Superior	Dominancia	Límite Inferior	Límite Superior
PMF-01	0,9282	0,9094	0,9393	0,07179	0,06066	0,09061
PMF-02	0,8947	0,8623	0,917	0,1053	0,08303	0,1376
PMF-03	0,8722	0,8437	0,9034	0,1278	0,09664	0,1563

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Los intervalos de confianza ($p > 0,05$) en la Figura 5-132 demuestran que no existen diferencias significativas entre los tres transectos del área de estudio.

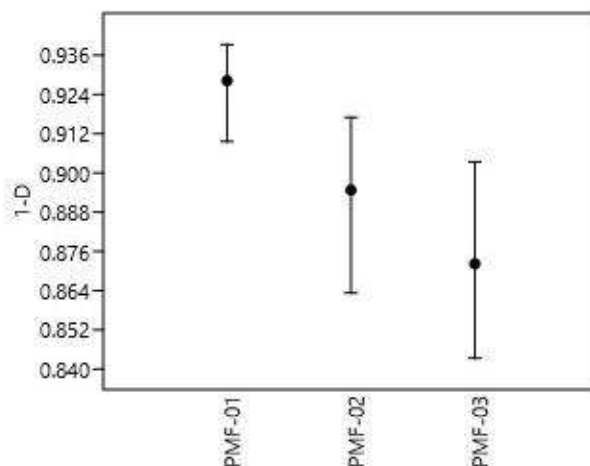


Figura 5-132 Índice de Dominancia de Simpson con sus Respective Intervalos de Confianza para las Epifitas en los Transectos en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 uno de los transectos en el área de estudio. En base a este análisis, se puede determinar que existe mayor índice de similitud entre las epifitas de los transectos PMF-01 y PMF-02 (47 % de similitud) (Tabla 5-124; Figura 5-133).

Tabla 5-124 Índice de Bray Curtis para los Transectos dentro del Área de Estudio

	PMF-01	PMF-02	PMF-03
PMF-01	1,000	0,254	0,210
PMF-02	0,254	1,000	0,397
PMF-03	0,210	0,397	1,000

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

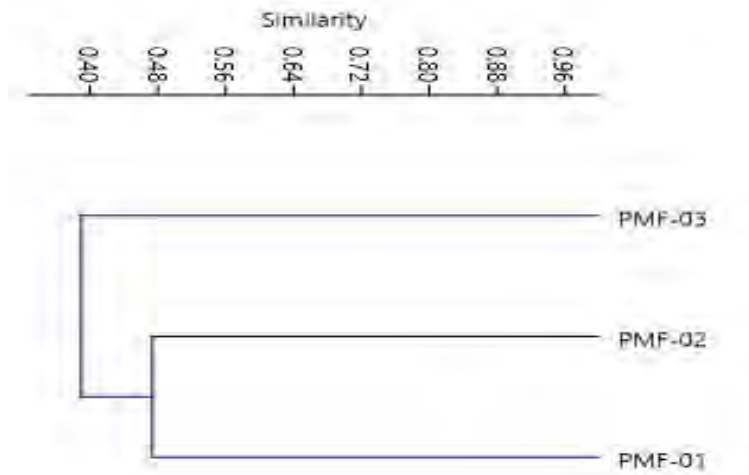


Figura 5-133 Clúster Análisis Bray Curtis para las Epífitas en los Tres Transectos dentro del Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice de Jaccard

El índice de Jaccard permite el análisis de la diversidad beta entre los transectos en el área de estudio. En base a este análisis, se puede determinar que existe mayor índice de similitud entre los transectos PMF-01 y PMF-02 (49 % de similitud) (Tabla 5-125; Figura 5-134).

Tabla 5-125 Índice de Bray Curtis para los Transectos dentro del Área de Estudio

	PMF-01	PMF-02	PMF-03
PMF-01	1,000	0,486	0,455
PMF-02	0,486	1,000	0,387
PMF-03	0,455	0,387	1,000

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

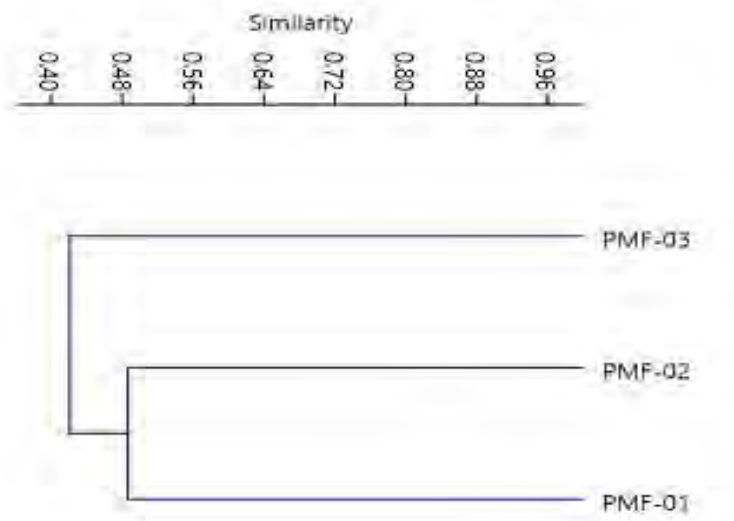


Figura 5-134 Clúster Análisis Jaccard para los Árboles en los Tres Transectos dentro del Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Aspectos Ecológicos

Especies Indicadoras

Es importante empezar comentando que Bolívar es una de las provincias menos estudiadas desde el punto de vista florístico; sin embargo, dentro de esta provincia existe una amplia diversidad ecosistémica y biodiversidad, lo cual se ve reflejado en los remanentes boscosos del área de estudio que aún albergan cientos de especies importantes para la ciencia, como es el caso de *Siparuna cf. palenquensis*, una especie en peligro de extinción con categoría En Peligro (EN).

La heterogeneidad florística presente en el área de estudio es alta debido a la variedad de hábitats y microhábitats creados por las condiciones topográficas, bióticas y abióticas del área circundante. De manera general, las especies indicadoras de los bosques montañosos de las estribaciones occidentales de la cordillera de los Andes en esta área de estudio son las palmeras (Arecaceae), entre las que se puede mencionar a *Wettinia aequatorialis*. Por otro lado, es importante resaltar la presencia de los guarumos, (*Cecropia* spp.) de la familia Urticaceae, los cuales son bioindicadores naturales de vegetación montana, que también tienen una aplicación como bioindicadores de áreas disturbadas y usos en la restauración de áreas degradadas o intervenidas.

En relación con los tipos de vegetación presente en el área de estudio, las especies indicadoras del bosque maduro (Bm), por su demografía y tamaño, son los árboles *Ficus membranacea* y *Perebea xanthochyma* (Moraceae).

Otro tipo de vegetación conspicua del área de estudio lo constituyen los bosques intervenidos (Bi), las áreas de pastizales y cultivos (P-C) y la vegetación que crece en los márgenes de las vías de acceso, las cuales pueden ser identificadas mediante la presencia de especies pioneras, como *Ochroma pyramidale* (Malvaceae) y varias especies de guabos, como *Inga densiflora*, de la familia de las leguminosas.

Estructura Vertical y hábito de crecimiento

El dosel para el área muestreada está conformado por individuos arbóreos de 15 – 25,9 m de alto con el 50,7% de representatividad.

Especies Sensibles

Dentro de toda el área de estudio (transectos cualitativos, transectos de observación, cuantitativos de epifitas), se reportaron 16 especies con categoría de amenaza según la UICN.

Página en blanco

Tabla 5-126 Lista de Especies con Categoría de Amenaza según la UICN

Familia	Especie	UICN	PMF-01	PMF-02	PMF-03	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	POF-07	POF-08
Bromeliaceae	<i>Aechmea angustifolia</i> Poepp. & Endl.	LC									x		
Melastomataceae	<i>Blakea involvens</i> Markgr.	EN					x	x			x	x	x
Fabaceae	<i>Browneopsis cf. disepala</i> (Little) Klitg.	EN		x									
Solanaceae	<i>Brugmansia versicolor</i> Lagerh.	VU									x		
Gesneriaceae	<i>Drymonia ecuadorensis</i> Wiehler	VU				x							
Fabaceae	<i>Erythrina megistophylla</i> Diels	NT	x			x		x					
Rubiaceae	<i>Ladenbergia pavonii</i> (Lamb.) Standl.	NT				x					x	x	
Malvaceae	<i>Matisia coloradorum</i> Benoist	EN	x	x	x								
Melastomataceae	<i>Miconia explicita</i> Wurdack	VU	x	x	x								
Gesneriaceae	<i>Paradrymonia hypocyrta</i> Wiehler	VU	x			x			x				
Araceae	<i>Philodendron ventricosum</i> Madison	EN			x	x	x						x
Arecaceae	<i>Phytelephas aequatorialis</i> Spruce	NT	x	x	x	x					x	x	x
Siparunaceae	<i>Siparuna cf. palenquensis</i> S.S. Renner & Hausner	EN	x	x	x								
Siparunaceae	<i>Siparuna eggersii</i> Hieron.	EN				x				x	x		
Annonaceae	<i>Unonopsis magnifolia</i> R.E. Fr.	VU	x										
Arecaceae	<i>Wettinia aequatorialis</i> R. Bernal	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: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Página en blanco

Especies Endémicas y Estado de Conservación

Dentro del área de estudio se reportaron 14 especies endémicas.

Tabla 5-127 Lista de Especies Endémicas Distribuidas en el Área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba-El Domo

Familia	Nombre Científico	PMF-01	PMF-02	PMF-03	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	POF-05	POF-06	POF-07	POF-08
Melastomataceae	<i>Blakea involvens</i> Markgr.			x						x	x	x
Fabaceae	<i>Browneopsis cf. disepala</i> (Little) Klitg.		x									
Solanaceae	<i>Brugmansia versicolor</i> Lagerh.									x		
Gesneriaceae	<i>Drymonia ecuadorensis</i> Wiehler				x							
Malvaceae	<i>Matisia palenquiana</i> (A. Robyns) W.S. Alverson	x										
Gesneriaceae	<i>Paradrymonia hypocyrtia</i> Wiehler	x			x			x				
Piperaceae	<i>Peperomia pteroneura</i> C. DC.					x						
Araceae	<i>Philodendron ventricosum</i> Madison			x	x	x						x
Arecaceae	<i>Phytelephas aequatorialis</i> Spruce	x	x	x	x					x	x	x
Cleomaceae	<i>Podandroyne brevipedunculata</i> Cochrane						x					
Zingiberaceae	<i>Renealmia dolichocalyx</i> Maas				x							
Siparunaceae	<i>Siparuna cf. palenquensis</i> S.S. Renner & Hausner	x	x	x								
Siparunaceae	<i>Siparuna eggersii</i> Hieron.				x				x	x		
Arecaceae	<i>Wettinia aequatorialis</i> R. Bernal	x	x									

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Uso del Recurso Florístico

El recurso florístico del área de estudio 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 5-128).

Tabla 5-128 Especies de Flora Utilizadas en el Área de Estudio

Nombre Científico	Alimento	Construcción	Medicinal	Social	Tóxico	Medio Ambiente
<i>Adiantum macrophyllum</i>		x	x			
<i>Aechmea angustifolia</i>			x	x		
<i>Alloplectus dodsonii</i>			x			
<i>Aneilema umbrosum</i>			x			
<i>Anthurium dolichostachyum</i>		x				
<i>Anthurium incomptum</i>		x	x			

Nombre Científico	Alimento	Construcción	Medicinal	Social	Tóxico	Medio Ambiente
<i>Anthurium michelii</i>			x			
<i>Anthurium microspadix</i>	x	x				
<i>Anthurium scandens</i>	x	x	x			
<i>Arthrostemma ciliatum</i>	x		x			
<i>Asplenium pteropus</i>			x			
<i>Asplundia peruviana</i>			x			
<i>Bactris macana</i>	x	x				x
<i>Banara guianensis</i>	x		x			
<i>Bauhinia aculeata</i>	x	x			x	
<i>Begonia glabra</i>			x			
<i>Begonia parviflora</i>			x			
<i>Blakea involvens</i>	x		x			
<i>Blakea subconnata</i>	x			x		
<i>Brownea multijuga</i>		x	x	x		x
<i>Browneopsis cf. disepala</i>		x				
<i>Brugmansia versicolor</i>			x	x		
<i>Casearia sylvestris</i>		x	x			
<i>Cecropia hispidissima</i>		x	x			
<i>Cecropia reticulata</i>	x	x				
<i>Chrysochlamys membranacea</i>	x	x				
<i>Cinchona pubescens</i>		x	x	x		
<i>Citrus medica</i>	x	x	x	x		
<i>Citrus x limonia</i>	x	x	x	x		
<i>Citrus x sinensis</i>	x	x	x	x		x
<i>Clarisia biflora</i>	x	x				
<i>Clidemia dentata</i>			x			x
<i>Clusia dixonii</i>	x	x	x			
<i>Codiaeum variegatum</i>		x				x
<i>Columnnea minor</i>			x			
<i>Columnnea picta</i>			x	x		
<i>Costus pulverulentus</i>		x	x			
<i>Costus scaber</i>	x		x	x		
<i>Croton lechleri</i>		x	x	x		x
<i>Cyperus luzulae</i>	x	x	x			
<i>Dacryodes cupularis</i>	x	x				
<i>Diastema affine</i>			x			

Nombre Científico	Alimento	Construcción	Medicinal	Social	Tóxico	Medio Ambiente
<i>Diastema scabrum</i>			x			
<i>Dichorisandra angustifolia</i>			x			
<i>Drymonia ecuadorensis</i>			x			
<i>Dussia lehmannii</i>		x				
<i>Elephantopus mollis</i>			x			
<i>Eryngium foetidum</i>	x		x			
<i>Erythrina megistophylla</i>	x					x
<i>Euphorbia cotinifolia</i>		x	x		x	x
<i>Evodiantus funifer</i>	x	x	x	x		
<i>Ficus membranacea</i>	x					
<i>Gasteranthus calcaratus</i>			x			
<i>Gasteranthus corallinus</i>	x		x	x		
<i>Grias peruviana</i>	x	x	x	x		
<i>Guarea kunthiana</i>	x	x	x			
<i>Guzmania monostachia</i>	x			x		
<i>Guzmania rhonhofiana</i>				x		
<i>Hamelia axillaris</i>		x	x	x		
<i>Hedyosmum cuatrecazanum</i>	x	x	x			
<i>Heisteria acuminata</i>		x	x			
<i>Heliconia curtispatha</i>		x	x			
<i>Inga densiflora</i>	x	x				x
<i>Lantana cujabensis</i>			x			
<i>Maranta gibba</i>	x					
<i>Matisia cf. palenquiana</i>		x				
<i>Matisia coloradum</i>	x	x				
<i>Matisia soegengii</i>	x	x				
<i>Miconia explicita</i>						
<i>Miconia theizans</i>	x	x			x	
<i>Monolena primuliflora</i>	x	x	x			
<i>Monstera lechleriana</i>		x	x			
<i>Musa x paradisiaca</i>	x	x	x	x		x
<i>Nectandra purpurea</i>	x	x				
<i>Ochroma pyramidale</i>		x	x			x
<i>Otoba novogranatensis</i>		x				
<i>Pachira trinitensis</i>		x				
<i>Palicourea demissa</i>	x	x	x			

Nombre Científico	Alimento	Construcción	Medicinal	Social	Tóxico	Medio Ambiente
<i>Paradrymonia hypocyrtia</i>			x			
<i>Pennisetum purpureum</i>	x					x
<i>Pentagonia macrophylla</i>	x	x	x	x		
<i>Peperomia macrostachyos</i>		x	x	x		
<i>Peperomia pteroneura</i>			x	x		
<i>Peperomia urocarpa</i>		x	x			
<i>Perebea xanthochyma</i>	x	x	x		x	
<i>Philodendron alliodorum</i>	x					
<i>Phytelphas aequatorialis</i>	x	x	x			x
<i>Phytolacca rivinoides</i>	x	x	x			
<i>Piper aduncum</i>	x	x	x	x		x
<i>Piper bullosum</i>	x		x			
<i>Piper hispidum</i>		x	x	x		
<i>Piper peltatum</i>	x	x	x	x		
<i>Plantago major</i>	x		x	x		
<i>Podandrogynae brevipedunculata</i>			x	x		
<i>Protium colombianum</i>		x	x			
<i>Protium tenuifolium</i>		x	x	x		
<i>Psidium guajava</i>	x	x	x			x
<i>Razisea spicata</i>		x				
<i>Renealmia dolichocalyx</i>			x			
<i>Rhodostemonodaphne cf. Kunthiana</i>	x	x				
<i>Rubus niveus</i>	x		x			x
<i>Saurauia tomentosa</i>	x	x				
<i>Selaginella arthritica</i>			x			
<i>Selaginella bombycina</i>		x				
<i>Sida acuta</i>		x	x			
<i>Siparuna eggessii</i>	x	x	x			
<i>Solanum quitoense</i>	x	x	x			
<i>Spondias purpurea</i>	x	x	x	x		x
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>			x			
<i>Tectaria antioquiiana</i>			x			
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	x	x	x			
<i>Tovomita weddelliana</i>	x	x	x	x		
<i>Triolena pustulata</i>			x	x		
<i>Unonopsis cf. magnifolia</i>		x				

Nombre Científico	Alimento	Construcción	Medicinal	Social	Tóxico	Medio Ambiente
<i>Urena lobata</i>		x	x			
<i>Urera caracasana</i>	x	x	x	x		
<i>Wettinia cf. aequatorialis</i>						
<i>Wettinia quinaria</i>	x	x				
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	x					

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.2.5.1.6 Comparación con Estudios Anteriores

De acuerdo con la composición florística obtenida en las cuatro campañas de monitoreo realizadas en el Proyecto Minero Curipamba - El Domo (2019, 2020, 2021 y agosto-septiembre 2021) se establece una riqueza y abundancia homogénea, con 76 especies registradas en 2019, 67 especies en 2020, 60 especies en 2021 y 55 especies en el actual monitoreo. Sin embargo, en el área total dentro de este monitoreo se registraron 177 especies; este incremento en el número de especies se debe a la inclusión de las epífitas dentro del estudio. Adicionalmente, hay que reconocer a la taxonomía como una ciencia dinámica que varía en cada monitoreo.

La abundancia presentó mayor homogeneidad, con 209 individuos registrados en el monitoreo de 2019; 203 individuos en el monitoreo de 2020, 206 individuos en 2021 y 172 en el actual monitoreo en relación tan solo de individuos con medición de DAP.

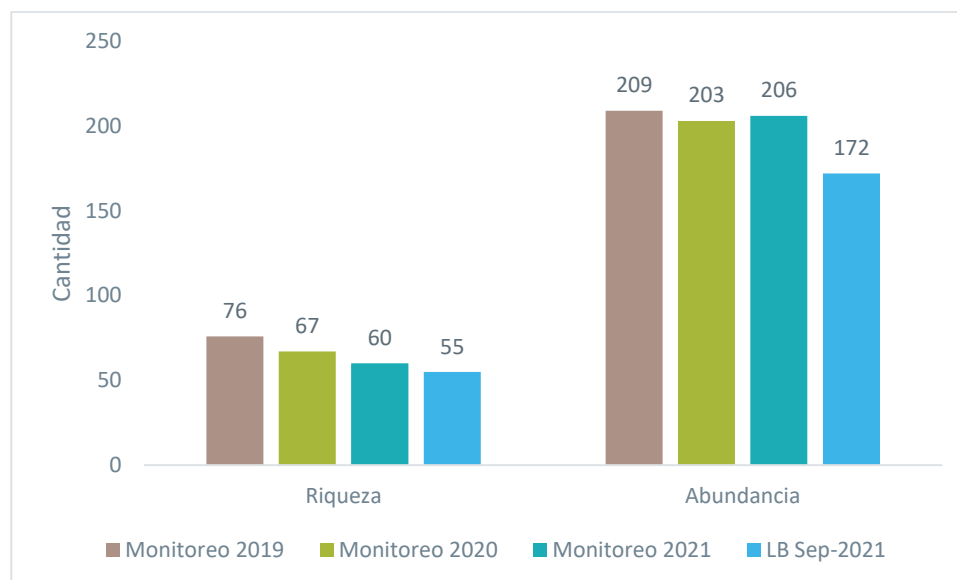


Figura 5-135 Comparación de la Riqueza y Abundancia dentro del Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Con respecto a la diversidad calculada para las áreas evaluadas, se determinan valores semejantes, tanto para el Índice de Diversidad de Shannon (H') como para el Índice de Diversidad o Dominancia de Simpson (1-D), los cuales reportan Diversidad Alta en los tres monitoreos.

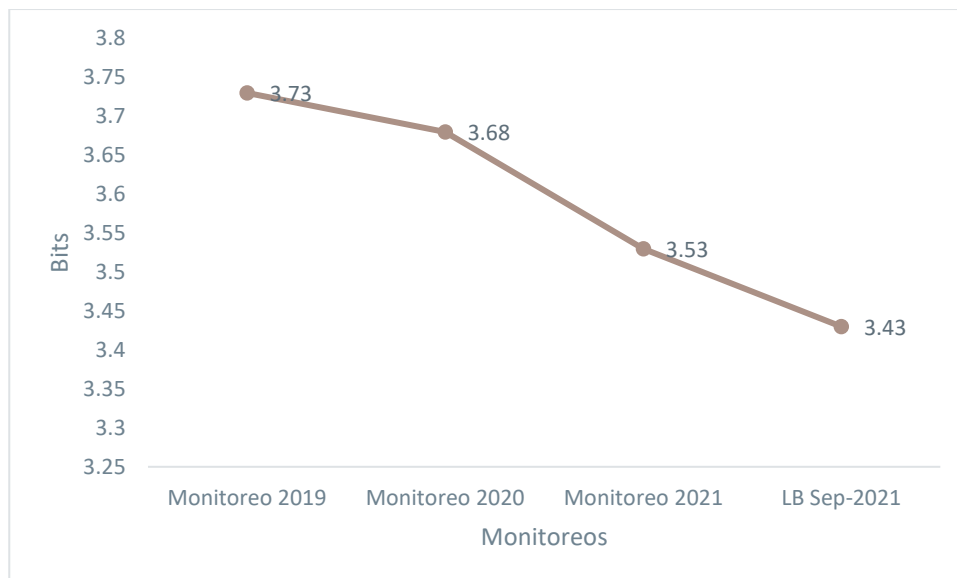


Figura 5-136 Análisis Comparativo de la Diversidad Í. Shannon (H') en los Monitoreos en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El índice de Diversidad o Dominancia de Simpson (1-D) se valora en la escala del 0-1 bits. Se considera diversidad baja de 0,00-0,35 bits, diversidad media de 0,36-0,75 bits y diversidad alta de 0,76-1,00 bits (Magurran, 1989). En los monitoreos (2019, 2020, 2021 y sep. 2021) se reportan valores de 0,95 bits cada uno, que corresponden a diversidad alta.

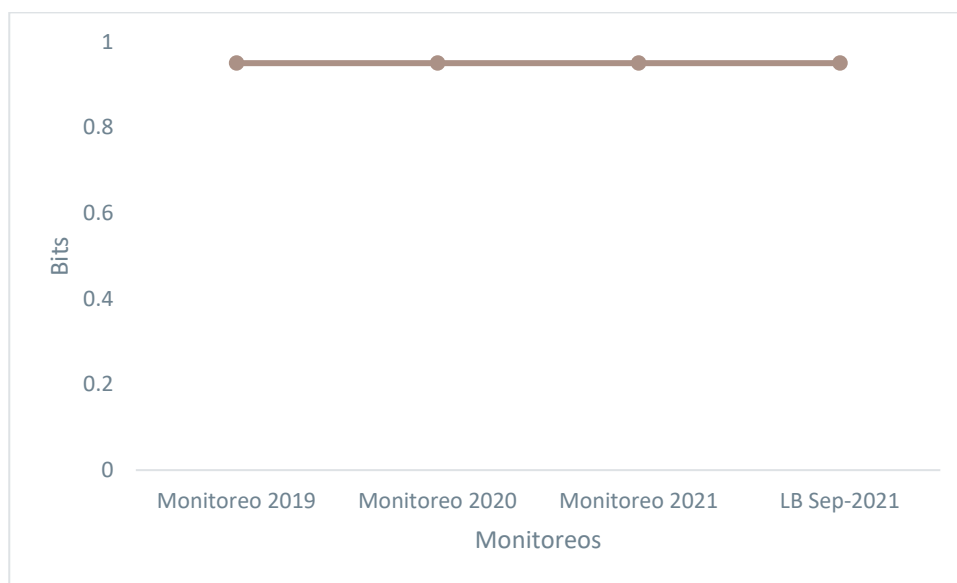


Figura 5-137 Análisis Comparativo de la Diversidad Simpson en los Monitoreos en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

5.2.5.1.7 Discusión

La dinámica y estructura de los bosques está determinada por la riqueza de especies y abundancia de individuos. De igual manera, es importante dentro de dinámica y estructura de los bosques la presencia de especies conspicuas, especies raras, especies endémicas y en peligro. Dentro del área de estudio se registraron especies conspicuas, como *Iriartea deptoidea*, una palma muy útil para el ser humano (alimento, medicina, material de construcción y medioambiental). Adicionalmente, dentro del área de estudio se registró la presencia de 16 especies con amenaza según la UICN, entre las que se puede mencionar a *Browneopsis* cf. *disepala*, *Brugmansia versicolor* y *Wettinia aequatorialis*. Cabe destacar que, en el área de influencia del proyecto, existe una alta actividad antrópica como son la agricultura y ganadería, con las cuales la frontera agrícola se ha expandido de tal manera que, los bosques nativos han sido fragmentados. Sin embargo, en estos relictos, la presencia de las especies antes mencionadas es un indicativo de la alta diversidad florística que en el área de estudio aún se guarda, por lo que se sustenta la importancia de conservar estos bosques.

En el área de estudio la formación vegetal presente según el MAE (2013) es: Bosque siempreverde piemontano de cordillera occidental de los Andes (BsPn01): Comprende bosques siempreverdes multiestratificados con un dosel entre 25 y 30 m, comparte muchas especies con los bosques de tierras bajas y algunas especies de bosques montano bajo y se presenta sobre laderas muy pronunciadas. Entre las familias dominantes están: Arecaceae, con géneros como *Wettinia*, *Geonoma* y *Chamaedorea*; Lauraceae, con especies del género *Ocotea*, *Nectandra* y *Aniba*; y Rubiaceae, con *Palicourea* y *Faramea*. La palma *Wettinia kalbreyeri* es particularmente abundante sobre los 500 msnm en contraposición con su simpátrica *Wettinia quinaria*, que también está presente en el pie de monte pero en abundancias menores en relación a los bosques más bajos. La familia Malvaceae s.l. es altamente representativa en términos de abundancia y diversidad de géneros, por lo que es frecuente observar varias especies de los géneros *Matisia* y *Pachira*.

Puntualmente, en este estudio se observó que la diversidad registrada fue similar a otros estudios reportados para los bosques tropicales (Cerón et al., 1997; Valencia et al., 1997; Oliveira y Mori, 1999 en Laurance et al., 2002), donde se registró en base a los muestreos cualitativo y cuantitativo la presencia de 65 familias, 123 géneros y 177 especies.

En el muestreo cualitativo se determinó la existencia de representantes de las familias: Araceae, como *Anthurium michelii*; Araliaceae, como *Schefflera lasiogyne*; Rubiaceae, *Psychotria calophylla*; y varias especies de la familia Melastomataceae (*Triolena pustulata*, *Blakea involvens* y *Clidemia dentata*). Además, se pudo observar la presencia de pastizales donde abundan helechos rastreros (*Thelypteris* spp.), pequeños arbustos de Clusiaceae (*Clusia* spp.), así como también guayaba (*Psidium guajava*).

Dentro del análisis cuantitativo se registró un total de 172 individuos distribuidos en 24 familias, 44 géneros y 55 especies. Dentro de las especies observadas se registró la presencia de 32 especies raras (especies con un individuo). Es importante reconocer que la presencia de especies raras en los transectos tropicales es característica, y este factor se debe al azar (obsv. pers). La presencia de numerosas especies raras representadas por un solo individuo (58,18 % del total de las especies) es la causa de la alta diversidad presente en el área de estudio (Diversidad de Shannon = 3,428); estas especies son catalogadas como raras debido a su distribución restringida y a su baja densidad. Algunas de estas especies son: *Browneopsis* cf. *disepala*, de la familia Fabaceae; *Casearia sylvestris*, de la familia Salicaceae; *Cecropia hispidissima* y *Cecropia insignis*, de la familia Urticaceae; *Chrysochlamys membranacea*, de la familia Clusiaceae; y *Clarisia biflora*, de la familia Moraceae.

En cuanto a los análisis cuantitativos de las epifitas, se reportó la presencia de un gran número de especies de la familia Araceae, siendo los géneros más diversos *Anthurium* y *Philodendron*. En este monitoreo se reportó la presencia de 394 individuos distribuidos en 40 especies, 24 géneros y 14 familias.

Es importante saber que en cuanto a la dinámica de los bosques los individuos de menor tamaño de diámetro (< 10 cm DAP) son los mayores contribuyentes a los cambios de composición, abundancia y

estructura de los bosques debido al aumento del reclutamiento de especies pioneras y al aumento de la tasa de mortalidad (Camargo y Kapos, 1995; Murcia, 1995; Rodrigues, 1998; Didham y Lawton, 1999).

Dentro del área de estudio se registró tan solo la presencia de seis especies de palma. Si se compara con las 50 especies de palmeras registradas para la vertiente occidental de los Andes y con las 35 especies registradas para el norte de esta región (Jørgensen P. y.-Y., 1999), se puede concluir que la diversidad es baja. Sin embargo, es importante recalcar la importancia etnobotánica de esta especie para las comunidades humanas cercanas.

Es importante mencionar que la diversidad de especies en flora es un dato dinámico debido a la difícil taxonomía que las plantas presentan. Además, existen ciertas variaciones morfológicas que pueden causar confusiones al momento de la determinación taxonómica. El determinar una especie involucra estudios más exhaustivos en los que se conozca su fenología, biología reproductiva y variación morfológica.

Estimación de la Biomasa Aérea

Los bosques tropicales tienen una alta riqueza biológica, cultural y de recursos naturales que es utilizada por las poblaciones locales que los habitan (Caballero 1995, González 2003). En la última década se ha destacado la importancia de los bosques como prestadores de servicios ambientales, especialmente su capacidad de fijación de carbono y su biomasa, que con el aumento continuo de la tasa de crecimiento tiene efectos en la mitigación del cambio climático.

La biomasa total dentro del área de estudio fue de 60,745 Tm, lo que significa que el área en total está fijando 30,372 TmC.

A través del tiempo se esperaría que la cantidad de biomasa aumente en el bosque, lo cual indicaría que este bosque es un servicio ambiental positivo frente al cambio climático y se podría concluir que estos bosques están actuando como sumideros de carbono. Sin embargo, si estos bosques no estarían expuestos a actividades antropogénicas el incremento de la biomasa anual sería aproximadamente una tercera parte más que la reportada actualmente.

5.2.5.2 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 en agosto y septiembre.

5.2.5.2.1 Avifauna

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levanta para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos se pueden revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; F. Registro Fotográfico, F.2 Biótico

Análisis General

Riqueza General

En total, se registraron 90 especies de aves, incluidas en 30 familias y 13 órdenes. Este valor representa el 16,48 % al comparar con las 546 especies de aves descritas para este piso zoogeográfico según Albuja (2012).

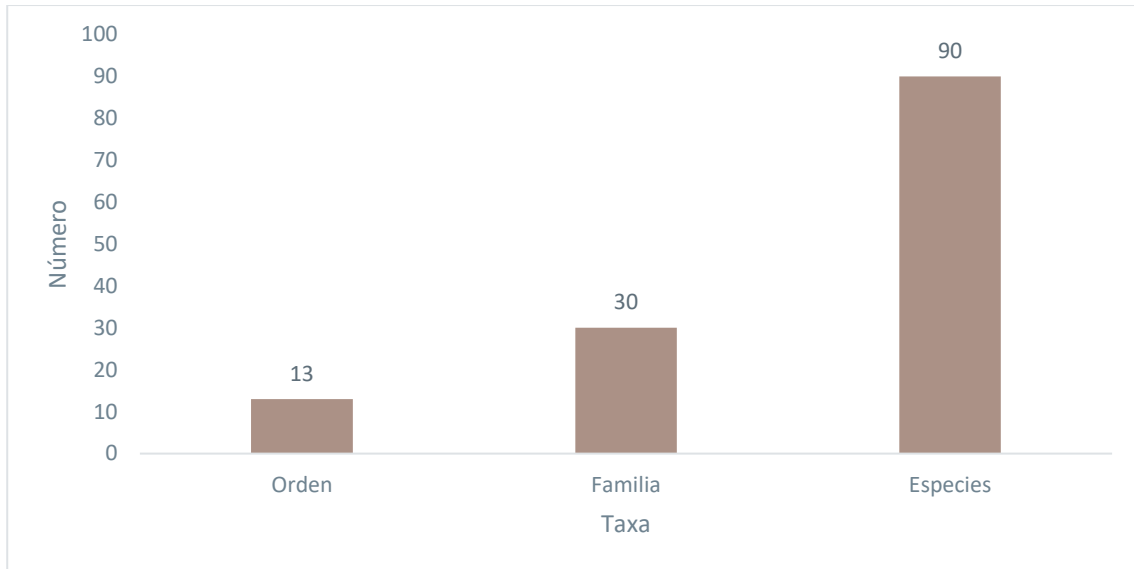


Figura 5-138 Riqueza de Aves Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

La familia con mayor número de especies registradas es Tyrannidae (mosqueritos), con 13 especies; seguida de Thraupidae (tangaras), con 12 especies; y Trochilidae (Colibríes), con 12 especies; el resto de las familias está representado por un número menor a siete especies.

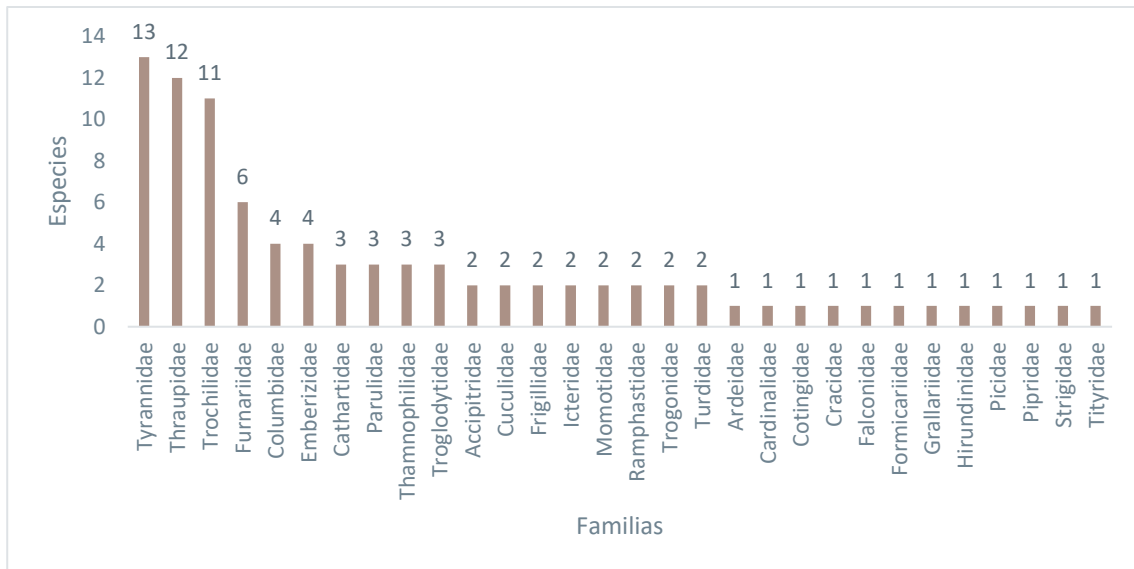


Figura 5-139 Riqueza de Aves a Nivel de Familias Registradas mediante Muestreos Cuantitativos y Cualitativos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 las especies observadas dentro del

muestreo cualitativo en los ocho transectos realizados para obtener la mejor representatividad del área de estudio. El índice de Chao 2 reflejó un valor de 125,58, mientras que lo obtenido en campo fue 90 especies; sin embargo, esto representa el 71,66 % de las especies esperadas.

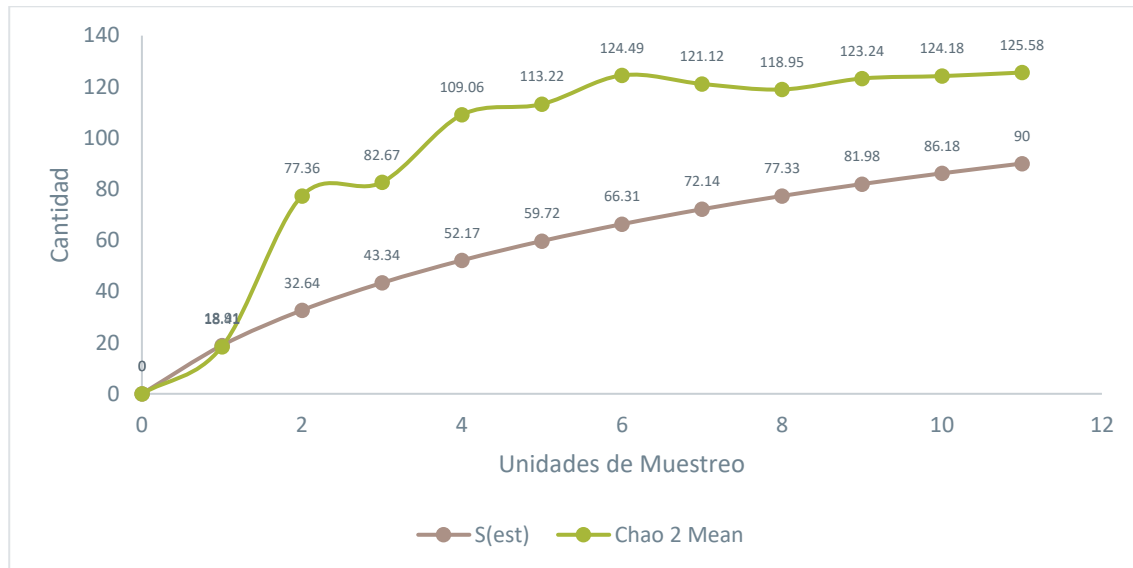


Figura 5-140 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis Cualitativo

Riqueza

En base a las metodologías cualitativas se registró un total de 37 especies pertenecientes a 17 familias y 10 órdenes. El orden más representativo fue el de los Passeriformes, con 22 especies y ocho familias.

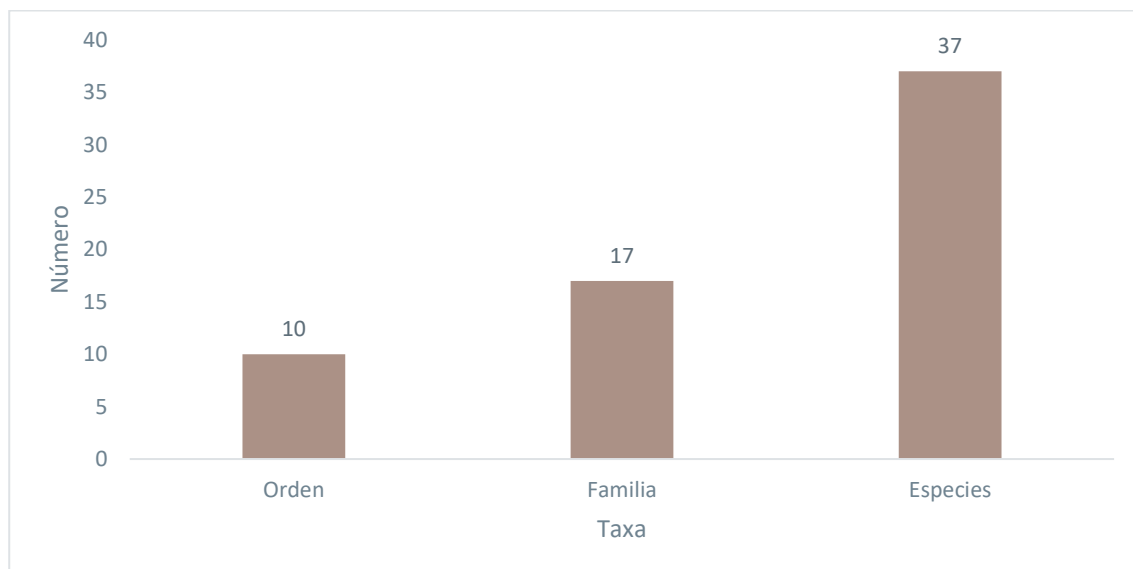


Figura 5-141 Riqueza de Especies de Aves Registradas Mediante Metodologías Cualitativas

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Las familias Thraupidae (tangaras) y Tyrannidae (atrapamoscas) presentaron la mayor riqueza, con ocho y seis especies respectivamente; las familias Columbidae y Ramphastidae están representadas por tres especies cada una; y Accipitridae, Cuculidae, Emberizidae y Frigillidae, con dos especies cada una. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

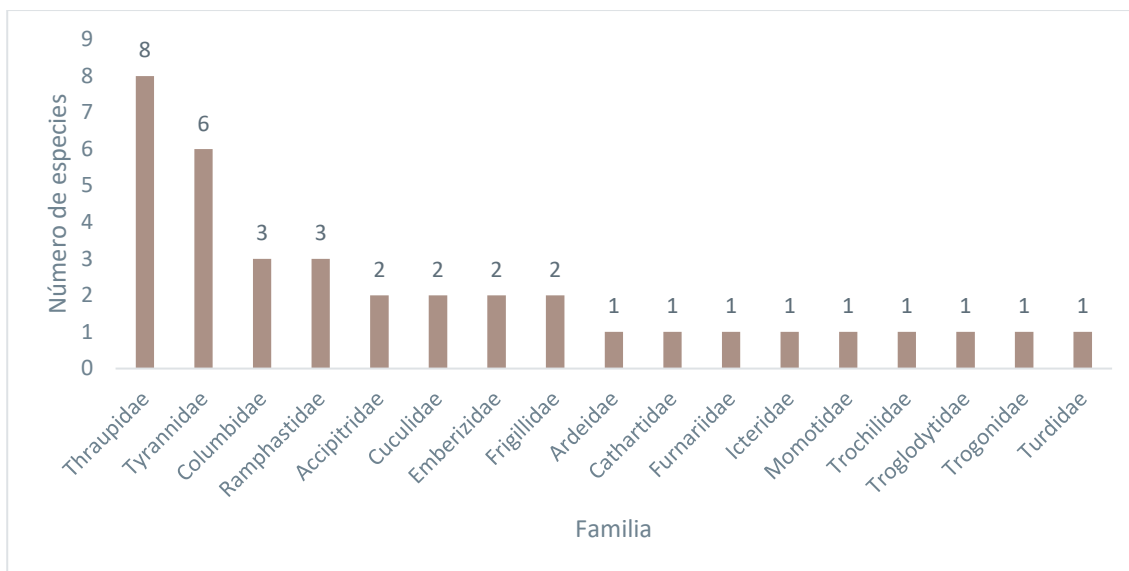


Figura 5-142 Número de Especies por Familia de las Especies Registradas mediante Muestreos Cualitativos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 37 especies de avifauna de manera cualitativa; en función de dichos valores, el estimador Chao 2 sugiere una riqueza esperada de 58,38 especies; es decir, durante el muestreo actual se logró registrar un 63,37 % de la riqueza total estimada.

Como se puede observar en la siguiente figura, en base al estimador Chao 2, en su tendencia 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.

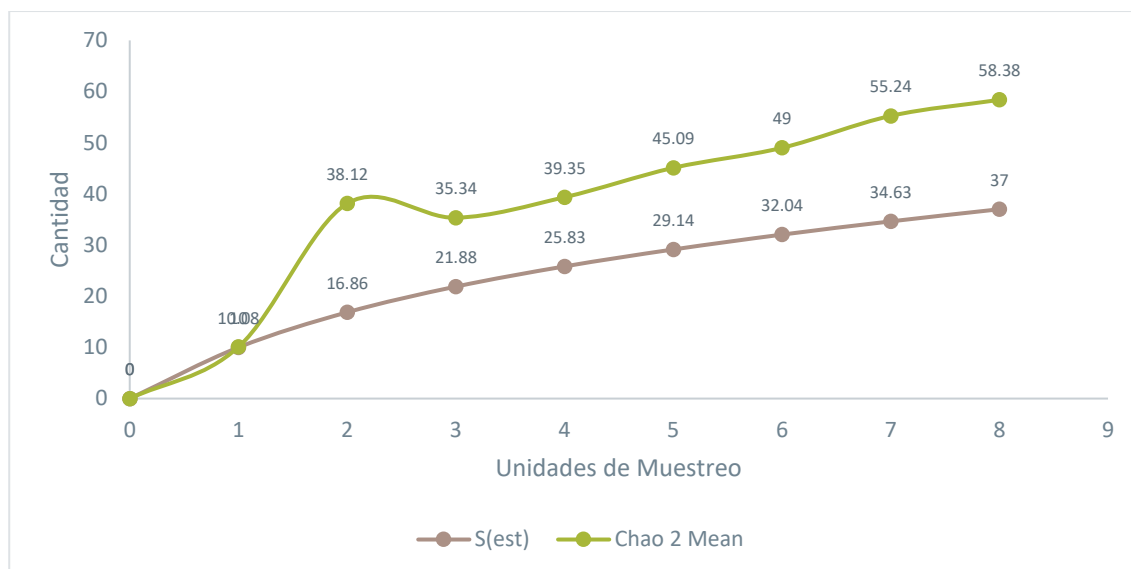


Figura 5-143 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cualitativas

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis por Punto de Muestreo

POA-01

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-1 se registró un total de 12 especies pertenecientes a nueve familias y siete órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con tres familias y cuatro especies. A nivel de familias las más abundantes fueron Ramphastidae (tucanes), con tres especies; y Thraupidae (tangaras), con dos especies. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 5-129 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-1

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia colirrufa
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera
Coraciiformes	Momotidae	<i>Baryphthengus platyrhynchus</i>	Momoto piquiancho
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso
Passeriformes	Frigillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara arthus</i>	Tangara dorada
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negrizulado
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo ecuatoriano
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus haematopygus</i>	Tucanete lomirrojo
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari piquipálido

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán mandíbula negra

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

POA-02

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-2 se registró un total de 10 especies pertenecientes a seis familias y dos órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con cuatro familias y siete especies. A nivel de familias las más abundantes fueron Thraupidae (tangaras), con tres especies; Columbidae (palomas) y Tyrannidae (atrapamoscas), con dos especies cada una. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 5-130 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-2

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina buckleyi</i>	Tortolita ecuatoriana
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma ventripálida
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Vaquero brillante
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara lomiflama
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara arthus</i>	Tangara dorada
Passeriformes	Thraupidae	<i>Pipraeidea melanonota</i>	Tangara pechianteadada
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo ecuatoriano
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

POA-03

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-3 se registró un total de 12 especies pertenecientes a nueve familias y seis órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con tres familias y cuatro especies. A nivel de familias las más abundantes fueron Ramphastidae (tucanes), con tres especies; y Thraupidae (tangaras), con dos especies. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 5-131 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-3

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso
Passeriformes	Emberizidae	<i>Atlapetes tricolor</i>	Matorralero tricolor

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Passeriformes	Frigillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja
Passeriformes	Thraupidae	<i>Mitrospingus cassinii</i>	Tangara carinegruzca
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara lomiflama
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara arthus</i>	Tangara dorada
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari piquipálido
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán mandíbula negra
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	Trogón enmascarado

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

POA-04

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-4 se registró un total de nueve especies pertenecientes a seis familias y cuatro órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con tres familias y cinco especies. A nivel de familias las más abundantes fueron Tyrannidae (atrapamoscas), Ramphastidae (tucanes) y Frigillidae (pinzones), con dos especies cada una.

Tabla 5-132 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-4

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio tijereta
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma apical
Passeriformes	Frigillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja
Passeriformes	Frigillidae	<i>Spinus xanthogastrus</i>	Jilguero ventriamarillo
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterry criollo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón crestioscuro
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari piquipálido
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán mandíbula negra

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

POA-05

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-5 se registró un total de 10 especies pertenecientes a ocho familias y cinco órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con cuatro familias y cinco especies. A nivel de familias las más abundantes fueron Ramphastidae (tucanes) y Thraupidae (tangaras), con dos especies cada una. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 5-133 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-5

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina buckleyi</i>	Tortolita ecuatoriana
Passeriformes	Frigillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara lomiflama
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara arthus</i>	Tangara dorada
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterry criollo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari piquipáldo
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán mandíbula negra

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

POA-06

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-6 se registró un total de 10 especies pertenecientes a siete familias y tres órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con cuatro familias y siete especies. A nivel de familias la más abundante fue Thraupidae (tangaras), con cuatro especies. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 5-134 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-6

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla
Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero del pacífico
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Vaquero brillante
Passeriformes	Thraupidae	<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Reinita crestinegra
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara lomiflama
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara palmera
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Phyllomyias cinereiceps</i>	Tiranolete cabecicinéreo
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán mandíbula negra

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

POA-07

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-7 se registró un total de nueve especies pertenecientes a siete familias y cinco órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con tres familias y

cuatro especies. A nivel de familias las más abundantes fueron Ramphastidae (tucanes) y Thraupidae (tangaras), con dos especies cada una. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 5-135 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-07

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia colirrufo
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera
Coraciiformes	Momotidae	<i>Baryphthengus platyrhynchus</i>	Momoto piquiancho
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso
Passeriformes	Frigillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara arthus</i>	Tangara dorada
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negrizulado
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo ecuatoriano
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus haematopygus</i>	Tucanete lomirrojo
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari piquipálido
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán mandíbula negra

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

POA-08

Riqueza

En el punto de muestreo cualitativo POA-8 se registró un total de ocho especies pertenecientes a seis familias y dos órdenes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, con cinco familias y siete especies. A nivel de familias las más abundantes fueron Tyrannidae (atrapamoscas) y Thraupidae (tangaras), con dos especies cada una. El resto de las familias están representadas por una especie cada una.

Tabla 5-136 Lista de Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Punto POA-08

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero
Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremon brunneinuchus</i>	Matorralero goricastaño
Passeriformes	Frigillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja
Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero del pacífico
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara palmera
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranolete silbador
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiobius villosus</i>	Mosquerito pechileonado

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Similitud

De acuerdo con el Índice de Jaccard se observa que los puntos de muestreo más similares en su composición son POA-03 y POA-05, con una similitud del 57 %; estos dos a su vez tienen una similitud con POA-01 del 38 %. Por otro lado, los puntos POA-06 y POA-07 comparten una similitud del 46 %, y estos dos a su vez comparten una similitud del 20 % con POA-08. El punto más disímil fue el POA-02, con un valor de similitud más alto del 17 %.

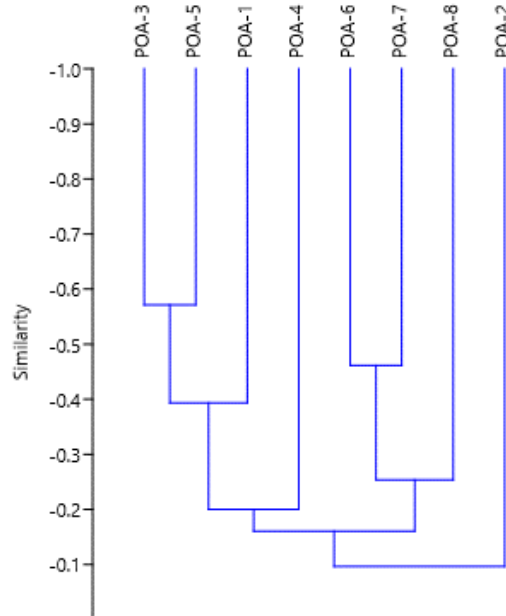


Figura 5-144 Gráfica de Similitud entre los Puntos Cualitativos de Avifauna

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis Cuantitativo

Riqueza y Abundancia

A partir de las metodologías cuantitativas se registró un total de 305 individuos pertenecientes a 78 especies, 30 familias y 13 órdenes. El orden más representativo del área fue el de los Passeriformes, con 17 familias y 50 especies.

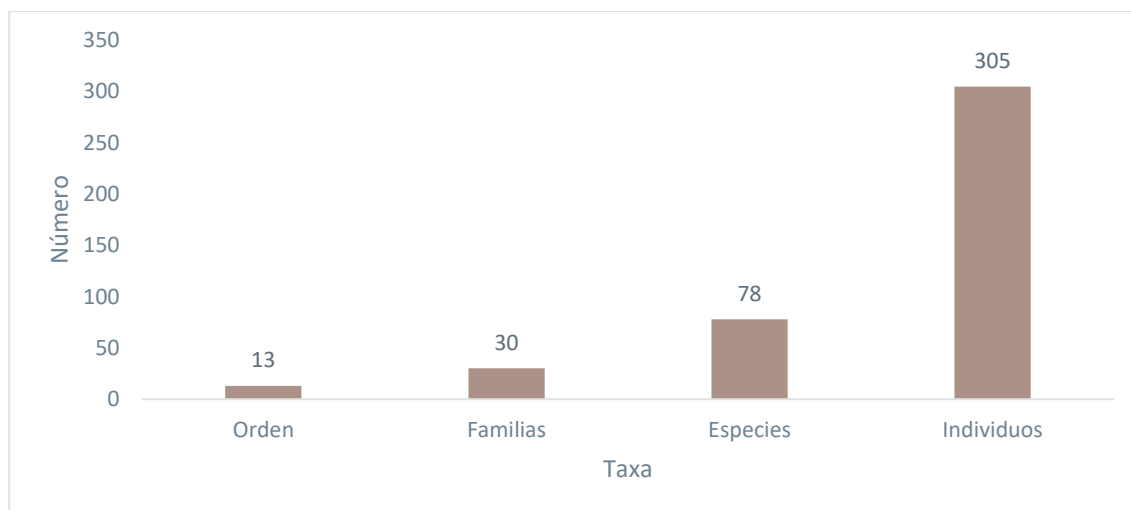


Figura 5-145 Riqueza de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El análisis según la riqueza y abundancia a nivel de familias indica que la familia más abundante fue Thraupidae (tanganaras), con 11 especies; seguida de las familias Trochilidae y Tyrannidae, con 10 especies cada una. El resto de las familias están representadas por un número menor a siete especies.

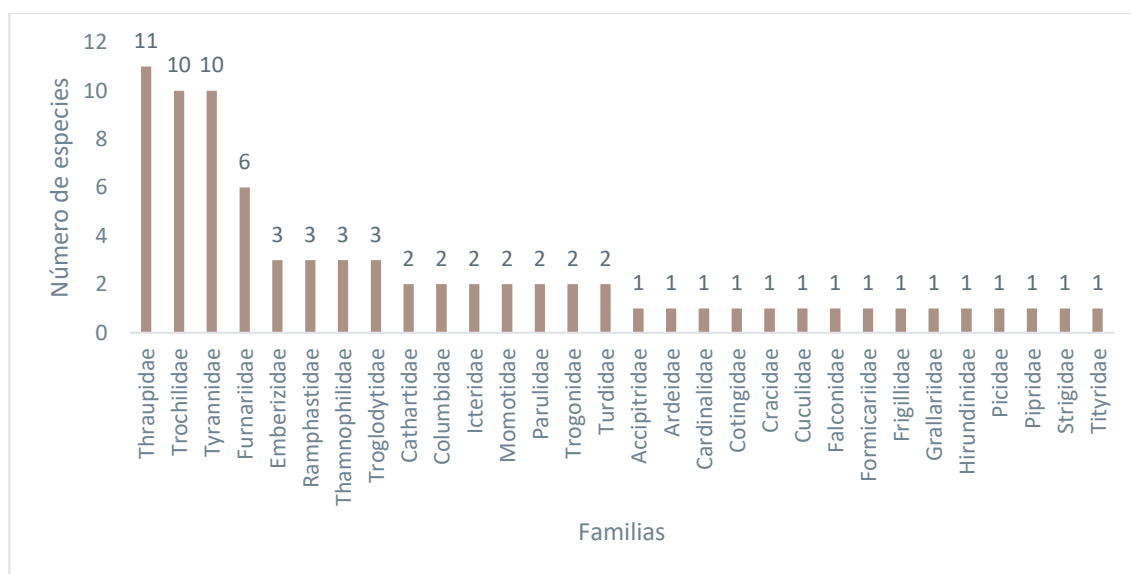


Figura 5-146 Riqueza de Familias de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 *Euphonia xanthogaster*, con un Pi de 5,9. 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.

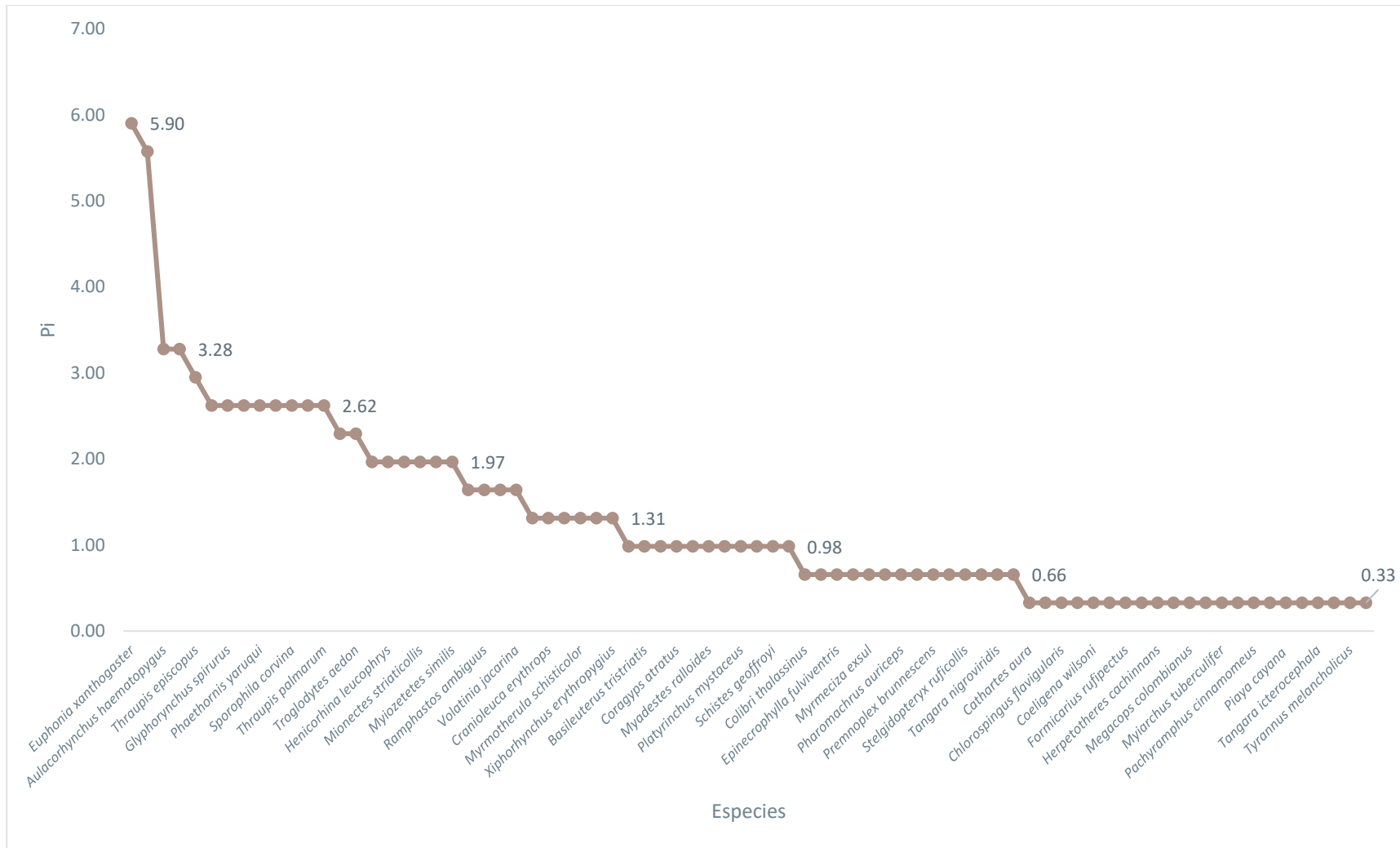


Figura 5-147 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas mediante Metodologías Cuantitativas

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 93,35 especies, lo cual muestra que durante este monitoreo se ha registrado el 81,80 % del total de especies que potencialmente se podrían registrar en este punto.

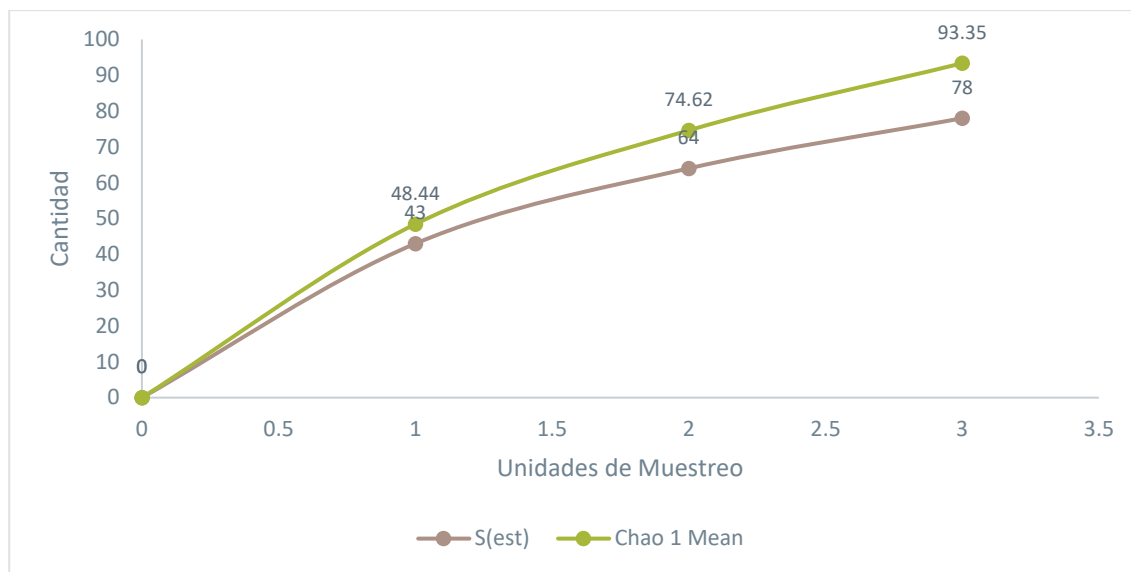


Figura 5-148 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio mediante Metodologías Cuantitativas

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad Alfa

En la siguiente tabla se detallan los cálculos realizados de los índices de Shannon y el inverso de Simpson para los tres puntos de muestreo cuantitativos, donde se observa que el sitio con mayor diversidad fue PMA-1, con un valor de Shannon de 4,066 y una dominancia del 0,0154.

Tabla 5-137 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo

Sitios	Shannon_H	Dominance_D	Interpretación
PMA-1	4,066	0,0154	Diversidad alta
PMA-2	3,713	0,0257	Diversidad alta
PMA-3	3,55	0,0335	Diversidad alta

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis por Punto de Muestreo

El Panecillo-PMA-01

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 101 individuos de 52 especies de aves, pertenecientes a 25 familias y nueve órdenes. A nivel de órdenes el más representativo fue Passeriformes, con 16 familias.

Trochilidae y Tyrannidae tuvieron la mayor riqueza, con siete especies registradas; seguidas de Thraupidae, con cinco especies; Furnariidae, con cuatro especies; y Emberizidae, 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 *Euphonia xanthogaster* (eufonia ventrinaranja), con seis individuos; seguida de las especies *Rupornis magnirostris* (gavilán caminero), *Chamaepetes goudotii* (pava ala de hoz), *Cacicus uropygialis* (cacique subtropical) y *Molothrus bonariensis* (vaquero brillante), con cuatro especies cada una. Estas cinco especies fueron las más representativas en el sitio.

Tabla 5-138 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en el Punto El Panecillo-PMA-01

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Passeriformes	Frigillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja	6
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	4
Galliformes	Cracidae	<i>Chamaepetes goudotii</i>	Pava ala de hoz	4
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus uropygialis</i>	Cacique subtropical	4
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Vaquero brillante	4
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eutoxeres aquila</i>	Pico de hoz puntiblanco	3
Coraciiformes	Momotidae	<i>Baryphthengus platyrhynchus</i>	Momoto piquiancho	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara arthus</i>	Tangara dorada	3
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Soterrey montés	3
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterry criollo	3
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Platyrinchus mystaceus</i>	Picochato goliblanco	3
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus haematopygus</i>	Tucanete lomirrojo	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Agelaiocercus coelestis</i>	Silfo colivioleta	2
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	Orejivioleta verde	2
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doryfera ludovicae</i>	Picolanza frentiverde	2
Apodiformes	Trochilidae	<i>Heliodoxa jacula</i>	Brillante coroniverde	2
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis yaruqui</i>	Ermitaño bigotiblanco	2
Apodiformes	Trochilidae	<i>Schistes geoffroyi</i>	Colibrí piquicuña	2
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	2
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma rojiza	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	Trepatroncos manchado	2
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina alirrasposa	2

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita goliplomiza	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara lomiflama	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Pipraeidea melanonota</i>	Tangara pechianteada	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara nigroviridis</i>	Tangara lentejuelada	2
Passeriformes	Turdidae	<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario andino	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes striaticollis</i>	Mosquerito cuellistado	2
Piciformes	Picidae	<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero pardo	2
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma ventripálida	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón reidor	1
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Chlorothraupis stoltzmanni</i>	Tangara pechiocrácea	1
Passeriformes	Cotingidae	<i>Cephalopterus penduliger</i>	Pájaro paraguas	1
Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremon brunneinuchus</i>	Matorralero gorrICASTAÑO	1
Passeriformes	Emberizidae	<i>Chlorospingus flavigularis</i>	Clorospingo goliamarillo	1
Passeriformes	Emberizidae	<i>Chlorospingus semifuscus</i>	Clorospingo oscuro	1
Passeriformes	Formicariidae	<i>Formicarius rufipectus</i>	Formicario pechirrufo	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Philydor rofum</i>	Limpiafronda cejuda	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Premnoplex brunnescens</i>	Subepalo moteado	1
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus tristriatis</i>	Reinita cabecilistada	1
Passeriformes	Pipridae	<i>Masius crysopterus</i>	Saltarín alidorado	1
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula schisticolor</i>	Hormiguerito pizarroso	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara icterocephala</i>	Tangara goliplata	1
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus cinnamomeus</i>	Cabezón canelo	1
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo ecuatoriano	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Lophotriccus pileatus</i>	Cimerillo crestiescamado	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón crestioscuro	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pseudotriccus pelzelni</i>	Tirano enano brozeado	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	1
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán mandíbula negra	1

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 *Euphonia xanthogaster* (eufonia ventrinaranja), con un valor de $P_i = 11,54$.

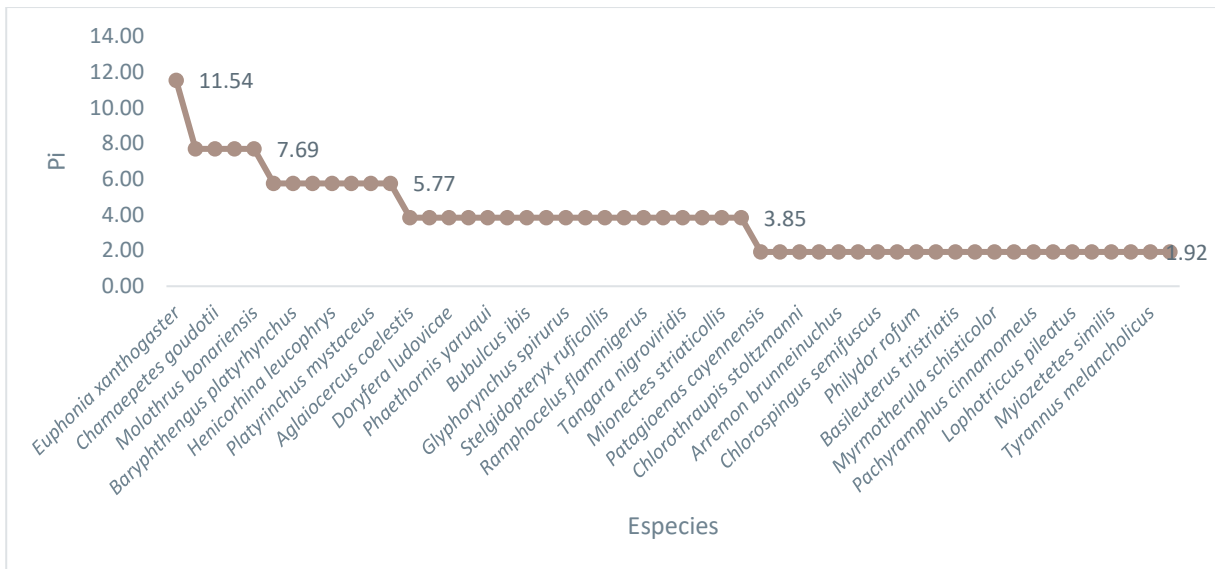


Figura 5-149 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en El Panecillo-PMA-01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 96,67 %, ya que el estimador indica que el número de especies esperadas de es 53,79. En este punto se obtuvo un total de 52 especies; sin embargo, el gráfico indica que el primer día de muestreo se puede incrementar el número de especies en un 70,45 %.

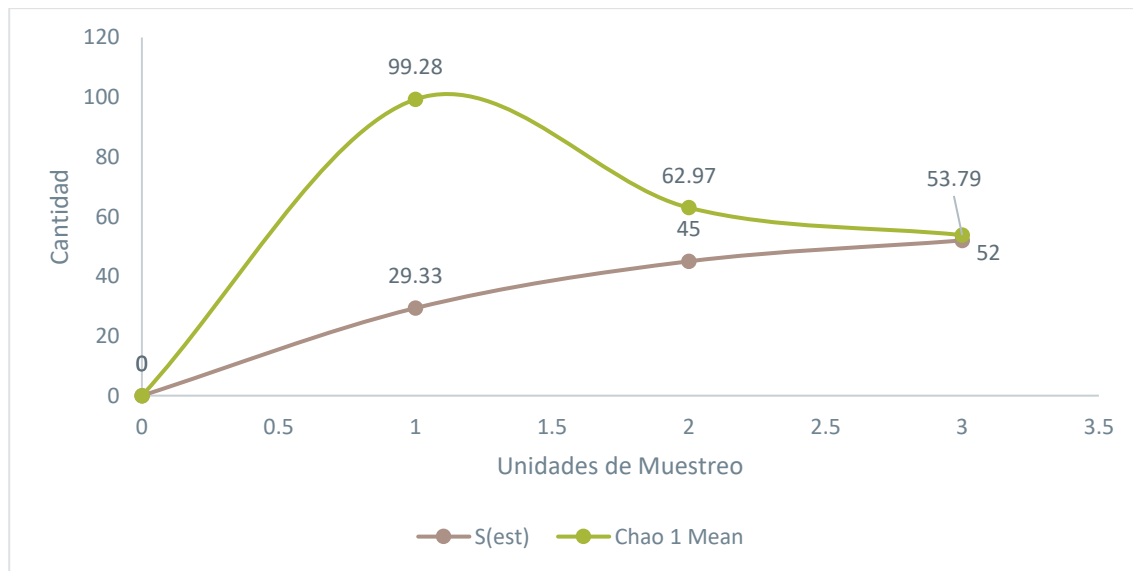


Figura 5-150 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas El Panecillo-PMA-01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El Domo-PMA-02

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 97 individuos de 40 especies de aves, pertenecientes a 19 familias y nueve órdenes. A nivel de órdenes el más representativo fue Passeriformes, con 11 familias.

Trochilidae y Furnariidae fueron las familias más representativas, con seis especies cada una; seguidas de Tyrannidae y Trochilidae, con cuatro especies; y Troglodytidae, 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 *Euphonia xanthogaster* (eufonia ventrinaranja), con nueve individuos; seguida de *Myiotriccus ornatus* (mosquerito adornado), con seis individuos; y *Bubulcus ibis* (garza bueyera), con cinco individuos. Estas tres especies fueron las más representativas en el sitio. El resto de las especies están representadas con tres a un individuo cada una.

Tabla 5-139 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en El Domo-PMA-02

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Agelaiocercus coelestis</i>	Silfo colivioleta	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Heliodoxa jacula</i>	Brillante coroniverde	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis yaruqui</i>	Ermitaño bigotiblanco	2
Apodiformes	Trochilidae	<i>Schistes geoffroyi</i>	Colibrí piquicuña	1
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	3
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	5
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma ventripálida	3
Coraciiformes	Momotidae	<i>Baryphthengus platyrhynchus</i>	Momoto piquiancho	1
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus subrufescens</i>	Momoto gritón	1
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	1
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Chlorothraupis stoltzmanni</i>	Tangara pechiorácea	2
Passeriformes	Frigillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja	9
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cranioleuca erythropis</i>	Colaespina carirroja	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero del pacífico	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña	4
Passeriformes	Furnariidae	<i>Philydor rofum</i>	Limpiafronda cejuda	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Premnoplex brunnescens</i>	Subepalo moteado	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	Trepatroncos manchado	2
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaricula flavirostris</i>	Gralarita pechiorácea	1
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus uropygialis</i>	Cacique subtropical	4
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Vaquero brillante	2
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus tristriatis</i>	Reinita cabecillada	2
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita goliplomiza	2
Passeriformes	Pipridae	<i>Masius cryopterus</i>	Saltarín alidorado	2

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula schisticolor</i>	Hormiguerito pizarroso	3
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara lomiflama	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero variable	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero ventriamarillo	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara arthus</i>	Tangara dorada	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara palmera	2
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cyphorhinus phaeocephalus</i>	Soterrey canoro	1
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Soterrey montés	2
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterry criollo	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes striaticollis</i>	Mosquerito cuellistado	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiobicicus ornatus</i>	Mosquerito adornado	6
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social	4
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Zimmerius albigularis</i>	Tiranolete del Chocó	1
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus haematopygus</i>	Tucanete lomirrojo	1

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución relativamente homogénea, con dos especies Comunes y la mayoría de las especies Poco comunes. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Euphonia xanthogaster* (eufonia ventrinaranja), con un valor de $P_i = 9,28$.

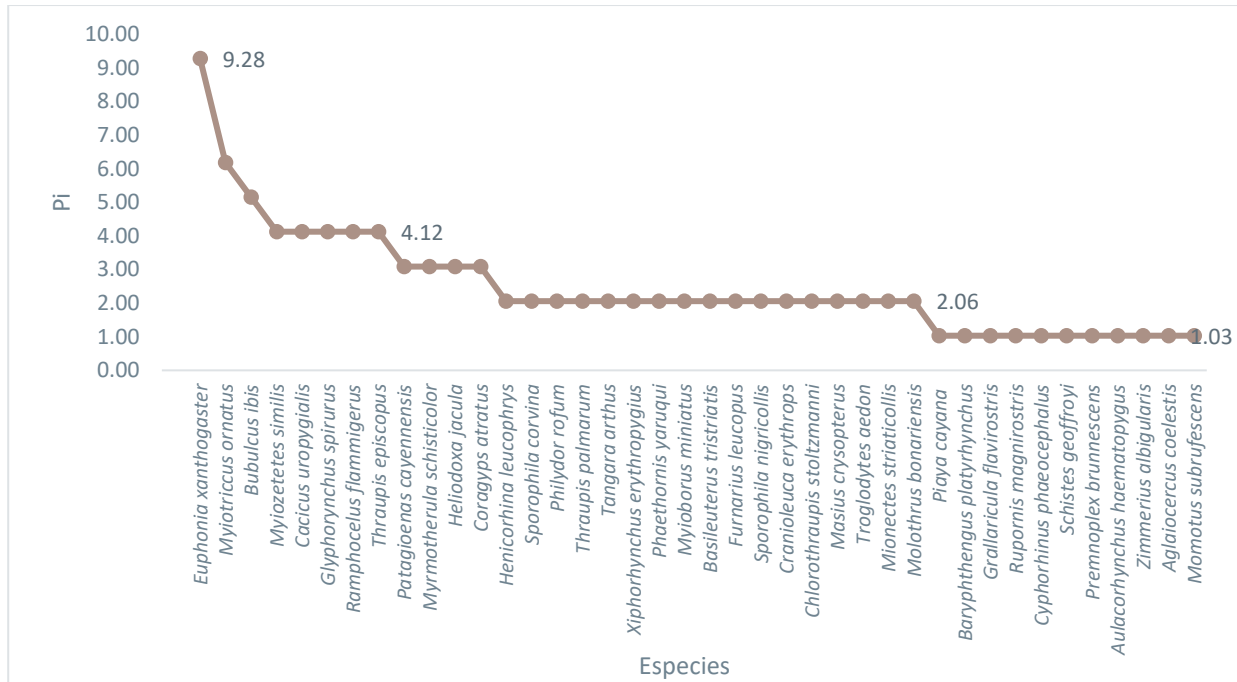


Figura 5-151 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en El Domo-PMA-02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva de Acumulación

Al analizar la curva de acumulación de especies se observó que está cercana a las especies esperadas, que registraron el 99,80 %, lo que indica que el esfuerzo de muestreo empleado es el ideal para este sitio.

El índice de Chao 1 alcanzó 40,08 especies esperadas, y el dato reportado en el campo fue de 40 especies.

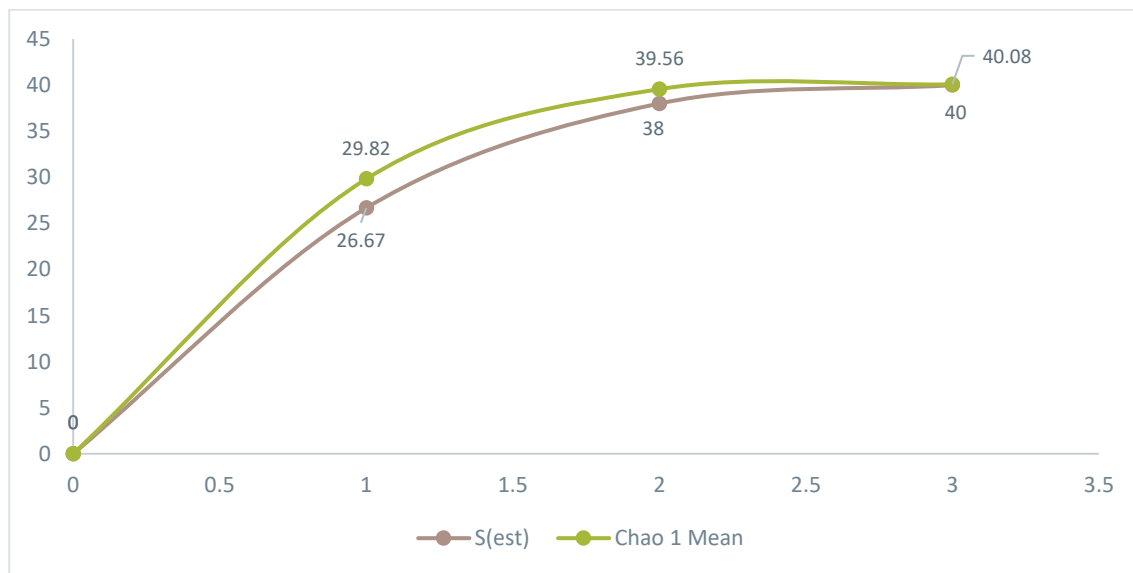


Figura 5-152 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas El Domo-PMA-02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El Derrumbe-PMA-03

Riqueza y Abundancia

En este punto se registraron 107 individuos de 37 especies de aves, pertenecientes a 16 familias y siete órdenes. A nivel de órdenes el más representativo fue Passeriformes, con 10 familias.

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

La especie más abundante en el sitio fue *Tangara arthus* (tangara dorada), con 12 individuos; seguida de *Thraupis palmarum* (tangara palmera), *Sporophila nigricollis* (espiguero ventriamarillo), *Aulacorhynchus haematopygus* (tucanete lomirrojo) y *Sporophila corvina* (espiguero variable), con seis especies cada una. Estas cinco especies fueron las más representativas en el sitio; las demás especies poseen de cinco a un individuo.

Tabla 5-140 Lista de Órdenes, Familias, Especies y Frecuencias en El Derrumbe-PMA-03

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis yaruqui</i>	Ermitaño bigotiblanco	4
Apodiformes	Trochilidae	<i>Thalurania hypochlora</i>	Ninfa ventriesmeralda	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Agelaiocercus coelestis</i>	Silfo colivioleta	2
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena wilsoni</i>	Inca pardo	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis symratorphorus</i>	Ermitaño ventrileonado	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Heliodoxa jacula</i>	Brillante coroniverde	1
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	1
Galliformes	Cracidae	<i>Chamaepetes goudotii</i>	Pava ala de hoz	4
Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremon brunneinuchus</i>	Matorralero gorrICASTAÑO	2
Passeriformes	Frigillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja	3
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña	2
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cranioleuca erythropis</i>	Colaespina carirroja	2
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Vaquero brillante	2
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus uropygialis</i>	Cacique subtropical	2
Passeriformes	Pipridae	<i>Masius crysopterus</i>	Saltarín alidorado	3
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmeciza exsul</i>	Hormiguero dorsicastaño	2
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Epinecrophylla fulviventris</i>	Hormiguerito ventrifulvo	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara arthus</i>	Tangara dorada	12
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara palmera	6
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero variable	6
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero ventriamarillo	6
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negriazulado	5
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja	5
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator atripennis</i>	Saltador alinegro	2
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara lomiflama	2

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterry criollo	2
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Soterrey montés	1
Passeriformes	Turdidae	<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario andino	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes striaticollis</i>	Mosquerito cuellistado	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes chrysocephalus</i>	Mosquero coronadorado	1
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus haematopygus</i>	Tucanete lomirrojo	6
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán mandíbula negra	4
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari piquipálido	3
Strigiformes	Strigidae	<i>Megacops colombianus</i>	Autillo colombiano	1
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	Trogón enmascarado	2
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Pharomachrus auriceps</i>	Quetzal cabecidorado	2

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La curva de abundancia relativa de las especies registradas en este punto muestra una distribución aparentemente homogénea, con una especie Abundante, pocas especies Comunes y la mayoría de las especies Poco comunes y Raras. Se puede observar una clara dominancia de la especie *Tangara arthus* (tangara dorada), con un valor de $P_i = 11,21$.

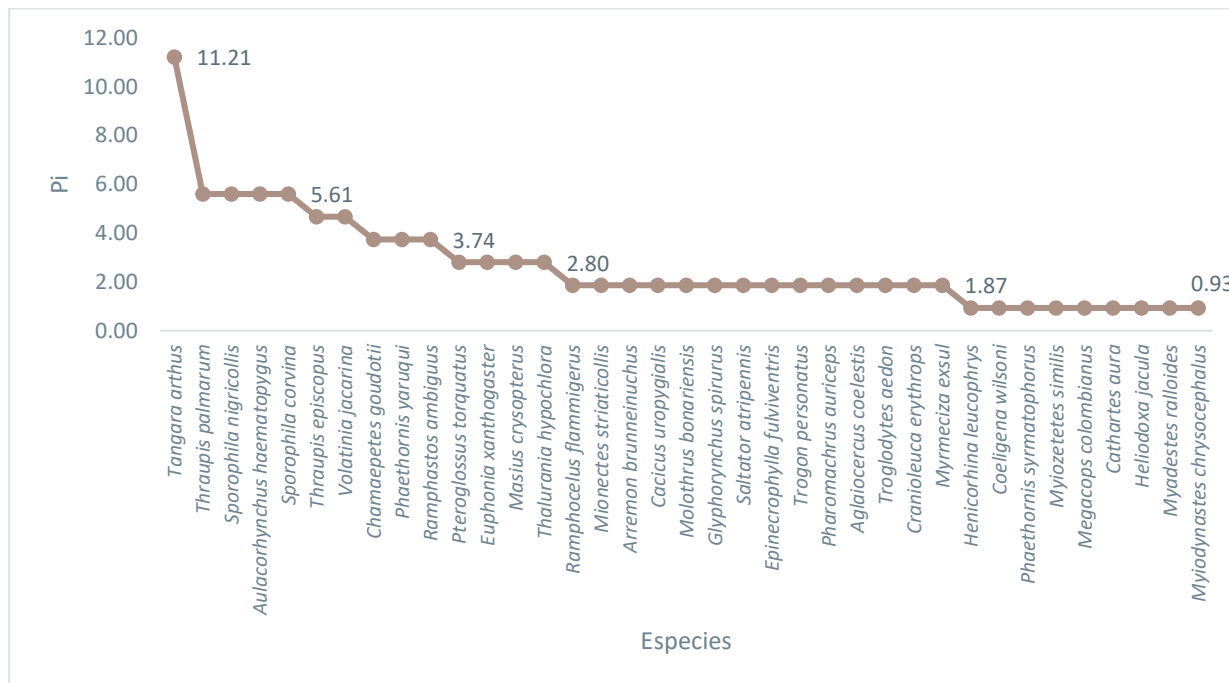


Figura 5-153 Abundancia Relativa de Especies de Aves Registradas en El Derrumbe-PMA-03

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva de Acumulación

Mediante el análisis de la curva de acumulación de especies se puede observar que la curva alcanza su asíntota, por lo que se registró el 100 % de las especies esperadas. El estimador Chao 1 predice que se puede encontrar en este punto 37 especies, lo cual muestra que durante el presente monitoreo se alcanzó un exitoso esfuerzo de muestreo para el sitio.

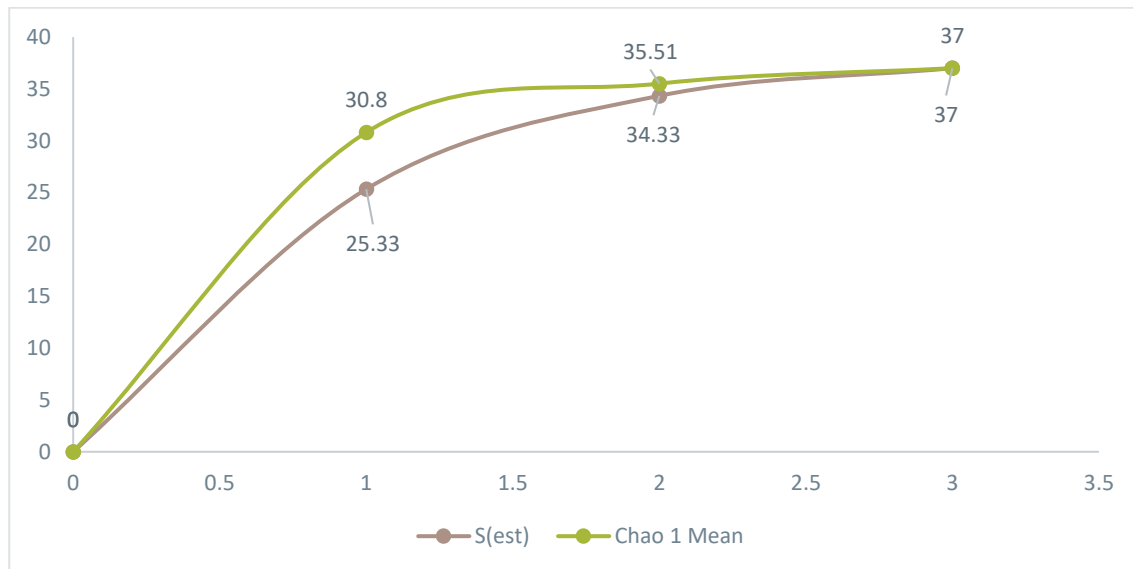


Figura 5-154 Curva Acumulación de Especies de Aves Registradas en El Derrumbe-PMA-03

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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-01 y PMA-02 son los más similares entre sí, con el 42 % de similitud entre las especies registradas. Los otros sitios de estudio presentan porcentajes de similitud inferiores al 45 %, 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 27 % de las especies.

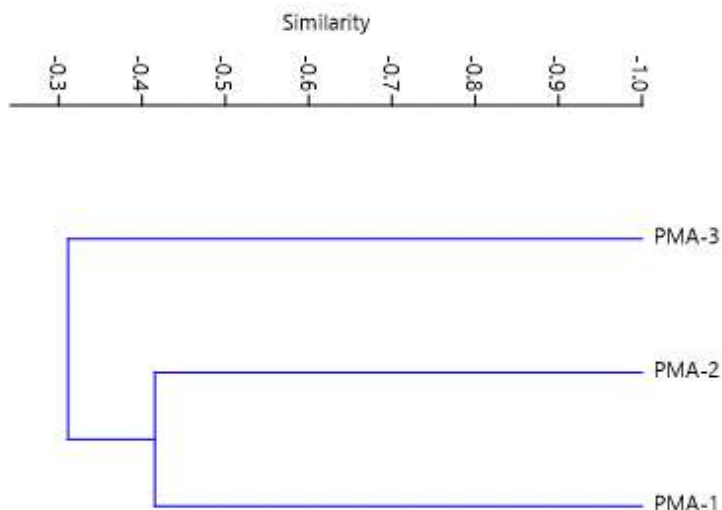


Figura 5-155 Clúster de Similitud entre los Puntos Cuantitativo de Avifauna

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Aspectos Ecológicos

Gremio Trófico

De las 90 especies de aves registradas en el área de estudio mediante los métodos de muestreo cuantitativo y cualitativo se definió la existencia de siete gremios tróficos: insectívoro, frugívoro, nectarívoro, omnívoro, granívoro, carnívoro y carroñero.

Como se aprecia en la Figura 5-156, los insectívoros fueron el gremio trófico más representativo en el área de estudio, con 48 % (N = 43); seguidos por los frugívoros, con el 16 % (N = 14); nectarívoros, con el 12 % (N = 11); omnívoros, con el 11 % (N = 10); granívoros, con el 7 % (N = 6); carnívoros, con el 4 % (N = 4) y los carroñeros, con el 2 % (N = 2) del total de las especies registradas.

Los gremios alimenticios estuvieron bien representados en el área de estudio 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.

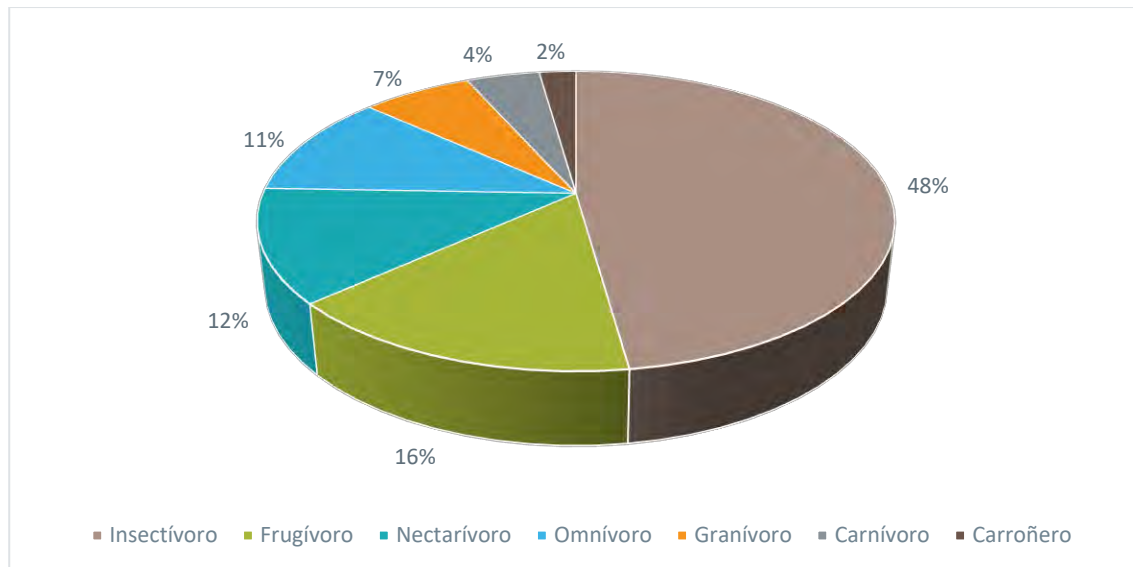


Figura 5-156 Porcentaje de Especies en cada Nicho Trófico Registrado en el Área de Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 en el área de estudio se definieron cinco estratos: aéreo, sotobosque, dosel, subdosel y terrestre.

En la Figura 5-157 se observa que los estratos más utilizados por las especies registradas son el sotobosque, con el 41 % (N = 37) y el subdosel, con el 37 % (N = 33), mientras que los estratos menos representados fueron el dosel, con el 15 % (N = 13); terrestre, con el 4 % (N = 4); y el estrato aéreo, con el 3 % (N = 3).

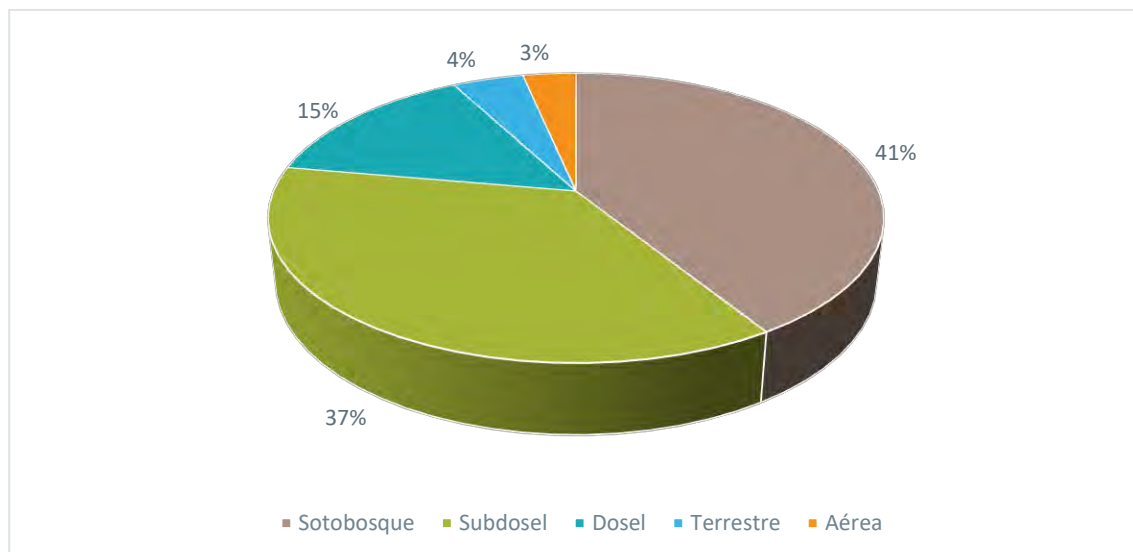


Figura 5-157 Porcentaje de Especies en cada Distribución General de Especies

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Hábito

Respecto a los hábitos de las aves (N = 90), se registró el 99 % (N = 89) de aves diurnas y el 1 % de aves nocturnas (N = 1), este hábito está representado por la especie *Megacops colombianus*.

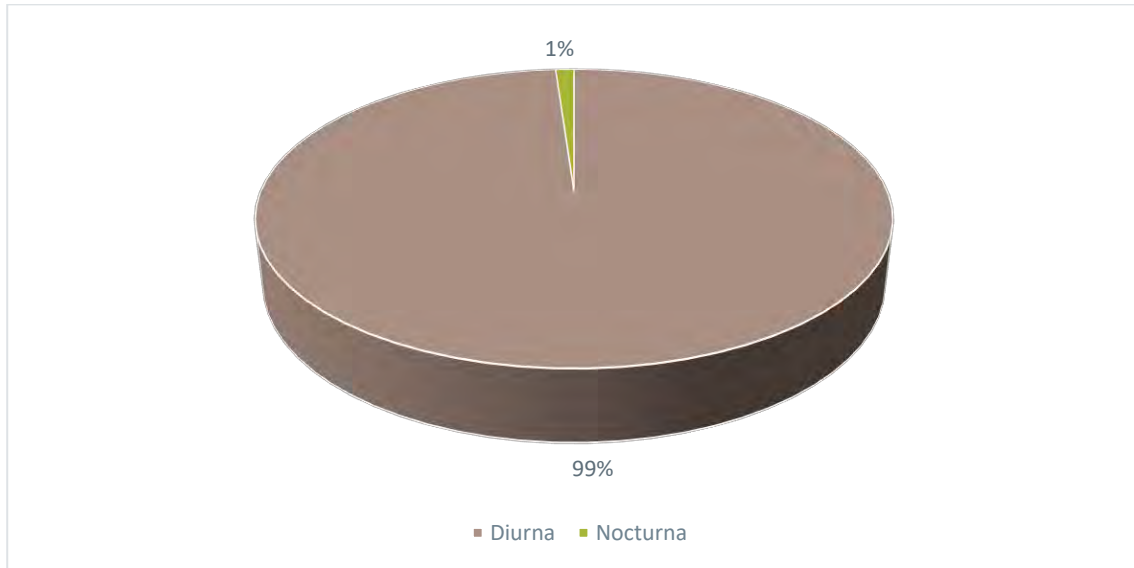


Figura 5-158 Porcentaje de Especies según su Hábito

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Sociabilidad

Entre las especies registradas, se definieron cuatro tipos de comportamiento social: parejas, solitario, bandadas mixtas y grupal. El tipo de comportamiento de parejas dominó en el área, con el 43 % (39 especies); el resto de las especies representaron el 19 % (N = 17) cada una.

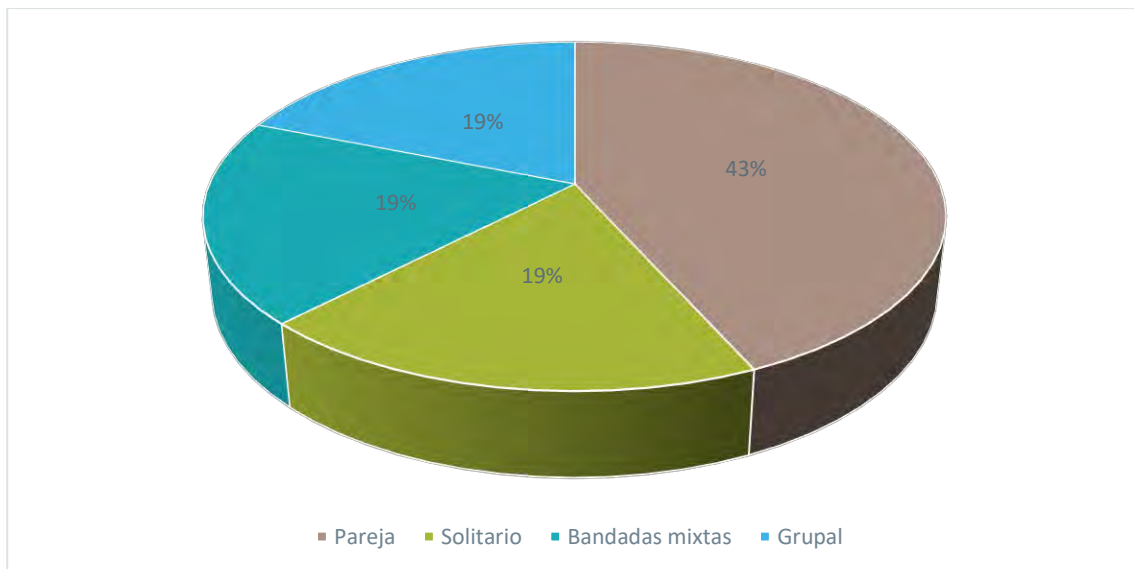


Figura 5-159 Porcentaje de Especies Según su Sociabilidad

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Especies Dominantes y Raras

Dentro de los puntos cuantitativos se registraron cuatro especies dominantes, *Euphonia xanthogaster* (N = 18), *Tangara arthus* (N = 17), *Aulacorhynchus haematopygus* y *Cacicus uropygialis*, con 10 individuos cada una. Las especies consideradas raras (un solo individuo registrado) fueron 22.

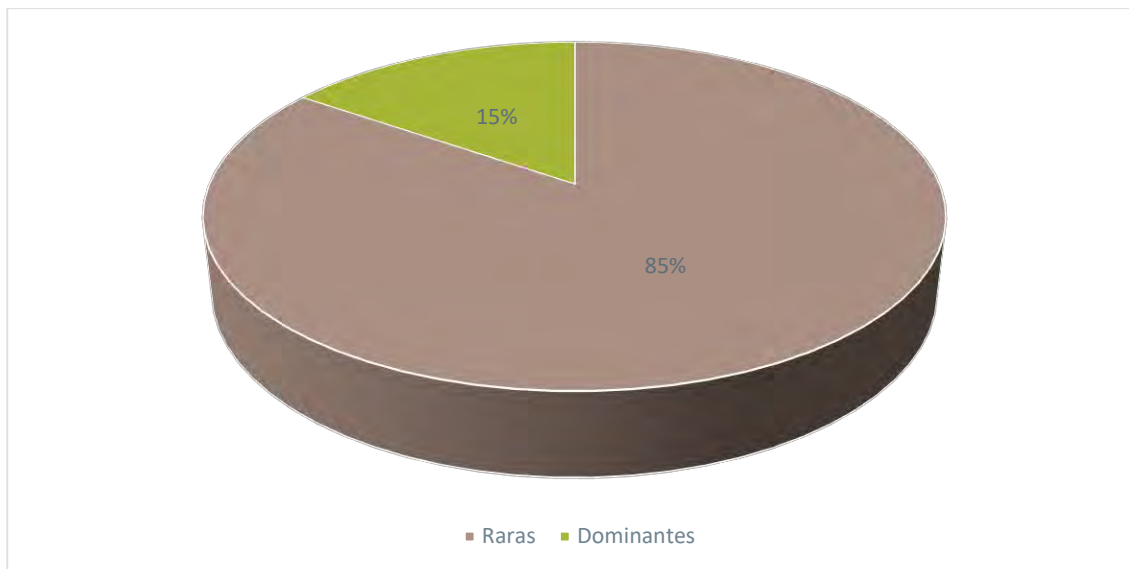


Figura 5-160 Porcentaje de Especies Dominantes y Raras

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Estado de Conservación

De las 90 especies registradas, 86 se consideran en la categoría de preocupación menor (LC) a nivel nacional; mientras que a nivel global (UICN) 85 especies están dentro de la categoría de preocupación menor (LC). Cinco de estas especies son altamente sensibles a cambios ambientales, además de estar estrechamente ligadas a áreas boscosas, y se consideran amenazadas, como se muestra en la siguiente tabla. Además, se registraron 15 especies en el Apéndice II de CITES, en su gran mayoría representadas por las especies de la familia Trochilidae (colibríes).

De las 90 especies registradas 88 son nativas; sin embargo, dos especies se consideran endémicas de las Bajuras del Chocó.

Tabla 5-141 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
Apodiformes	Trochilidae	<i>Agelaiocercus coelestis</i>	Silfo colivioleta	LC	LC	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia colirrufa	LC	LC	II	No
Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremon brunneinuchus</i>	Matorralero gorrICASTAÑO	LC	LC		No
Passeriformes	Emberizidae	<i>Atlapetes tricolor</i>	Matorralero tricolor	LC	LC		No

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	UICN Global	Lista Roja Ecuador	CITES (año)	Endemismo
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus haematopygus</i>	Tucanete lomirrojo	LC	LC		No
Coraciiformes	Momotidae	<i>Baryphthengus platyrhynchus</i>	Momoto piquiancho	LC	LC		No
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus tristriatis</i>	Reinita cabecillada	LC	LC		No
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	LC	LC		No
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus uropygialis</i>	Cacique subtropical	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranolete silbador	LC	LC		No
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	LC	LC		No
Passeriformes	Cotingidae	<i>Cephalopterus penduliger</i>	Pájaro paraguas	EN	EN		Bajuras del Chocó
Galliformes	Cracidae	<i>Chamaepetes goudotii</i>	Pava ala de hoz	LC	LC		No
Passeriformes	Emberizidae	<i>Chlorospingus flavigularis</i>	Clorospingo goliamarillo	LC	LC		No
Passeriformes	Emberizidae	<i>Chlorospingus semifuscus</i>	Clorospingo oscuro	LC	LC		No
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Chlorothraupis stoltzmanni</i>	Tangara pechiorácea	LC	LC		No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena wilsoni</i>	Inca pardo	LC	LC	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	Orejivioleta verde	LC	LC	II	No
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina buckleyi</i>	Tortolita ecuatoriana	LC	LC		No
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	LC	LC		No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cranioleuca erythrops</i>	Colaespina carirroja	LC	LC		No
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso	LC	LC		No
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cyphorhinus phaeocephalus</i>	Soterrey canoro	LC	LC		No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doryfera ludovicae</i>	Picolanza frentiverde	LC	LC	II	No
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio tijereta	LC	LC	II	No
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Epinecrophylla fulviventris</i>	Hormiguerito ventrifulvo	LC	LC		No
Passeriformes	Frigillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia ventrinaranja	LC	LC		No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eutoxeres aquila</i>	Pico de hoz puntiblanco	LC	LC	II	No

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	UICN Global	Lista Roja Ecuador	CITES (año)	Endemismo
Passeriformes	Formicariidae	<i>Formicarius rufipectus</i>	Formicario pechirrufo	LC	LC		No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero del pacífico	LC	LC		No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos piquicuña	LC	LC		No
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallarica flavirostris</i>	Gralarita pechiocrácea	NT	LC		No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Heliodoxa jacula</i>	Brillante coroniverde	LC	LC	II	No
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Soterrey montés	LC	LC		No
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón reidor	LC	LC	II	No
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma apical	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Lophotriccus pileatus</i>	Cimerillo crestiescamado	LC	LC		No
Passeriformes	Pipridae	<i>Masius crysopterus</i>	Saltarin alidorado	LC	LC		No
Strigiformes	Strigidae	<i>Megacops colombianus</i>	Autillo colombiano	LC	NT	II	No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes striaticollis</i>	Mosquerito cuellistado	LC	LC		No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Mitrospingus cassinii</i>	Tangara carinegruzca	LC	LC		No
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Vaquero brillante	LC	LC		No
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus subrufescens</i>	Momoto gritón	LC	LC		No
Passeriformes	Turdidae	<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario andino	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón crestioscuro	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiobius villosus</i>	Mosquerito pechileonado	LC	LC		No
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita goliplomiza	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes chrysocephalus</i>	Mosquero coronidorado	LC	LC		No
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Reinita crestinegra	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiotriccus ornatus</i>	Mosquerito adornado	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social	LC	LC		No

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	UICN Global	Lista Roja Ecuador	CITES (año)	Endemismo
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmeciza exsul</i>	Hormiguero dorsicastaño	LC	LC		No
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula schisticolor</i>	Hormiguerito pizarroso	LC	LC		No
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus cinnamomeus</i>	Cabezón canelo	LC	LC		No
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma ventripálida	LC	LC		No
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma rojiza	VU	LC		No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis syrmatophorus</i>	Ermitaño ventrileonado	LC	LC	II	No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis yaruqui</i>	Ermitaño bigotiblanco	LC	LC	II	Bajuras del Chocó
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Pharomachrus auriceps</i>	Quetzal cabecidorado	LC	LC		No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Philydor rofum</i>	Limpiafronda cejuda	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Phyllomyias cinereiceps</i>	Tiranolete cabecicinéreo	LC	LC		No
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	LC	LC		No
Piciformes	Picidae	<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero pardo	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Platyrinchus mystaceus</i>	Picochato goliblanco	LC	LC		No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Premnoplex brunnescens</i>	Subepalo moteado	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pseudotriccus pelzelni</i>	Tirano enano brozeado	LC	LC		No
Piciformes	Tyrannidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari piquipálido	NT	NT		No
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán mandíbula negra	NT	NT		No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara lomiflama	LC	LC		No
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	LC	LC	II	No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator atripennis</i>	Saltador alinegro	LC	LC		No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Schistes geoffroyi</i>	Colibrí piquicuña	LC	LC	II	No
Passeriformes	Frigillidae	<i>Spinus xanthogastrus</i>	Jilguero ventriamarillo	LC	LC		No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero variable	LC	LC		No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero ventriamarillo	LC	LC		No

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	UICN Global	Lista Roja Ecuador	CITES (año)	Endemismo
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina alirrasposa	LC	LC		No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara arthus</i>	Tangara dorada	LC	LC		No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara icterocephala</i>	Tangara goliplata	LC	LC		No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Pipraeidea melanonota</i>	Tangara pechianteada	LC	LC		No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara nigroviridis</i>	Tangara lentejuelada	LC	LC		No
Apodiformes	Trochilidae	<i>Thalurania hypochlora</i>	Ninfa ventriesmeralda	LC	LC	II	No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja	LC	LC		No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara palmera	LC	LC		No
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterry criollo	LC	LC		No
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	Trogón enmascarado	LC	LC		No
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo ecuatoriano	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	LC	LC		No
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negrizulado	LC	LC		No
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	Trepatroncos manchado	LC	LC		No
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Zimmerius albigularis</i>	Tiranolete del Chocó	LC	LC		No

Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;
 Datos Insuficientes (DD), Preocupacion 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: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 90 especies distribuidas en tres puntos cuantitativos y ocho cualitativos, siendo la categoría Media la de mayor representación, con un total de 52 especies correspondientes al 58 %; seguidas de las especies de sensibilidad Baja, con el 30 % (27); y por último, las especies con sensibilidad Alta, con el 12 % (11).

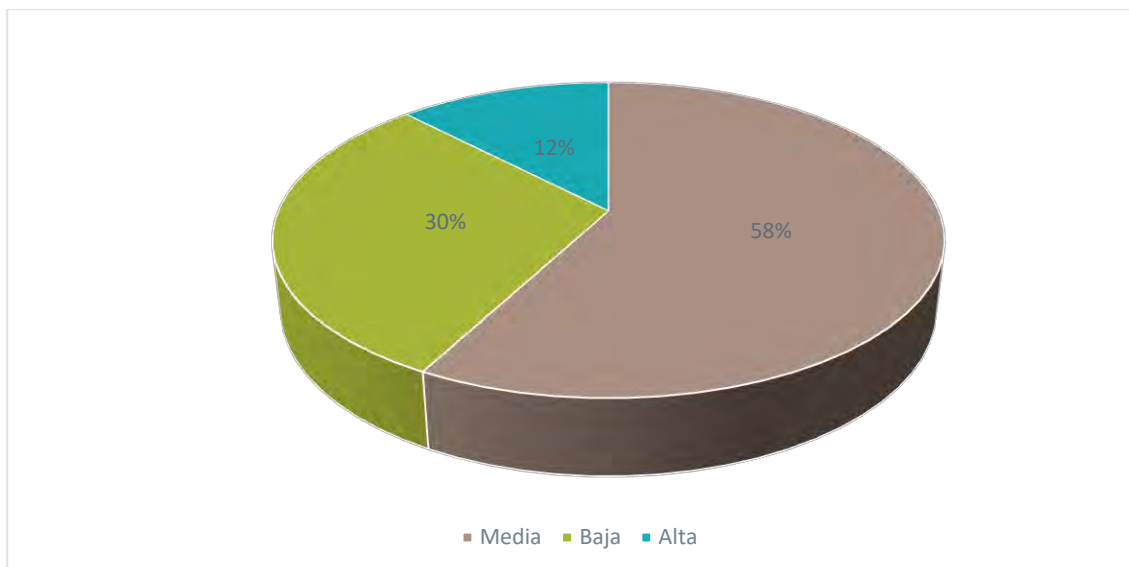


Figura 5-161 Porcentaje de Sensibilidad de las Especies de Aves Registradas en el Área de Muestreo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Especies Indicadoras

Como grupo indicador se ha analizado al gremio trófico de los insectívoros. El análisis basado en este gremio constituye una de las herramientas más útiles para determinar la calidad y el estado de un ecosistema. La selección de este gremio alimentario (Ardeidae, Cuculidae, Formicariidae, Furnariidae, Grallariidae, Hirundinidae, Icteridae, Momotidae, Parulidae, Picidae, Thamnophilidae, Tityridae, Troglodytidae, Trogonidae, Turdidae y Tyrannidae) como indicador (población/especie) se debe a las siguientes razones:

- > Suficientemente sensibles para detectar las fases de cambio
- > Distribuidas a una escala geográfica amplia o ampliamente aplicables
- > 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.

Adicionalmente, continuar haciendo énfasis en las especies con distribución restringida y endémica de la biorregión del Chocó, como es el caso de *Cephalopterus penduliger* y *Phaethornis yaruqui*.

Uso del Recurso

En general, las comunidades aledañas no efectúan usos directos de los grupos de aves presentes en el sector.

Comparación con Estudios Anteriores

En este capítulo se compara la riqueza de aves registrada durante los monitoreos bióticos: Campaña noviembre 2019, Campaña noviembre 2020 y Campaña marzo 2021. No se puede realizar una comparación estadística o una comparación de índices de diversidad debido a que en los estudios anteriores el esfuerzo de muestreo y el área estudiada son inferiores al actual estudio. En la gráfica se puede observar que la riqueza de las especies del monitoreo del 2020 es la más alta, con 137 especies; en las últimas dos campañas se observa que la riqueza ha disminuido en un promedio de 39 especies. Esto puede deberse a los cambios que ha sufrido el área de estudio por la influencia antrópica evidenciada en el lugar. Así como también puede deberse a las condiciones climáticas al momento del muestreo en cada uno de los monitoreos citados.

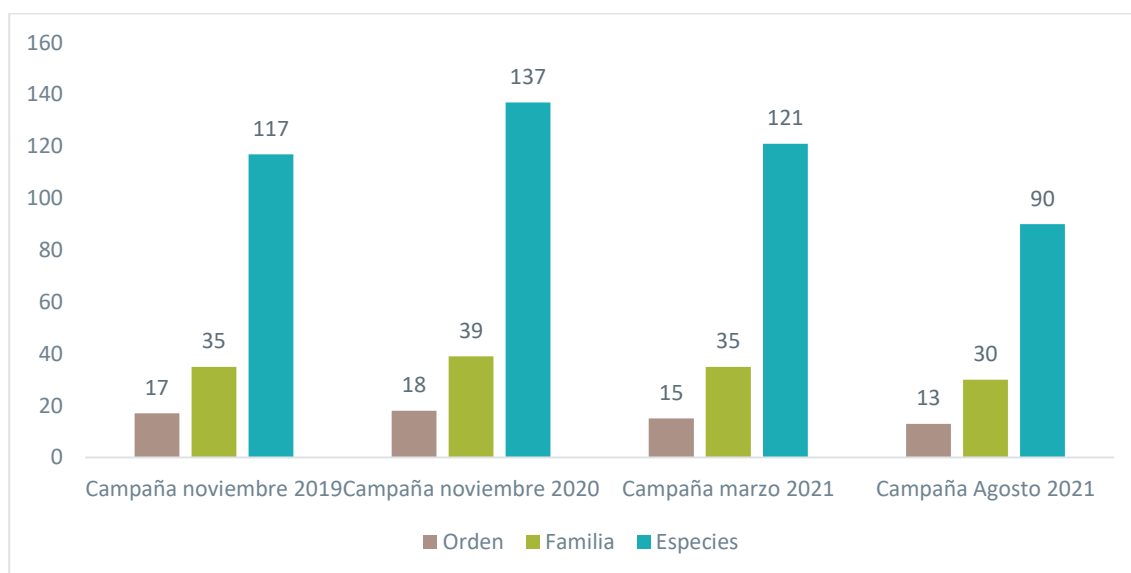


Figura 5-162 Avifauna Registrada en las Campañas de Muestreo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Las campañas de noviembre 2020 y marzo 2021 coinciden en que la especie con mayor dominancia fue *Glyphorhynchus spirurus*; en esta última campaña se observa que la especie con mayor dominancia fue *Euphonia xanthogaster*, lo cual discrepa de las anteriores campañas; sin embargo, estas dos especies son comunes en esta zona.

En cuanto a la riqueza y abundancia de las campañas realizadas en el Proyecto Minero Curipamba - El Domose observa que existen fluctuaciones en cada campaña, pese a esto no hay un cambio significativo en los datos de riqueza del sitio, ya que se siguen registrando las mismas especies en los monitoreos.

El ensamblaje de las especies por gremios alimenticios estuvo constituido por siete niveles, donde los insectívoros fueron dominantes. Por otro lado, la abundancia de los frugívoros y nectarívoros está sujeta principalmente a la disponibilidad de recursos (Sagrario & Cueto, 2011). Así, en muchos de los casos, la abundancia puede variar dependiendo de factores relacionados con la estacionalidad y la disponibilidad de los recursos.

Discusión

La región del Chocó es considerada como uno de los 25 puntos calientes de biodiversidad dado su alto grado de endemismo y la gran amenaza que sufren sus bosques por presión humana (BirdLife International, 2018). Durante esta campaña se registró el 5,29 % de las 1699 especies registradas para el Ecuador (Freile & Pontificia Universidad del Ecuador, 2019) y el 4 % de las 50 aves endémicas de la biorregión del Chocó (Stattersfield et al., 1998).

La riqueza de aves por punto fue bastante similar entre todos los sitios monitoreados, siendo los puntos de muestreo cualitativo POA-1 y POA-2 los que presentaron la riqueza más alta; sin embargo, la diferencia de la riqueza en los sitios no es significativa entre los puntos pero hay que tomar en cuenta que la composición de especies es bastante diferente entre estos sitios, como lo muestra el índice de similitud de Jaccard. Los puntos que más especies compartieron fueron POA-3 y POA-5. Para los puntos de muestreo cuantitativo se observa el mismo patrón, siendo los puntos PMA-1 y PMA-2 los que presentaron la mayor riqueza de especies, lo que muestra que probablemente estos dos sitios tienen una estructura del bosque compleja, la cual permite albergar una gran cantidad de especies e individuos. Los índices de diversidad muestran una diversidad alta en todos los puntos cuantitativos, aunque la dominancia expresada mediante el índice de Simpson muestra que la estructura de la comunidad de aves es bastante homogénea sin especies dominantes, lo cual es un signo de un bosque en buen estado (Magurran A. E., 1988).

5.2.5.2.2 Mastofauna

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levanta para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos se pueden revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; F. Registro Fotográfico, F.2 Biótico

Análisis General

Riqueza de Especies

En el área de estudio, se reportó un total de 19 especies de mamíferos agrupados en ocho familias y cinco órdenes por métodos cuantitativos y cualitativos. En la siguiente tabla se detallan los órdenes y número de especies registradas (Tabla 5-142).

Tabla 5-142 Mastofauna Registrada en el Área de Estudio en el Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Murciélago frutero fraternal
			<i>Artibeus aequatorialis</i>	Murciélago frutero ecuatoriano
			<i>Choeroniscus periosus</i>	Murciélago longirostro mayor
			<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta
			<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélago de hombros amarillos de Ludovic
			<i>Sturnira bidens</i>	Murciélago bidentado de hombros amarillos
			<i>Sturnira bogotensis</i>	Murciélago de hombros amarillos de Bogotá
			<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago de hombros amarillos pequeño
			<i>Rhinophylla alethina</i>	Murciélago frutero pequeño peludo
			<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro común
			<i>Anoura aequatoris</i>	Murciélago longirostro ecuatoriano

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta de tierras bajas
		Dsyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa centroamericana
		Sciuridae	<i>Microsciurus simonsi</i>	Ardilla enana de Simons
	Carnívora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Yaguarundi
		Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Cusumbo
			<i>Procyon cancrivorus</i>	Oso lavador cangrejero
	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas
Primates	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador	

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El orden más diverso fue Chiroptera, agrupando al 57,89 % de las especies registradas; seguido de los órdenes Rodentia y Carnívora, con el 15,78 % cada uno; Cingulata y Primates representan el 5,26 % cada uno.

En cuanto a las familias, la mejor representada fue Phyllostomidae, que contiene al 57,89 % de todas las especies reportadas en el área de estudio; seguida de la familia Procyonidae, con el 10,52 %; mientras que las demás familias están representadas por una sola especie.

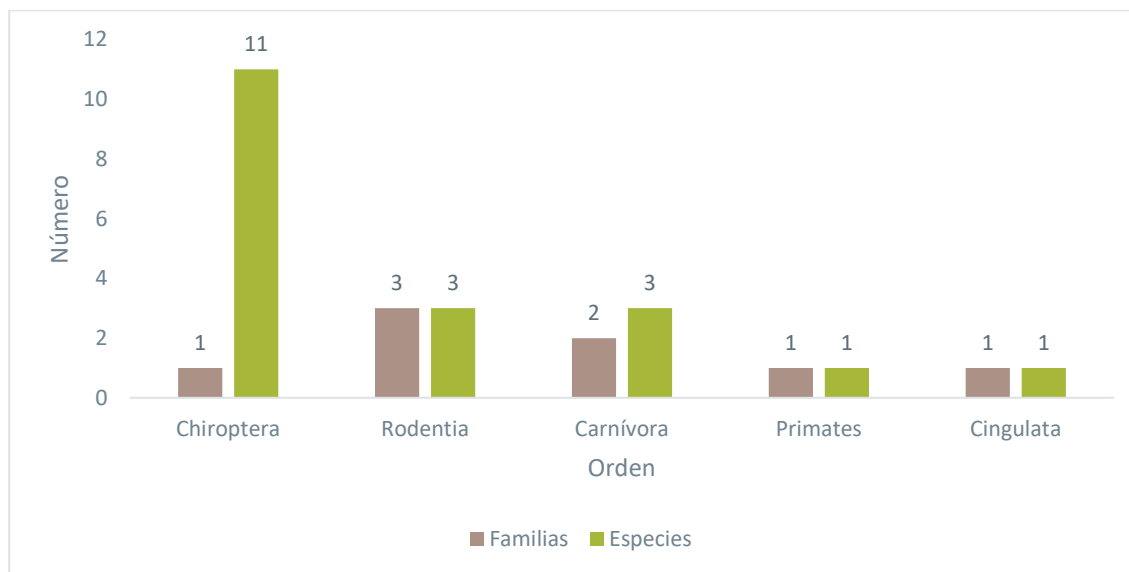


Figura 5-163 Diversidad Taxonómica de la Mastofauna dentro del área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

Así también, como se muestra en la siguiente tabla, la especie con mayor abundancia en el área de estudio es el murciélago de hombros amarillos de Ludovic (*Sturnira ludovici*), con el 0,21, lo cual equivale al 21,42 % de los registros cuantitativos; seguido por *Sturnira bidens*, que representa el 19,04 % de los registros cuantitativos.

Tabla 5-143 Abundancia de Especies de Mastofauna dentro del Área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Orden	Familia	Nombre Científico	Abundancia Total	Abundancia Relativa (pi)
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira ludovici</i>	9	0,21
		<i>Sturnira bidens</i>	8	0,19
		<i>Artibeus fraterculus</i>	7	0,16
		<i>Carollia brevicaudum</i>	7	0,16
		<i>Sturnira erythromos</i>	4	0,09
		<i>Rhinophylla alethina</i>	2	0,05
		<i>Desmodus rotundus</i>	1	0,02
		<i>Sturnira bogotensis</i>	1	0,02
		<i>Anoura aequatoris</i>	1	0,02
		<i>Artibeus aequatorialis</i>	1	0,02
		<i>Choeroniscus periosus</i>	1	0,02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Conforme la siguiente figura, se confirma la dominancia de una sola especie dentro del ecosistema estudiado *Sturnira ludovici* que representa el 21,42 % de todos los individuos registrados durante la fase de campo.

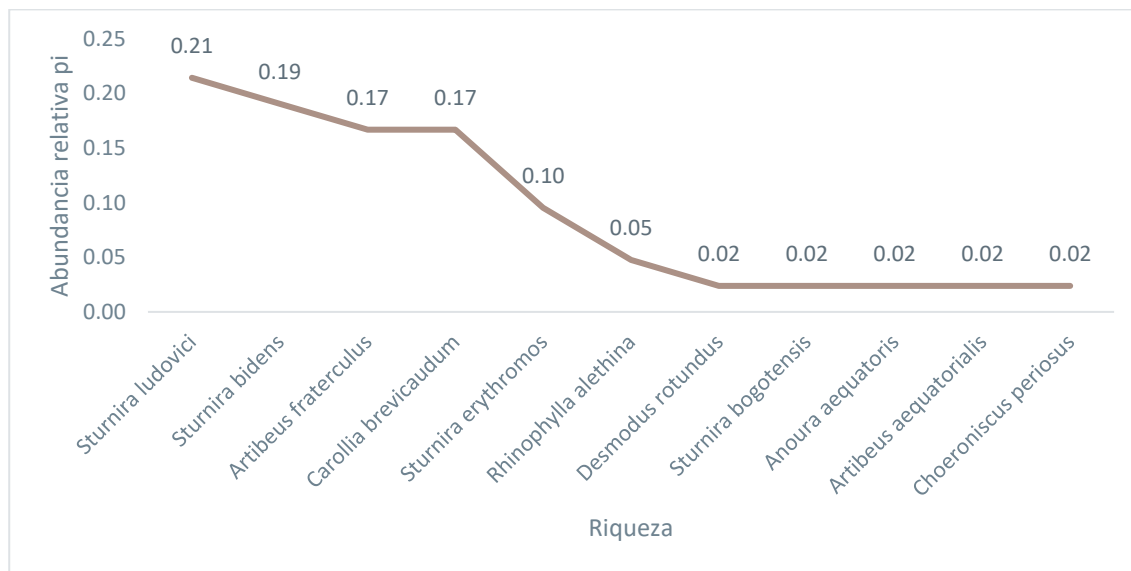


Figura 5-164 Curva de Rango/Dominancia de las Especies de Mastofauna Registradas en el Área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índices de Diversidad Alfa

Índice de Diversidad de Shannon

Para el área de estudio el índice de Shannon presenta un valor $H' = 2,057$ bits. El hecho de encontrar a la comunidad de mastofauna en el rango más bajo posible ($< 2,90$ bits) (Yáñez, 2010) sugiere una diversidad media para esta área.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson muestra un valor de 0,15 que también indica una diversidad media.

Tabla 5-144 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo

Shannon_H	Dominance_D	Interpretación
2,057	0,15	Diversidad media

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 11 especies; sin embargo, según el índice de Chao-1 la riqueza estimada es de 15,89 especies. Es decir que en el presente estudio se registró el 69,22 % de especies. En cuanto la curva de acumulación, esta no llega a su asíntota, es decir que falta un 30,78 % de especies por registrar, por lo que en caso de aumentar las unidades y esfuerzo de muestreo se podrá incrementar el listado de la riqueza del lugar (Adler & Lauenroth, 2003).

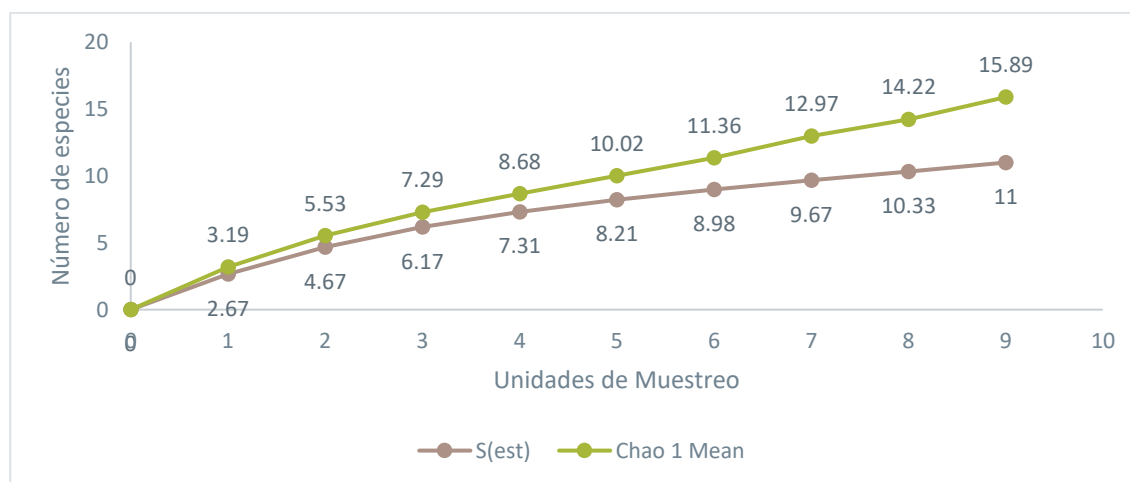


Figura 5-165 Curva de Acumulación de Especies de Mastofauna dentro del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis Cualitativo

Riqueza

En los ocho puntos de muestreo cualitativo dentro del área de estudio se reportaron ocho especies de mamíferos, agrupados en ocho familias y cuatro órdenes en total.

Tabla 5-145 Mastofauna Registrada en el Área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Clase	Orden	Familia	Especie	POM-01	POM-02	POM-03	POM-04	POM-05	POM-06	POM-07	POM-08	
Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	TC	TC		V		V			
		Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>		V	V						
		Sciuridae	<i>Microsciurus simonsi</i>								V	
	Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>		V							
		Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>			H						
		Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>					H				
	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	TC	TC	V	V	V		V		
Primates	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	V		V							

Simbología: TC: Trampas Camara; V: Visual; H: Huellas

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 en su totalidad, por lo que se supone que faltaría un pequeño porcentaje de especies por reportarse.

El índice de Chao 2 alcanzó 9,75 especies. De la información reportada en este monitoreo, ocho especies fueron registradas representando un 82,05 % de las especies estimadas, por lo que se determina que el esfuerzo de monitoreo es representativo.

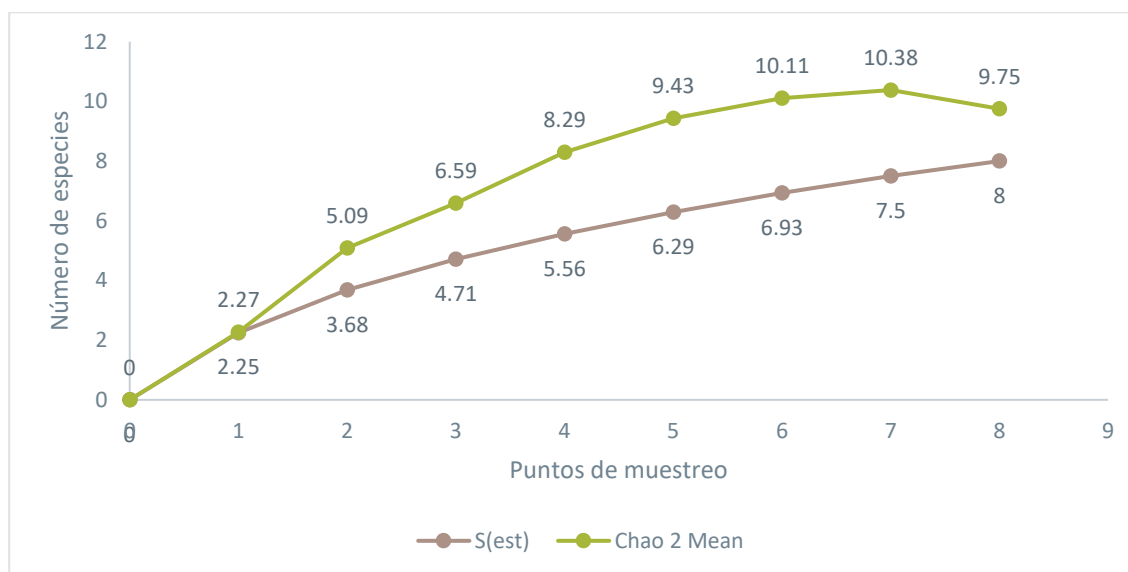


Figura 5-166 Curva de Acumulación e Índice Chao 2 para los Puntos de Muestreo Cualitativos en el Área de Estudio del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis por Punto de Muestreo

Punto de Muestreo POM-01

En este punto de muestreo se registró a tres especies pertenecientes a tres familias y tres órdenes.

Tabla 5-146 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-01 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Clase	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Mammalia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Nativo	I	Vulnerable	En Peligro

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: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto de Muestreo POM-02

En este punto de muestreo se registró a cuatro especies pertenecientes a cuatro familias y tres órdenes, donde el orden Rodentia se representa con dos especies.

Tabla 5-147 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-02 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Clase	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Mammalia	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Casi amenazado
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Nativo	N/A	Vulnerable	En Peligro
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor

Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto de Muestreo POM-03

En este punto de muestreo se registró cuatro especies pertenecientes a cuatro familias y cuatro órdenes.

Tabla 5-148 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-03 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Clase	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Mammalia	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Casi amenazado
	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Nativo	I	Vulnerable	En Peligro
	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Datos insuficientes
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto de Muestreo POM-04

En este punto de muestreo se registró un total de dos especies (*Dasyopus novemcinctus* y *Dasyprocta punctata*) pertenecientes a dos familias y dos órdenes

Tabla 5-149 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-04 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Clase	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Mammalia	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Nativo	N/A	Vulnerable	En Peligro
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres						

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto de Muestreo POM-05

En este punto de muestreo se registró un total de dos especies (*Dasyopus novemcinctus* y *Procyon cancrivorus*) pertenecientes a dos familias y dos órdenes.

Tabla 5-150 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-05 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Clase	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Mammalia	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor

Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto de Muestreo POM-06

En este punto de muestreo se registró una especie (*Dasyprocta punctata*) perteneciente a la familia Dasyproctidae y al orden Rodentia.

Tabla 5-151 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM – 06 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Clase	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Mammalia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Nativo	N/A	Vulnerable	En Peligro

Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto de Muestreo POM-07

En este punto de muestreo se registró una especie (*Dasybus novemcinctus*) perteneciente a la familia Dasypodidae y al orden Cingulata.

Tabla 5-152 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo POM-07 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Clase	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Mammalia	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor

Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto de Muestreo POM-08

En este punto de muestreo se registró una especie (*Microsciurus simonsi*) perteneciente a la familia Sciuridae y al orden Rodentia.

Tabla 5-153 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo MMR2-2 del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Clase	Familia	Especie	Estado de Conservación			
			Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Mammalia	Sciuridae	<i>Microsciurus simonsi</i>	Endémico	N/A	Preocupación menor	No evaluado

Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad Beta

Índice de Bray Curtis

Como se puede ver en la Figura 5-167, la similaridad indica que los puntos de monitoreo POM-05 y POM-07 presentan una similitud por compartir tan solo un individuo de la misma especie, mientras que el punto POM-08 es totalmente disímil, ya que solo ese punto de muestreo presenta un individuo de *Microsciurus simonsi*. Así también el punto POM-03 se encuentra dentro de la agrupación de los otros puntos, aunque forma un solo grupo, ya que se halló una mayor cantidad de individuos de diferentes especies.

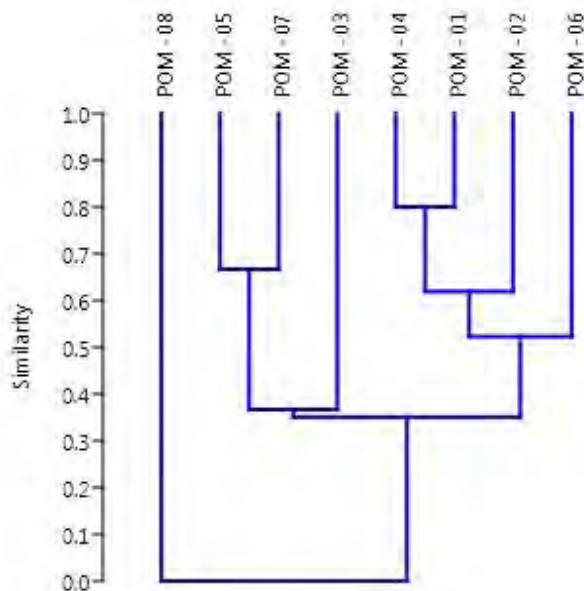


Figura 5-167 Clúster del Índice de Bray Curtis para los Puntos de Muestreo del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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; no se tomó en cuenta el método de captura de trampas Sherman o Tomahawk, ya que a pesar del esfuerzo de muestreo no se registró ninguna especie de micromamífero no volador. Por esta razón, es preciso mencionar que la riqueza total de especies

registradas cuantitativamente es de 11 especies y 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.

El Panecillo-PMM-01

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza, se registraron cuatro especies pertenecientes a una familia y un orden. En este punto de muestreo solo los chiropteros se hicieron presentes. La riqueza total se indica en la siguiente tabla.

Tabla 5-154 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo El Panecillo-PMM-01

Clase	Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
				Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicaudum</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
			<i>Sturnira bidens</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Casi Amenazado
			<i>Rhinophylla alethina</i>	Nativo	N/A	Casi amenazado	Datos insuficientes
			<i>Desmodus rotundus</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

En cuanto a la abundancia en el punto de monitoreo PMM-01 se registró un total de nueve individuos pertenecientes a cuatro especies, siendo *Carollia brevicaudum* la mejor representada, con el 44,44 %. En Tabla 5-155 se detallan los valores porcentuales de cada especie:

Tabla 5-155 Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto de Muestreo El Panecillo-PMM-01

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicaudum</i>	4	44,44 %
			<i>Sturnira bidens</i>	2	22,22 %
			<i>Rhinophylla alethina</i>	2	22,22 %
			<i>Desmodus rotundus</i>	1	11,11 %

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice de Diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon presenta un valor $H' = 1,27$ 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.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de diversidad de Simpson otorga un valor $1-D = 0,69$ sugiriendo una diversidad baja para el área muestreada.

Tabla 5-156 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo

Shannon_H	Dominance_D	Interpretación
1,27	0,69	Diversidad baja

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El Domo-PMM-02

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza, se registraron seis especies pertenecientes a una familia y un orden. En este punto de muestreo solo los quiropteros se hicieron presentes. La riqueza total se indica en la siguiente tabla.

Tabla 5-157 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo El Domo-PMM-02

Clase	Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
				Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Datos insuficientes
			<i>Sturnira ludovici</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
			<i>Sturnira bidens</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Casi amenazado
			<i>Sturnira bogotensis</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
			<i>Sturnira erythromos</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
			<i>Anoura aequatoris</i>	Nativo	N/A	No evaluado	No evaluado

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

En cuanto a la abundancia, en el punto de monitoreo PMM-02 se registró un total de 21 individuos pertenecientes a seis especies, siendo *Sturnira bidens* la especie mejor representada, con el 28,57 %. En la Tabla 5-158 se detallan los valores porcentuales de cada especie:

Tabla 5-158 Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto de Muestreo El Domo-PMM-02

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	5	23.81 %
			<i>Sturnira ludovici</i>	4	19.05 %
			<i>Sturnira bidens</i>	6	28.57 %

			<i>Sturnira bogotensis</i>	1	4.76 %
			<i>Sturnira erythromos</i>	4	19.05 %
			<i>Anoura aequatoris</i>	1	4.76 %

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice de Diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon presenta un valor $H' = 1,62$ 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.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de diversidad de Simpson otorga un valor $1-D = 0,78$ sugiriendo que el área presenta una menor diversidad.

Tabla 5-159 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo

Shannon_H	Dominance_D	Interpretación
1,62	0,78	Diversidad baja

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El Derrumbe-PMM-03

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza, se registraron cinco especies pertenecientes a una familia y un orden. En este punto de muestreo solo los chiropteros se hicieron presentes. La riqueza total se indica en la siguiente tabla.

Tabla 5-160 Mastofauna Registrada en el Punto de Muestreo El Derrumbe-PMM-03

Clase	Orden	Familia	Especie	Estado de Conservación			
				Origen	CITES	UICN	Listas Rojas Ecuador
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira ludovici</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
			<i>Carollia brevicaudum</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Preocupación menor
			<i>Artibeus fraterculus</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Datos insuficientes
			<i>Artibeus aequatorialis</i>	Nativo	N/A	Preocupación menor	Datos insuficientes
			<i>Choeroniscus periosus</i>	Nativo	N/A	Vulnerable	Vulnerable

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

En cuanto a la abundancia, en el punto de monitoreo PMM-03 se registró un total de 25 individuos pertenecientes a cinco especies, siendo *Sturnira ludovici* la especie mejor representada, con el 36 %. En la Tabla 5-161 se detallan los valores porcentuales de cada especie:

Tabla 5-161 Abundancia de Especies de Mamíferos Registrados dentro del Punto de Muestreo El Derrumbe-PMM-03

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira ludovici</i>	9	36 %
			<i>Carollia brevicaudum</i>	7	28 %
			<i>Artibeus fraterculus</i>	7	28 %
			<i>Artibeus aequatorialis</i>	1	4 %
			<i>Choeroniscus periosus</i>	1	4 %

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice de Diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon presenta un valor $H' = 1,33$ 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.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de diversidad de Simpson otorga un valor $1-D = 0,71$ sugiriendo que el área presenta una menor diversidad.

Tabla 5-162 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo

Shannon_H	Dominance_D	Interpretación
1,33	0,71	Diversidad baja

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Aspectos Ecológicos

Gremio Alimenticio

El gremio alimenticio más representativo es el de los frugívoros, con el 63,16 %; seguido por los carnívoros y nectarívoros, que representan el 10,53 % cada uno; mientras que los hematófagos, generalistas y folívoros representan el 5,26 % cada uno.

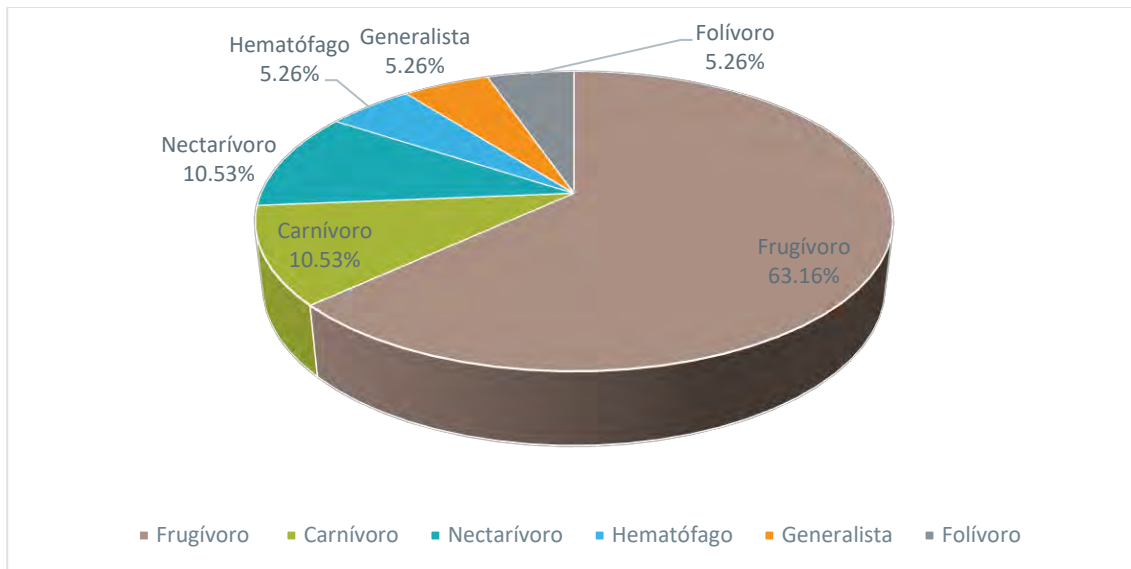


Figura 5-168 Gremio Trófico de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Hábito

En cuanto al hábito, las especies nocturnas fueron las mejor representadas, con el 78,95 %; las especies diurnas representan el 15,79 %; mientras que solo *Herpailurus yagouaroundi* representa el 5,26 % como especie con dos hábitos, diurno y nocturno.

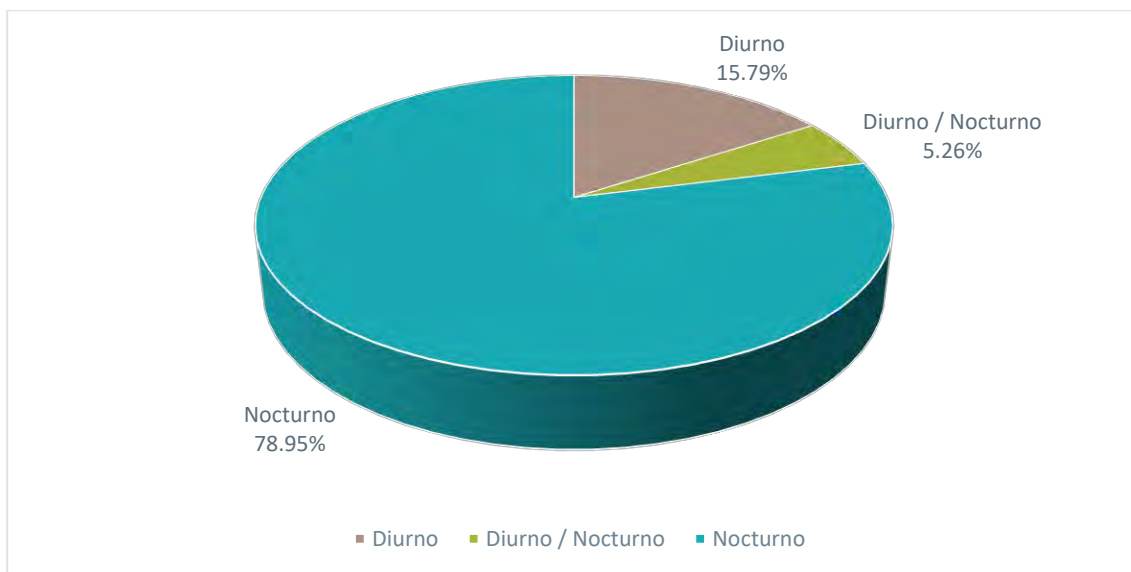


Figura 5-169 Hábito de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Locomoción

Dentro del área de estudio, en cuanto a la locomoción, las especies aéreas fueron las mejor representadas con el 57,89 %; seguidas por las especies terrestres, con el 26,32 %. Las especies que ocupan el dosel representaron el 10,53 %; mientras que *Microsciurus simonsi* representa el 5,26 % como especie de sotobosque.

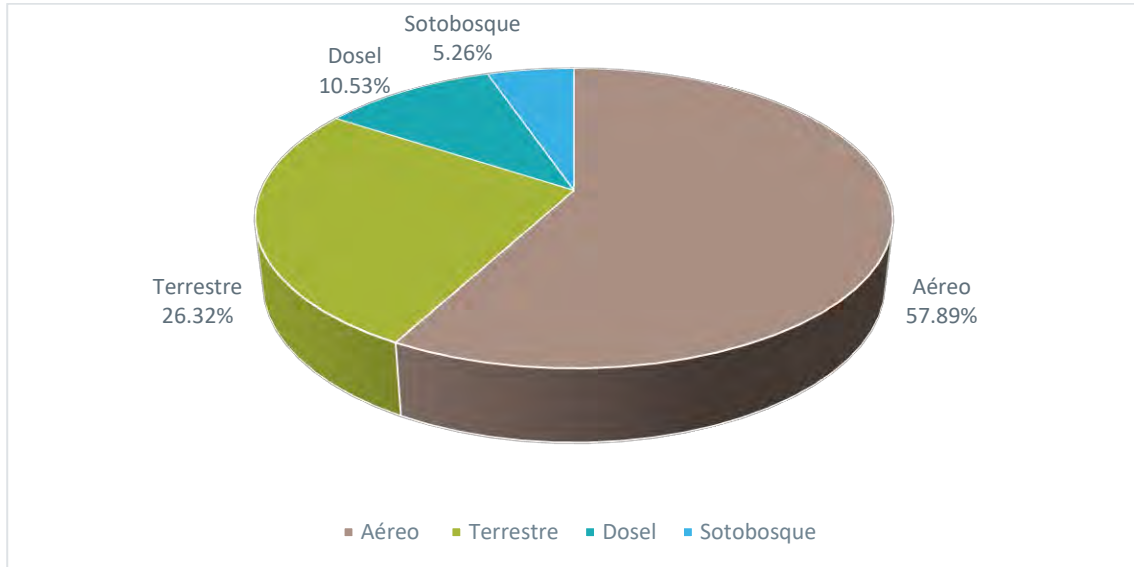


Figura 5-170 Locomoción de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Sociabilidad

El 63,16 % está representado por especies gregarias, mientras que las especies solitarias representan el 36,84 %.

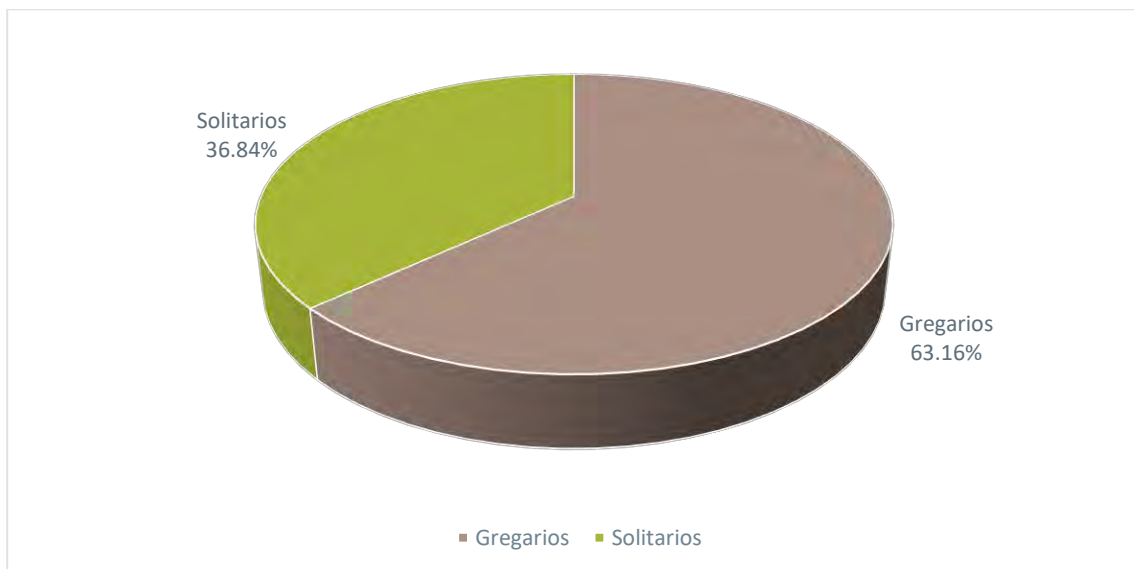


Figura 5-171 Sociabilidad de los Mamíferos Registrados del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Estado de Conservación y Endemismo

De acuerdo con la evaluación a nivel global desarrollada por la UICN (2021), dos especies (*Choeroniscus periosus* y *Alouatta palliata*) han sido reportadas con la categoría de Vulnerable (VU); una especie (*Rhinophylla alethina*) consta en categoría de Casi amenazado (NT) y una especie (*Anoura aequatoris*) consta en categoría No evaluada (NE); mientras que las otras especies se evalúan en la categoría de Preocupación menor (LC).

En función de la evaluación nacional de mamíferos disponible en Tirira (2011) (Brito J., 2019) se reporta una especie (*Choeroniscus periosus*) en la categoría de Vulnerable (VU); dos especies (*Sturnira bidens* y *Cuniculus paca*) en la categoría de Casi amenazado (NT); una especie (*Alouatta palliata*) en categoría de En peligro (EN); cuatro especies en categoría de Datos Insuficiente (DD); dos especies en la categoría de No evaluado (NE); mientras que el resto de especies constan en la categoría de Preocupación menor (LC). En cuanto a la categoría de CITES, *Alouatta palliata* consta en el Apéndice I.

Tabla 5-163 Estado de Conservación Local y Regional de las Especies de Mamíferos Registradas del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Taxonomía			Estado de Conservación			
Orden	Familia	Especie	Origen de la Especie	UICN (2020)	CITES (2019)	L. Roja Ecuador (Bioweb)
Carnívora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Nativa	LC		DD
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Nativa	LC		LC
		<i>Procyon cancrivorus</i>	Nativa	LC		LC
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Nativa	LC		DD
		<i>Artibeus aequatorialis</i>	Nativa	LC		DD
		<i>Choeroniscus periosus</i>	Nativa	VU		VU
		<i>Carollia brevicaudum</i>	Nativa	LC		LC
		<i>Sturnira ludovici</i>	Nativa	LC		LC
		<i>Sturnira bidens</i>	Nativa	LC		NT
		<i>Sturnira bogotensis</i>	Nativa	LC		LC
		<i>Sturnira erythromos</i>	Nativa	LC		LC
		<i>Rhinophylla alethina</i>	Nativa	NT		DD
		<i>Desmodus rotundus</i>	Nativa	LC		LC
		<i>Anoura aequatoris</i>	Nativa	NE		NE
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Nativa	LC		LC
Primates	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Nativa	VU	I	EN
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Nativa	LC		NT
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Nativa	LC		LC
	Sciuridae	<i>Microsciurus simonsi</i>	Endémica	LC		NE

Taxonomía			Estado de Conservación			
Orden	Familia	Especie	Origen de la Especie	UICN (2020)	CITES (2019)	L. Roja Ecuador (Bioweb)
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: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

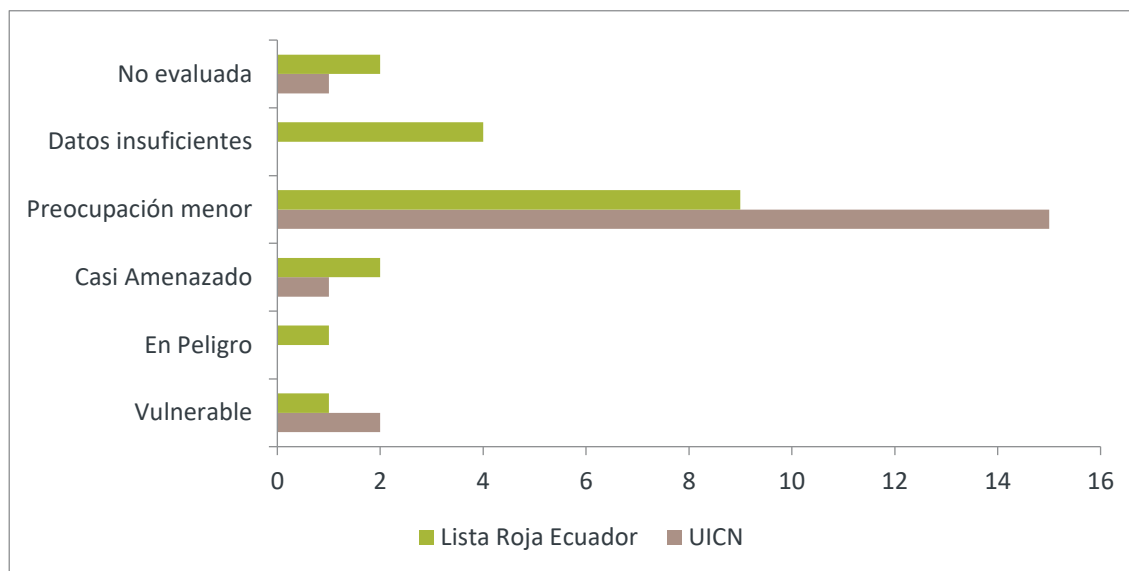


Figura 5-172 Número de Especies por Categoría de Amenaza Evaluadas Local y Regionalmente en el Proyecto Curipamba

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Sensibilidad

En el presente estudio se registró un pequeño mamífero no volador endémicos para el Ecuador. En la siguiente tabla se detallan las especies registradas y sus puntos de muestreo.

En el área de estudio se registró una especie de pequeño mamífero no volador endémica (*Microsciurus simonsi*), esta es una especie que habita al occidente de los Andes en un rango altitudinal que va desde 250 m a 1500 m.

En el área de estudio se registraron 16 especies con sensibilidad Baja (84 %), una especie con sensibilidad Media (5 %) y dos especies representan el 11 % con sensibilidad Alta.

Tabla 5-164 Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Área del Proyecto Minero Curipamba

Especie	Estado de Conservación				Sensibilidad
	Origen de la Especie	UICN (2020)	CITES (2019)	Lista Roja Ecuador (Tirira, 2011)	
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Nativa	LC		DD	Media

<i>Potos flavus</i>	Nativa	LC		LC	Baja
<i>Procyon cancrivorus</i>	Nativa	LC		LC	Baja
<i>Artibeus fraterculus</i>	Nativa	LC		DD	Baja
<i>Artibeus aequatorialis</i>	Nativa	LC		DD	Baja
<i>Chorioniscus periosus</i>	Nativa	VU		VU	Alta
<i>Carollia brevicaudum</i>	Nativa	LC		LC	Baja
<i>Sturnira ludovici</i>	Nativa	LC		LC	Baja
<i>Sturnira bidens</i>	Nativa	LC		NT	Baja
<i>Sturnira bogotensis</i>	Nativa	LC		LC	Baja
<i>Sturnira erythromos</i>	Nativa	LC		LC	Baja
<i>Rhinophylla aethina</i>	Nativa	NT		DD	Baja
<i>Desmodus rotundus</i>	Nativa	LC		LC	Baja
<i>Anoura aequatoris</i>	Nativa	NE		NE	Baja
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Nativa	LC		LC	Baja
<i>Alouatta palliata</i>	Nativa	VU	I	EN	Alta
<i>Cuniculus paca</i>	Nativa	LC		NT	Baja
<i>Dasyprocta punctata</i>	Nativa	LC		LC	Baja
<i>Microsciurus simonsi</i>	Endémica	LC		NE	Baja

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

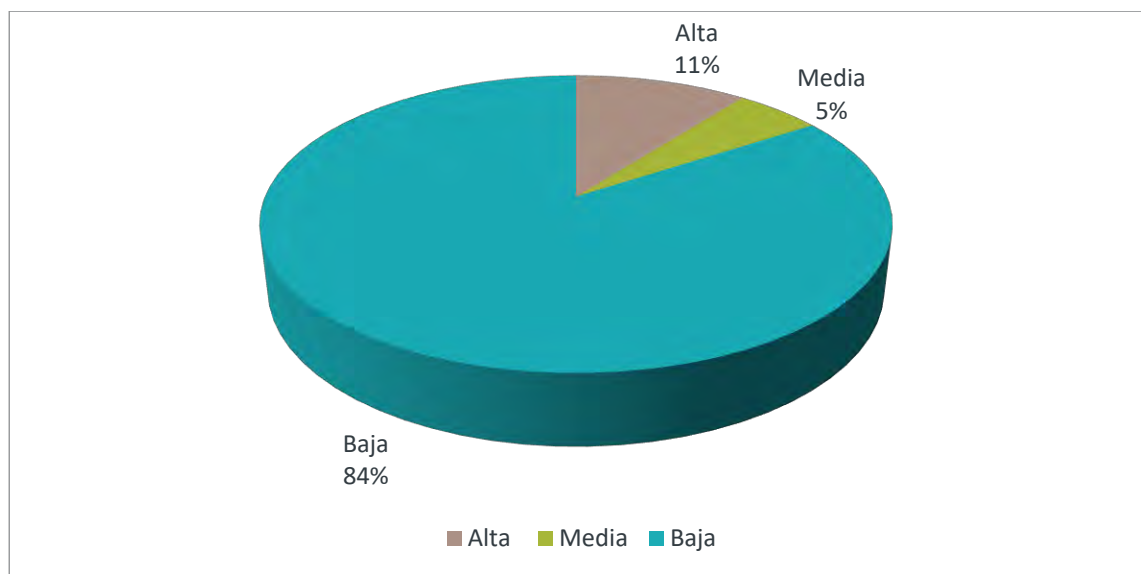


Figura 5-173 Sensibilidad de los Mamíferos Registrados en el Área del Proyecto Minero Curipamba

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Uso del Recurso

Cuniculus paca, *Dasyprocta punctata* y *Dasytus novemcinctus* son especies vulnerables para la cacería, sin embargo, en este monitoreo no se registraron datos de cacería por parte de la población.

Comparación con Estudios Anteriores

En los diferentes monitoreos para el proyecto minero Curipamba se ha registrado un total de 40 especies de mamíferos. En el actual estudio se registró un total de 19 especies de mamíferos, de los cuales nueve se registraron por primera vez para el área en cuestión, entre estas se encuentran las siguientes especies: *Artibeus fraterculus*, *Choeroniscus periosus*, *Sturnira bidens*, *Sturnira bogotensis*, *Anoura aequatoris*, *Cuniculus paca*, *Dasyprocta punctata*, *Microsciurus simonsi* y *Procyon cancrivorus*.

También es necesario recalcar que en este nuevo listado se actualizó la taxonomía de varias especies, como *Notosciurus granatensis*, que actualmente se denomina *Syntheosciurus granatensis*, y *Platyrrhinus nigellus* ahora denominada *Platyrrhinus umbratus*. En la siguiente tabla se muestra la comparación realizada en estos puntos de muestreo.

Tabla 5-165 Comparación de la Riqueza de Especies en los Diferentes Monitoreos en el Proyecto Curipamba

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	nov-19	nov-20	mar-21	sep-21
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común de orejas negras		X		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Murciélago frutero fraternal				X
		<i>Artibeus aequatorialis</i>	Murciélago frutero ecuatoriano	X	X		X
		<i>Artibeus ravus</i>	Murciélago frutero chico amarillento	X	X	X	
		<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano		X	X	
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero grande			X	
		<i>Choeroniscus periosus</i>	Murciélago longirostro mayor				X
		<i>Carollia castanea</i>	Murciélago castaño de cola corta	X	X		
		<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	X	X	X	X
		<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago común de cola corta	X	X	X	
		<i>Platyrrhinus umbratus</i>	Murciélago de nariz ancha sombrío	X			
		<i>Platyrrhinus helleri</i>	Murciélago de nariz ancha de Heller		X		
		<i>Sturnira giannae</i>	Murciélago de hombros amarillos de Gianna	X			
<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélago de hombros amarillos de Ludovic	X	X	X	X		

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	nov-19	nov-20	mar-21	sep-21
		<i>Sturnira luisi</i>	Murciélago de hombros amarillos de Luis	X			
		<i>Sturnira bidens</i>	Murciélago bidentado de hombros amarillos				X
		<i>Sturnira bogotensis</i>	Murciélago de hombros amarillos de Bogotá				X
		<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago de hombros amarillos pequeño		X	X	X
		<i>Rhinophylla alethina</i>	Murciélago frutero pequeño peludo				X
		<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro común	X			X
		<i>Anoura aequatoris</i>	Murciélago longirostro ecuatoriano				X
		Anoura peruana	Murciélago rabón peruano			X	
		<i>Lonchophylla cf. orcesi</i>	Murciélago nectario de Orcés	X			
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago de lengua larga común oriental			X	
		<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejudo pequeño	X			
	Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Myotis negro			X	
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas		X	X	X
Primates	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador		X		X
Rodentia	Cricetidae	<i>Oligoryzomys destructor</i>	Ratón colilargo destructor		X		
		<i>Nephelomys albigularis</i>	Rata de bosque nublado de garganta blanca			X	
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta de tierras bajas				X
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa centroamericana				X
	Sciuridae	<i>Microsciurus mimulus</i>	Ardilla enana de occidente	X		X	
		<i>Microsciurus simonsi</i>	Ardilla enana de Simons				X
<i>Syntheosciurus granatensis</i>		Ardilla de cola roja	X	X			
Carnívora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Yaguarundi				X
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Cusumbo	X			X
		<i>Procyon cancrivorus</i>	Oso lavador cangrejero				X

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	nov-19	nov-20	mar-21	sep-21
		<i>Bassaricyon medius</i>	Olingo de occidente	X	X		
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus surdaster</i>	Conejo de Thomas			X	
Total				16	15	14	19

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Discusión

Un total de 19 especies de mamíferos se reporta para el actual estudio del proyecto minero Curipamba – El Domo. Además, se añade a la lista 11 nuevos registros de mamíferos, dando un total de 40 especies acumuladas entre los cuatro monitoreos realizados. De esta manera, el número total de mamíferos registrados para proyecto minero Curipamba representa el 8,57 % de los mamíferos presentes en el Ecuador (Tirira et al., 2020).

En el actual estudio, las especies *Sturnira ludovi* y *Sturnira bidens* pertenecientes al orden Chiroptera se presentaron como especies comunes, a diferencia del anterior muestreo donde *Carollia perspicillata* y *Sturnira ludovici* fueron las especies comunes. De manera cuantitativa, únicamente se registró al grupo de los Chiropteros, mientras que en el anterior monitoreo también se hicieron presentes pequeños roedores y didelphidos. Por esto, en el análisis del índice de Chao 1 y su curva de acumulación de especies, el actual muestreo no llegó a su asíntota, por lo que de incrementarse el esfuerzo de muestreo existe la posibilidad de registrar un mayor número de especies raras y llegar a un total de 15,89 especies para el sitio; sin embargo, en los análisis comparativos se podría añadir una curva de acumulación entre los monitoreos para determinar si la curva de acumulación llega a su asíntota para toda el área.

También en el análisis de diversidad, en el actual estudio se determinó una diversidad media para el área, ya que *Sturnira ludovici* y *Sturnira bidens* dominaron como especies comunes. Estos registros son similares al monitoreo realizado en marzo 2021, donde la especie dominante fue *Carollia perspicillata*, deduciendo que estas especies son dominantes para el área, puesto que han sido registradas en las diferentes épocas estacionales del año.

También es necesario recalcar que en el actual estudio hubo registros importantes de mamíferos medianos, como *Cuniculus paca*, *Dasyprocta punctata*, *Procyon cancrivorus* y *Herpailurus yagouaroundi*, que en los anteriores monitoreos solo se registraron pequeños mamíferos, y que en el monitoreo de noviembre 2020 *Alouatta palliata* pudo ser registrada por primera vez.

Estas variaciones en la diversidad de especies para el área se pueden deber a múltiples factores, empezando por la variación climática que son propias de las zonas de estribación.

5.2.5.2.3 Herpetofauna

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levanta para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos se pueden revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; F. Registro Fotográfico, F.2 Biótico.

Análisis General

Riqueza

La riqueza total registrada en el estudio fue de 22 especies de herpetofauna, de las cuales 15 corresponden a la clase Amphibia, dentro de un solo orden (Anura) y cuatro familias (Strabomantidae, Centrolenidae, Dendrobatidae e Hylidae), mientras que siete especies corresponden a la clase Reptilia divididas en dos

órdenes (Squamata/Sauria y Squamata/Serpentes) y cinco familias (Alopoglossidae, Iguanidae, Sphaerodactylidae y Teiidae) (Tabla 5-166).

Tabla 5-166 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	Rana de cristal variable
		Dendrobatidae	<i>Epipedobtes tricolor</i>	Rana nodriza tricolor ecuatoriana
			<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	Rana cohete de Chimbo
		Hylidae	<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	Rana de torrente de Tandapi
		Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Cutín común de occidente
			<i>Pristimantis crenunguis</i>	Cutín gigante
			<i>Pristimantis crucifer</i>	Cutín del Porvenir
			<i>Pristimantis labiosus</i>	Cutín trompudo
			<i>Pristimantis muricatus</i>	Cutín del río Faisanes
			<i>Pristimantis nyctophylax</i>	Cutín vigilante
			<i>Pristimantis parvillus</i>	Cutín de Pichincha
			<i>Pristimantis sobetes</i>	Cutín sobetes
			<i>Pristimantis subsigillatus</i>	Cutín de Salidero
			<i>Pristimantis walkeri</i>	Cutín de walkeri
		<i>Pristimantis w-nigrum</i>	Cutín Cualita	
Reptilia	Squamata/ Sauria	Alopoglossidae	<i>Alopoglossus festae</i>	Lagartija de sombra de Festa
		Iguanidae	<i>Anolis binotatus</i>	Anolis de dos marcas
		Sphaerodactylidae	<i>Lepidoblepharis conolepis</i>	Salamanquesa de Tandapi
		Teiidae	<i>Medopheos edracanthus</i>	Ameiva espinosa
	Squamata/ Serpentes	Colubridae	<i>Atractus</i> sp.	Culebra tierrera
			<i>Imantodes cenchoa</i>	Cordoncillo común
			<i>Sibon bevridgelyi</i>	Caracolera de Bev Ridgeli

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Entre los anfibios, la familia más diversa es Strabomantidae, con 11 especies, que agrupa a ranas ‘cutín’ de desarrollo directo; seguida de la familia Dendrobatidae, ranas venenosas, representada por dos especies; y finalmente, las familias Centrolenidae (ranas de cristal) e Hylidae (ranas arbóreas) representan una sola especie cada una.

En cuanto a los reptiles, la familia más representativa fue Colubridae con tres especies, mientras que las familias Alopoglossidae, Iguanidae, Sphaerodactylidae y Teiidae, estuvieron representadas por una sola especie cada una.

Como se puede observar en la siguiente figura (tomando en cuenta los resultados encontrados en puntos cuantitativos y cualitativos), los puntos de muestreo PMH-02/POH-02 son los sitios en los cuales se encontró la mayor cantidad de especies (19 spp.), seguidos por los puntos PMH-01/POH-01 y PMH-03/POH-03, con 18 y 15 especies respectivamente. Finalmente, los puntos con menor registro de número de especies son POH-04 y POH-08, con una y tres especies respectivamente. Cabe recalcar que estos

dos sitios son puntos cualitativos, por lo que el esfuerzo de muestreo otorgado a cada punto es diferente a los puntos en los cuales se realizaron muestreos cualitativos y cuantitativos (PMH-01/POH-01 al PMH-03/POH-03).

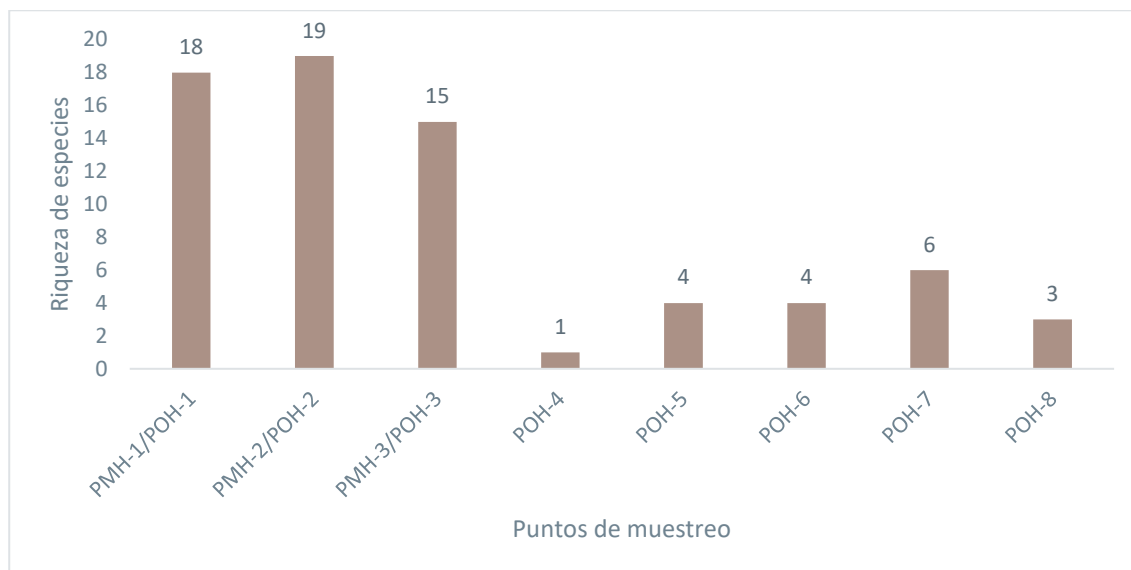


Figura 5-174 Datos de Riqueza de Especies en los Puntos de Muestreo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La abundancia es calculada en base a los registros obtenidos únicamente en los muestreos cuantitativos. Dentro del estudio se reportó un total de 241 individuos, agrupados en 20 especies. Como se muestra en la Tabla 5-167, la especie con mayor abundancia es el cutín común de occidente, *Pristimantis achatinus*, con el 19,09 % de los registros.

Tabla 5-167 Abundancia de Especies de Anfibios y Reptiles dentro del Estudio

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (pi)
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	10	0,0415
		Dendrobatidae	<i>Epipedobtes tricolor</i>	6	0,0249
			<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	2	0,0083
		Hylidae	<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	4	0,0166
		Strabomantidae	<i>Pristimantis crenunguis</i>	35	0,1452
			<i>Pristimantis subsigillatus</i>	20	0,0830
			<i>Pristimantis achatinus</i>	46	0,1909
			<i>Pristimantis parvillus</i>	17	0,0705
			<i>Pristimantis labiosus</i>	33	0,1369
			<i>Pristimantis nyctophylax</i>	9	0,0373
			<i>Pristimantis w-nigrum</i>	13	0,0539
			<i>Pristimantis crucifer</i>	13	0,0539

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (pi)
			<i>Pristimantis sobetes</i>	2	0,0083
			<i>Pristimantis walkeri</i>	12	0,0498
			<i>Pristimantis muricatus</i>	8	0,0332
Reptilia	Squamata/Sauria	Alopoglossidae	<i>Alopoglossus festae</i>	5	0,0207
		Iguanidae	<i>Anolis binotatus</i>	2	0,0083
		Sphaerodactylidae	<i>Lepidoblepharis conolepis</i>	2	0,0083
	Squamata/Serpentes	Colubridae	<i>Imantodes cenchoa</i>	1	0,0041
			<i>Sibon bevriddgelyi</i>	1	0,0041

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Considerando la Figura 5-175, se puede confirmar la dominancia de tres especies, *Pristimantis achatinus*, *P. crenunguis* y *P. labiosus*, una sola especie en el ecosistema (*Pristimantis lutzae*) agrupando al 47,3 % de todos los individuos registrados.

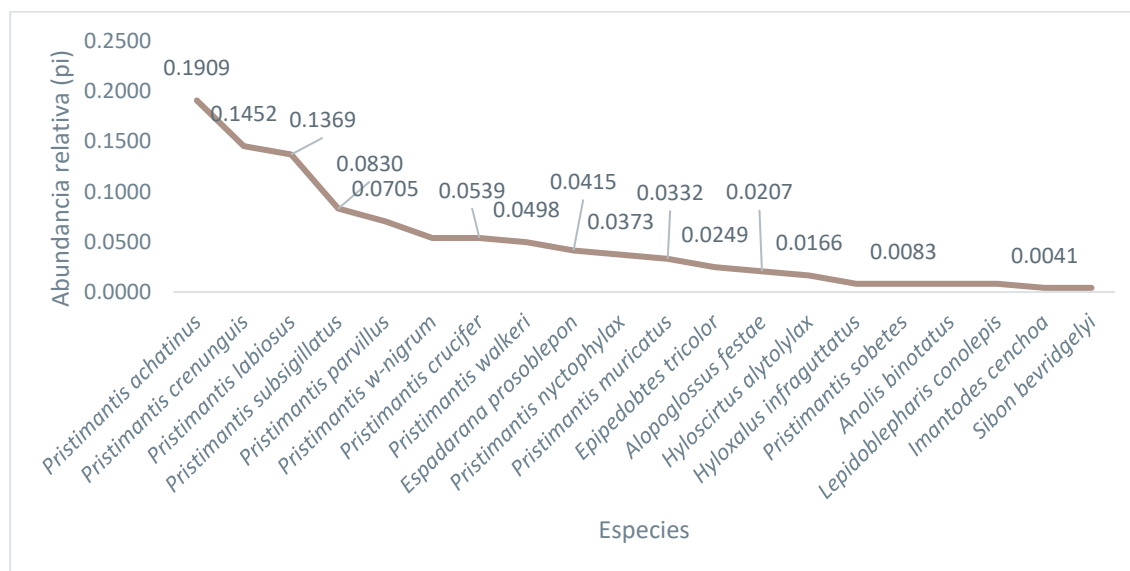


Figura 5-175 Curva de Dominancia/Diversidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índices de Diversidad Alfa

Índice de Diversidad de Shannon

En el análisis global del estudio, tomando en cuenta datos cuantitativos, el índice de Shannon muestra un valor $H' = 2,54$ bits. Considerando las 20 especies y con respecto a los rangos propuestos por Yáñez (2010), la comunidad de anfibios y reptiles se encuentran dentro del segundo tercio del rango sugiriendo una diversidad media para este componente biótico; sin embargo, esto está relacionado directamente con la riqueza de herpetofauna presente dentro de un ecosistema con bosques intervenidos.

Índice de Dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson muestra un valor de 0,10 influenciado directamente por la presencia de *P. achatinus*, *P. crenunguis* y *P. labiosus*, que son las especies dominantes dentro del área ocupando aproximadamente un 50 % de las abundancias totales registradas. Sin embargo, las especies restantes presentan una equitatividad dentro de sus abundancias, razón por la cual la diversidad es media.

Tabla 5-168 Valores de Diversidad y Dominancia Registradas en el Proyecto Minero Curipamba-El Domo

Shannon_H	Dominance_D	Interpretación
2,54	0,10	Diversidad media

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies llega a su asíntota. La riqueza observada alcanza el 99 % de la estimación de Chao 1 (especies observadas: 20; Chao 1: 20,2; intervalo de confianza al 95 %: 20,01-24,07).

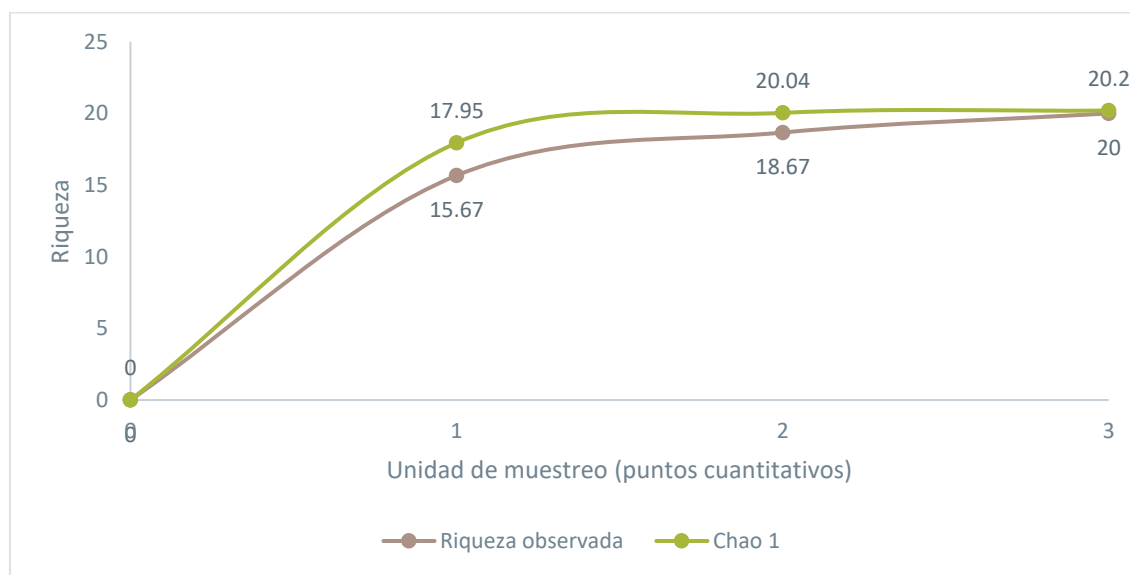


Figura 5-176 Curva de Acumulación de Especies de Anfibios y Reptiles Registradas dentro del Estudio

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis Cualitativo

Riqueza

Dentro de los muestreos cualitativos se registró un total de 11 especies de herpetofauna, de las cuales, siete pertenecen a la clase Amphibia, orden Anura y a dos familias, Strabomantidae y Dentrobatidae, mientras que en la clase Reptilia se registraron cuatro especies de cuatro familias diferentes (Alopoglossidae, Iguanidae, Teiidae y Colubridae) y dos órdenes (Tabla 5-169).

Tabla 5-169 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en los Muestruos Cualitativos

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Amphibia	Anura	Dendrobatidae	<i>Epipedobtes tricolor</i>	Rana nodriza tricolor ecuatoriana
			<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	Rana cohete de Chimbo
		Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Cutín común de occidente
			<i>Pristimantis labiosus</i>	Cutín trompudo
			<i>Pristimantis subsigillatus</i>	Cutín de Salidero
			<i>Pristimantis walkeri</i>	Cutín de walkeri
			<i>Pristimantis w-nigrum</i>	Cutín Cualita
Reptilia	Squamata/ Sauria	Alopoglossidae	<i>Alopoglossus festae</i>	Lagartija de sombra de Festa
		Iguanidae	<i>Anolis binotatus</i>	Anolis de dos marcas
		Teiidae	<i>Medopheos edracanthus</i>	Ameiva espinosa
	Squamata/ Serpentes	Colubridae	<i>Atractus</i> sp.	Culebra tierrera

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se puede observar en la Figura 5-177, los puntos de muestreo POH-01 y POH-07 son en los que se registró mayor riqueza (6 spp.), seguidos por los puntos POH-02 y POH-03 (5 spp.), POH-05 y POH-06 (4 spp.), POH-08 (3 spp.) y finalmente, POH-04 con una sola especie.

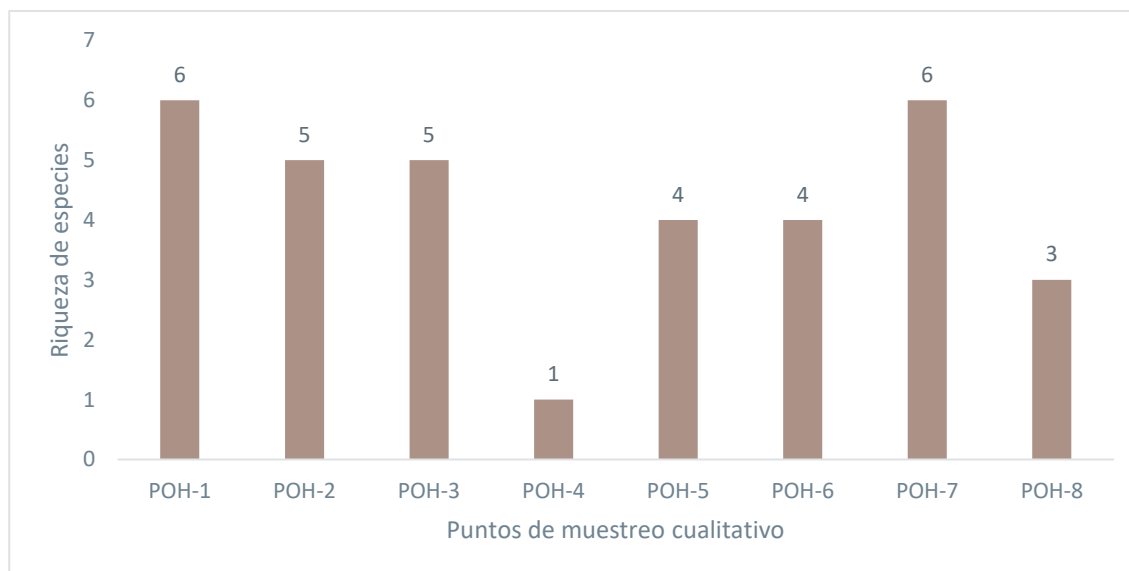


Figura 5-177 Riqueza de Especies en los Puntos de Muestreo Cualitativo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva de Acumulación e Índice Chao 2

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), y es generalmente utilizado en conjunto con la Curva de Acumulación de Especies para determinar la eficacia del muestreo.

De acuerdo con los datos generados en el presente estudio, se registraron 11 especies de herpetofauna de manera cualitativa; en función de dichos valores, el estimador Chao 2 sugiere una riqueza total de 11,18 especies; es decir, durante el muestreo actual se logró registrar un 98,39 % de la riqueza total estimada.

Como se puede observar en la Figura 5-178, la curva de acumulación no alcanza la asíntota y presenta una leve pendiente al final de esta, razón por la cual existe la probabilidad de registrar nuevas especies en los siguientes monitoreos.

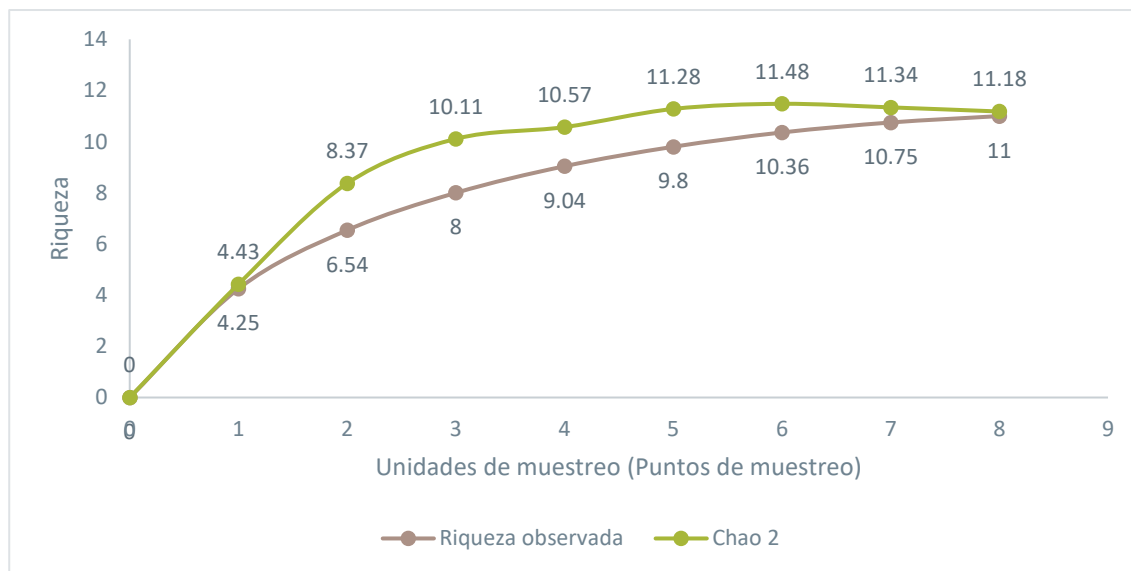


Figura 5-178 Curva de Acumulación de Especies Registrados en los Puntos Cualitativos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Similitud

De acuerdo con el clúster del Índice de Jaccard, se puede observar la formación de dos grupos similares entre sí en un 16,7 %: el primero, compuesto únicamente por el punto POH-04, el cual comparte su única especie (*Pristimantis achatinus*) con todos los puntos, a excepción del punto POH-03; el segundo grupo contiene dos subgrupos, el primero conformado por POH-6, POH-7 y POH-1 con una similitud del 25 % y dentro del cual los puntos POH-07 y POH-01 son similares entre sí por compartir el 50 % de especies. El segundo subgrupo está conformado por los puntos POH-08, POH-02, POH-05 y POH-03, con una similitud en riqueza entre todos del 28,57 % y donde el punto POH-3 es el primero en separarse de los restantes. Dentro de este subgrupo, los puntos POH-02 y POH-05 son los que presentan mayor similitud, compartiendo el 80 % de sus especies.

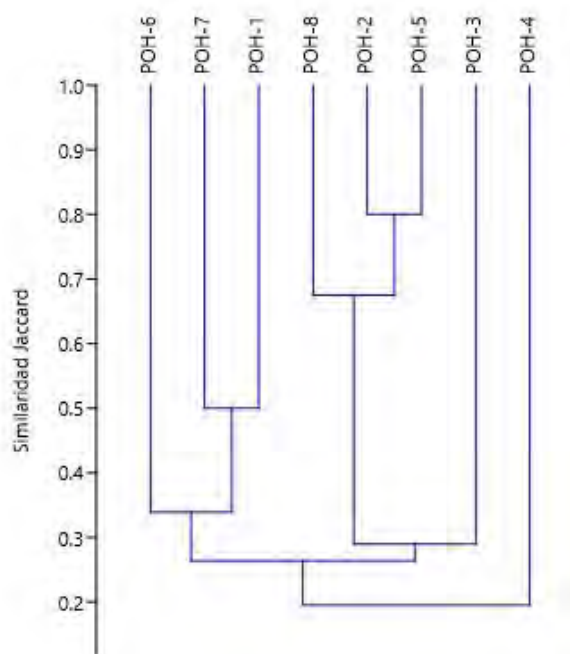


Figura 5-179 Clúster de Similitud de Jaccard entre los Puntos Cualitativos de Herpetofauna

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis Cuantitativo

El Panecillo-PMH-01

Riqueza y Abundancia

En este punto de muestreo se logró registrar un total de 52 individuos de 15 especies, todas pertenecen a la clase Amphibia y al orden Anura correspondientes a cuatro familias (Centrolenidae, Dendrobatidae, Hylidae y Strabomantidae) (Tabla 5-170).

La familia Strabomantidae es la más representativa con 11 especies, mientras que la familia Dendrobatidae estuvo representada por dos especies y, finalmente, las familias Hylidae y Centrolenidae registraron una sola especie cada una (Tabla 5-170).

Tabla 5-170 Riqueza y Abundancia de Especies en el Punto de Muestreo El Panecillo-PMH-01

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (pi)
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	5	0,0962
		Dendrobatidae	<i>Epipedobates tricolor</i>	2	0,0385
			<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	1	0,0192
		Hylidae	<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	4	0,0769
		Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	5	0,0962
			<i>Pristimantis crenunguis</i>	4	0,0769
			<i>Pristimantis crucifer</i>	5	0,0962

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (pi)
			<i>Pristimantis labiosus</i>	6	0,1154
			<i>Pristimantis muricatus</i>	1	0,0192
			<i>Pristimantis nyctophylax</i>	2	0,0385
			<i>Pristimantis parvillus</i>	3	0,0577
			<i>Pristimantis sobetes</i>	1	0,0192
			<i>Pristimantis subsigillatus</i>	5	0,0962
			<i>Pristimantis walkeri</i>	2	0,0385
			<i>Pristimantis w-nigrum</i>	6	0,1154

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se puede observar en la Tabla 5-170 y en la Figura 5-180, las especies más abundantes fueron *Pristimantis labiosus* y *P. w-nigrum*, con seis individuos cada una ($\pi = 0,1154$), mientras que las especies representadas por un solo individuo fueron *Hyloxalus infraguttatus*, *Pristimantis muricatus* y *P. sobetes*. No se observa dominancia absoluta de ninguna de las especies, por el contrario, existe una equitatividad dentro de la comunidad.

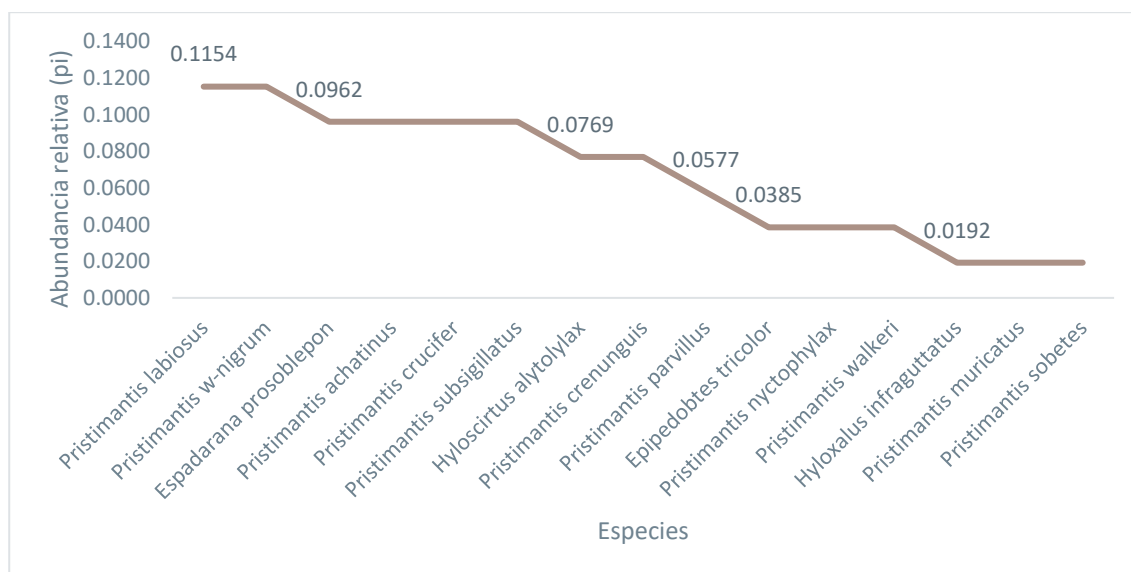


Figura 5-180 Curva de Dominancia/Diversidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Punto de Muestreo El Panecillo-PMH-01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El Índice de Shannon muestra un valor $H' = 2,56$, es decir una diversidad media según lo propuesto por Yáñez (2010). Tomando en cuenta que existen 52 individuos distribuidos en 15 especies, la equitatividad existente dentro de la muestra es alta ($J = 0,9461$), teniendo una distribución homogénea de las abundancias de los individuos. Esto también se ve reflejado en el índice de Dominancia de Simpson con un valor de 0,08.

Tabla 5-171 Índices de Diversidad Alfa en el Punto de Muestreo PMH-1

No. Especies	Abundancia	Índice de Shannon	Índice de Dominancia de Simpson
15	52	2,56	0,08

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva de Acumulación e Índice Chao 1

La curva de acumulación de especies no llega a estabilizarse en el punto de muestreo PMH-1 y mantiene una pendiente leve al finalizar la tercera unidad de muestreo, lo que indica que todavía puede registrarse un mayor número de especies en próximos estudios. El índice Chao 1 sugiere la presencia de 15,74 especies, por lo que el éxito de muestreo en el presente estudio para este punto es de 95,30 %.

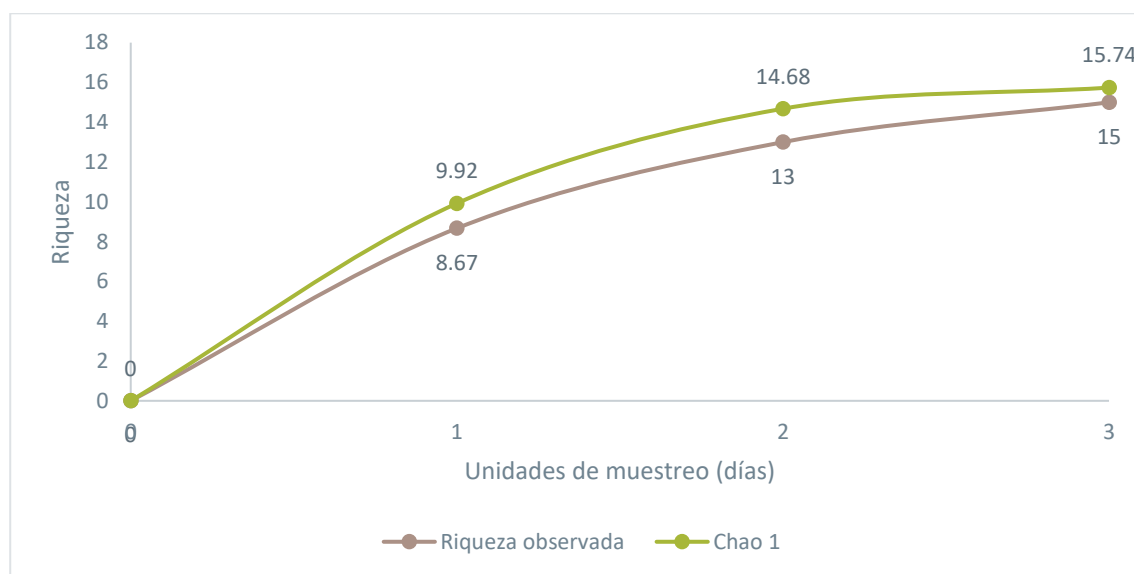


Figura 5-181 Curva de Acumulación de Especies Registrados en el Punto de Muestreo El Panecillo-PMH-01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El Domo-PMH-02

Riqueza y Abundancia

En este punto de muestreo se logró registrar un total de 89 individuos de 18 especies, de las cuales 14 pertenecen a la clase Amphibia, orden Anura y a tres familias (Centrolenidae, Dendrobatidae y Strabomantidae), mientras que en la clase Reptilia se registraron cuatro especies de dos órdenes (Squamata/Sauria y Squamata/Serpentes) y cuatro familias (Alopoglossidae, Iguanidae, Shaerodactylidae y Colubridae) (Tabla 5-172).

La familia Strabomantidae es la más representativa dentro de los anfibios con 11 especies, mientras que la familia Dendrobatidae estuvo representada por dos especies, y finalmente la familia Centrolenidae registró una sola especie; en el caso de los reptiles cada una de las familias registró una especie (Tabla 5-172).

Tabla 5-172 Riqueza y Abundancia de Especies en el Punto de Muestreo El Domo - PMH-02

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (pi)
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	1	0,0112
		Dendrobatidae	<i>Epipedobtes tricolor</i>	4	0,0449
			<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	1	0,0112
		Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	24	0,2697
			<i>Pristimantis crenunguis</i>	10	0,1124
			<i>Pristimantis crucifer</i>	3	0,0337
			<i>Pristimantis labiosus</i>	8	0,0899
			<i>Pristimantis muricatus</i>	4	0,0449
			<i>Pristimantis nyctophylax</i>	1	0,0112
			<i>Pristimantis parvillus</i>	9	0,1011
			<i>Pristimantis sobetes</i>	1	0,0112
			<i>Pristimantis subsigillatus</i>	8	0,0899
			<i>Pristimantis walkeri</i>	2	0,0225
			<i>Pristimantis w-nigrum</i>	6	0,0674
Reptilia	Squamata/Sauria	Alopoglossidae	<i>Alopoglossus festae</i>	3	0,0337
		Iguanidae	<i>Anolis binotatus</i>	2	0,0225
		Shaerodactylidae	<i>Lepidoblepharis conolepis</i>	1	0,0112
	Squamata/Serpentes	Colubridae	<i>Imantodes cenchoa</i>	1	0,0112

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se puede observar en la Tabla 5-172 y en la Figura 5-182, la especie más abundante fue *Pristimantis achatinus* con 24 individuos ($\pi = 0,2697$), mientras que el resto de especies presentaron entre uno y diez individuos. En este caso, se observa una dominancia de la rana común de occidente sobre el resto, lo cual se interpreta como un área con mayor intervención por la abundancia de esta especie generalista.

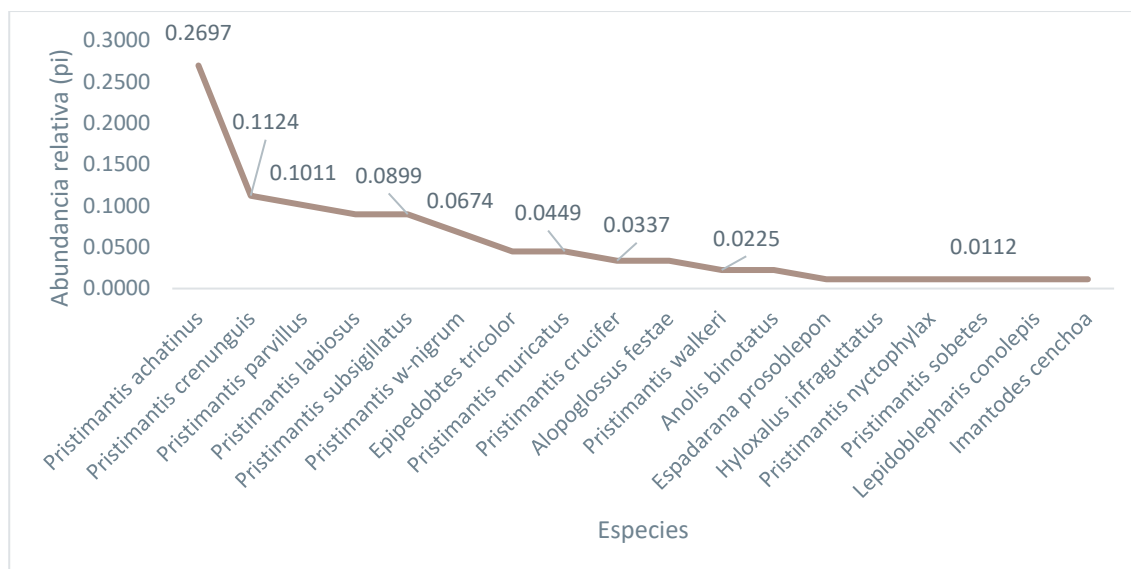


Figura 5-182 Curva de Dominancia/Diversidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Punto de Muestreo El Domo-PMH-02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El Índice de Shannon muestra un valor $H' = 2,43$, es decir una diversidad media según lo propuesto por Yáñez (2010). Tomando en cuenta que existen 89 individuos distribuidos en 18 especies con una dominancia del 25 % del total por parte de *Pristimantis achatinus*, la equitatividad existente dentro de la muestra se ve afectada ($J = 0,8394$) teniendo una distribución homogénea de las abundancias en los taxa restantes. Esto también se ve reflejado en el índice de Dominancia de Simpson, con un valor de 0,12.

Tabla 5-173 Índices de Diversidad Alfa en el Punto de Muestreo El Domo-PMH-02

No. Especies	Abundancia	Índice de Shannon	Índice de Dominancia de Simpson
18	89	2,43	0,12

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva de Acumulación e Índice Chao 1

La curva de acumulación de especies no llega a estabilizarse en el punto de muestreo PMH-02 y mantiene una pendiente leve al finalizar la tercera unidad de muestreo, lo que indica que todavía puede registrarse un mayor número de especies en próximos estudios. El índice Chao 1 sugiere la presencia de 22,94 especies, por lo que el éxito de muestreo en el presente estudio para este punto es de 78,47 %.

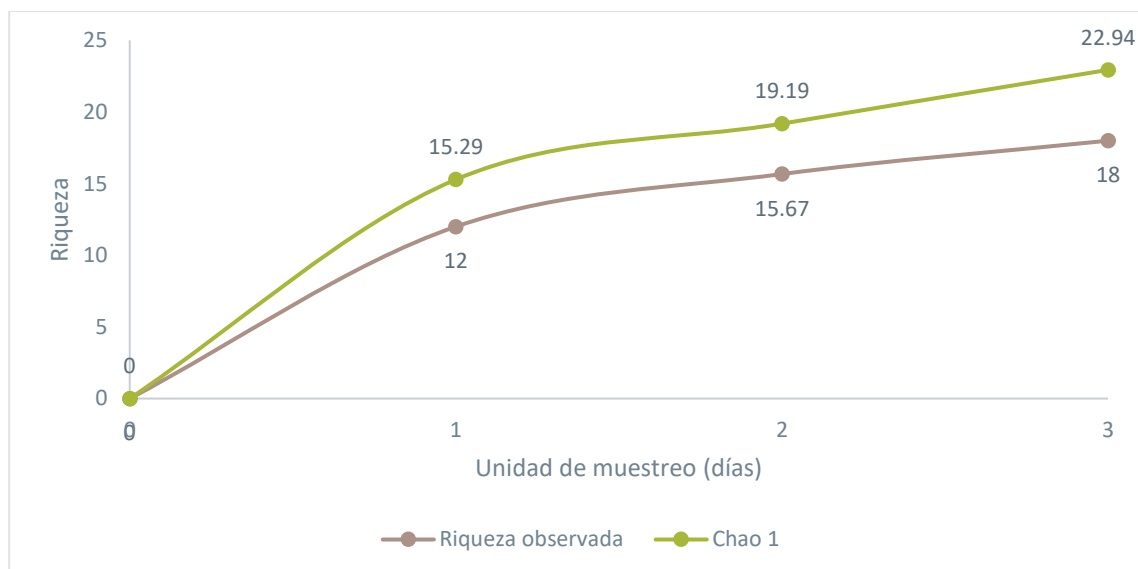


Figura 5-183 Curva de Acumulación de Especies Registrados en el Punto de Muestreo El Domo-PMH-02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El Derrumbe-PMH-03

Riqueza y Abundancia

En este transecto se logró registrar un total de 100 individuos de 14 especies, de las cuales 11 pertenecen a la clase Amphibia, orden Anura y a las familias Centrolenidae y Strabomantidae, mientras que en la clase Reptilia se registraron tres especies en dos órdenes (Squamata/Sauria y Squamata/Serpentes) y tres familias (Alopoglossidae, Sphaerodactylidae y Colubridae) (Tabla 5-174).

Dentro de los anfibios la familia Strabomantidae es la más representativa, con 10 especies, mientras que la familia Centrolenidae estuvo representada por una especie. En los reptiles, cada familia estuvo representada por una especie (Tabla 5-174).

Tabla 5-174 Riqueza y Abundancia de Especies en el Punto de Muestreo El Derrumbe-PMH-03

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (pi)
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	4	0,04
		Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	17	0,17
			<i>Pristimantis crenunguis</i>	21	0,21
			<i>Pristimantis crucifer</i>	5	0,05
			<i>Pristimantis labiosus</i>	19	0,19
			<i>Pristimantis muricatus</i>	3	0,03
			<i>Pristimantis nyctophylax</i>	6	0,06
			<i>Pristimantis parvillus</i>	5	0,05
			<i>Pristimantis subsigillatus</i>	7	0,07

Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (pi)
			<i>Pristimantis walkeri</i>	8	0,08
			<i>Pristimantis w-nigrum</i>	1	0,01
Reptilia	Squamata/Sauria	Alopoglossidae	<i>Alopoglossus festae</i>	2	0,02
		Sphaerodactylidae	<i>Lepidoblepharis conolepis</i>	1	0,01
	Squamata/Serpentes	Colubridae	<i>Sibon bevriddgelyi</i>	1	0,01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se puede observar en la Tabla 5-174 y en la Figura 5-184, las especies más abundantes fueron *Pristimantis achatinus*, *Pristimantis crenunguis* y *P. labiosus*, con una abundancia relativa de 0,57 en conjunto, lo que resulta en una alta dominancia de la comunidad dada por solo tres especies, reflejando una heterogeneidad en su estructura.

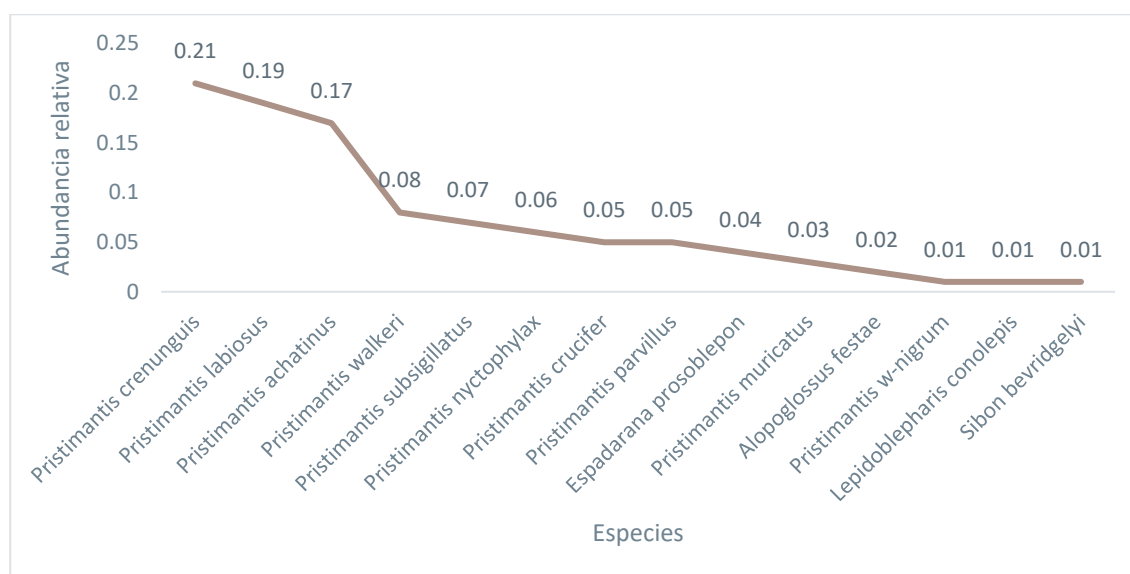


Figura 5-184 Curva de Dominancia/Diversidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Punto de Muestreo El Derrumbe-PMH-03

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El Índice de Shannon muestra un valor $H' = 2,251$, es decir una diversidad media según lo propuesto por Yánez (2010). Tomando en cuenta que existen 100 individuos distribuidos en 14 especies y solamente tres de ellas (*Pristimantis achatinus*, *P. crenunguis* y *P. labiosus*) constituyen más del 50 % de la abundancia total, la equitatividad existente dentro de la muestra se encuentra con las especies restantes ($J = 0,8531$) teniendo una distribución heterogénea de las abundancias de los individuos. Esto también se ve reflejado en el índice de Dominancia de Simpson con un valor de 0,13.

Tabla 5-175 Índices de Diversidad Alfa en el Punto de Muestreo El Derrumbe-PMH-03

No. Especies	Abundancia	Índice de Shannon	Índice de Dominancia de Simpson
14	100	2,251	0,13

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva de Acumulación e Índice Chao 1

La curva de acumulación de especies no llega a estabilizarse en el punto de muestreo PMH-3 y mantiene una pendiente leve al finalizar la tercera unidad de muestreo, lo que indica que todavía puede registrarse un mayor número de especies en próximos estudios. El índice Chao 1 sugiere la presencia de 15,49 especies, por lo que el éxito de muestreo en el presente estudio para este punto es de 90,38 %.

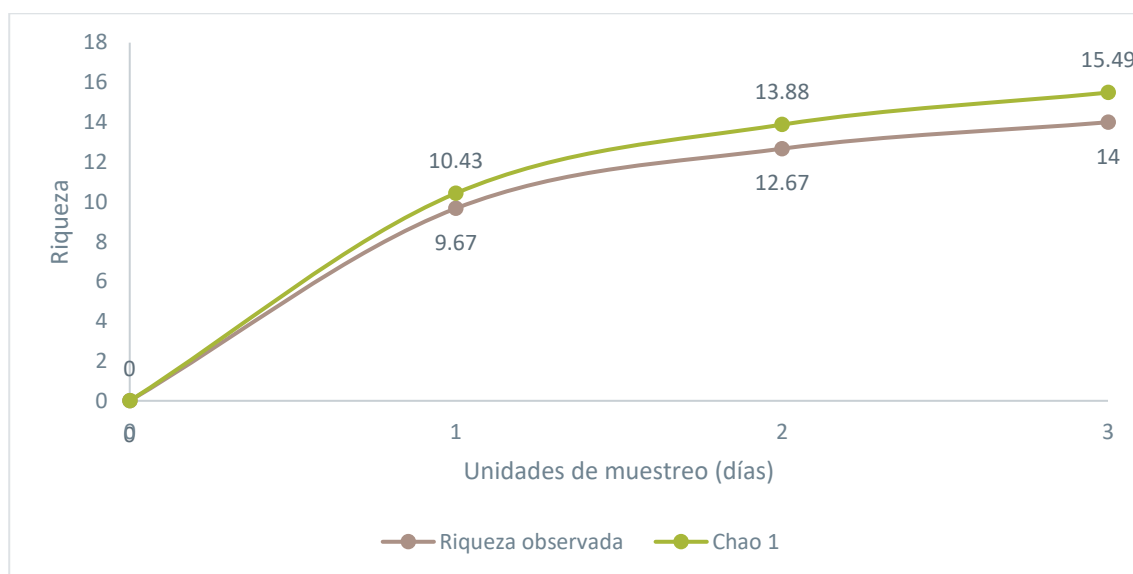


Figura 5-185 Curva de Acumulación de Especies Registrados en el Punto de Muestreo El Derrumbe-PMH-03

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad Beta

Índice de Bray Curtis

Como se puede ver en la Figura 5-186, la similaridad de los puntos de muestreo está determinada por la riqueza y abundancia de especies en cada uno de ellos. Se conforman dos ramales principales: el primero, separa al punto PMH-1 de los otros dos con una similaridad en diversidad (riqueza y abundancia) del 54 %, mientras que los puntos PMH-2 y PMH-3 comparten su diversidad en un 64,55 %. Esta diferencia está dada principalmente por la ausencia de la clase reptilia en el punto PMH-1, cuando en los puntos PMH-2 y PMH-3 comparten dos especies.

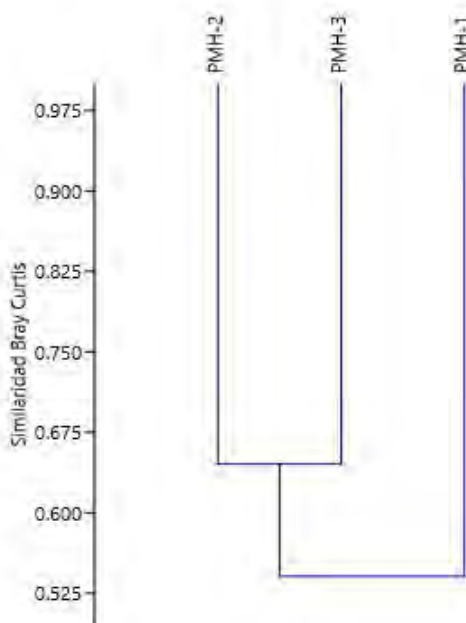


Figura 5-186 Clúster del Índice de Bray Curtis para los Puntos de Muestreo de Herpetofauna

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Aspectos Ecológicos

Gremio Alimenticio

Los anuros se alimentan de artrópodos en su mayoría. Estudios realizados sugirieron que este grupo estaba compuesto por especies típicamente generalistas, alimentándose de las presas disponibles en los microhábitats donde estos habitaban (Duellman, 1978), como es el caso del presente estudio donde 14 de las 15 especies de anfibios registrados son considerados insectívoros generalistas. Sin embargo, en la actualidad se ha reconocido que la dieta de las especies de anuros difiere entre sí, contemplando incluso especies extremadamente especialistas (Vitt & Caldwell, 1994), como es el caso de la rana nodriza tricolor ecuatoriana, *Epipedobates tricolor*, que se alimenta específicamente de hormigas y arañas (Lötters et al., 2007). Por su parte, los saurios son oportunistas y su dieta está acorde a la disponibilidad de invertebrados dentro de su nicho ecológico, mientras que en los colúbridos el cordoncillo común, *Imantodes cenchoa*, es considerado un carnívoro especializado en ranas del género *Pristimantis* y lagartijas del género *Anolis* (Pazmiño-Otamendi y Rodríguez-Guerra, 2019), y la culebra caracolera de Bev Ridgely, *Sibon bevrigely*, se especializa en babosas y caracoles (Guerra-Correa, 2019). Para el caso de la culebra *Atractus*, se ha considerado la información existente sobre representantes del mismo género y se la ha categorizado como insectívoro generalista, ya que la dieta dentro del taxón es variada consumiendo una gran cantidad de insectos y de invertebrados (Tabla 5-176 y Figura 5-187).

Tabla 5-176 Gremio Alimenticio de la Herpetofauna Registrada en el Proyecto Minero

Clase	Orden	Familia	Especie	Gremio Alimenticio
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	Insectívoro generalista
		Dendrobatidae	<i>Epipedobates tricolor</i>	Insectívoro especialista
			<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	Insectívoro generalista

Clase	Orden	Familia	Especie	Gremio Alimenticio
		Hylidae	<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	Insectívoro generalista
		Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Insectívoro generalista
			<i>Pristimantis crenunguis</i>	Insectívoro generalista
			<i>Pristimantis crucifer</i>	Insectívoro generalista
			<i>Pristimantis labiosus</i>	Insectívoro generalista
			<i>Pristimantis muricatus</i>	Insectívoro generalista
			<i>Pristimantis nyctophylax</i>	Insectívoro generalista
			<i>Pristimantis parvillus</i>	Insectívoro generalista
			<i>Pristimantis sobetes</i>	Insectívoro generalista
			<i>Pristimantis subsigillatus</i>	Insectívoro generalista
			<i>Pristimantis walkeri</i>	Insectívoro generalista
			<i>Pristimantis w-nigrum</i>	Insectívoro generalista
		Reptilia	Squamata/ Sauria	Alopoglossidae
Iguanidae	<i>Anolis binotatus</i>			Insectívoro generalista
Sphaerodactylidae	<i>Lepidoblepharis conolepis</i>			Insectívoro generalista
Teiidae	<i>Medopheos edracanthus</i>			Insectívoro generalista
Squamata/ Serpentes	Colubridae		<i>Atractus</i> sp.	Insectívoro generalista
			<i>Imantodes cenchoa</i>	Carnívoro especialista
			<i>Sibon bevrigdelyi</i>	Carnívoro especialista

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

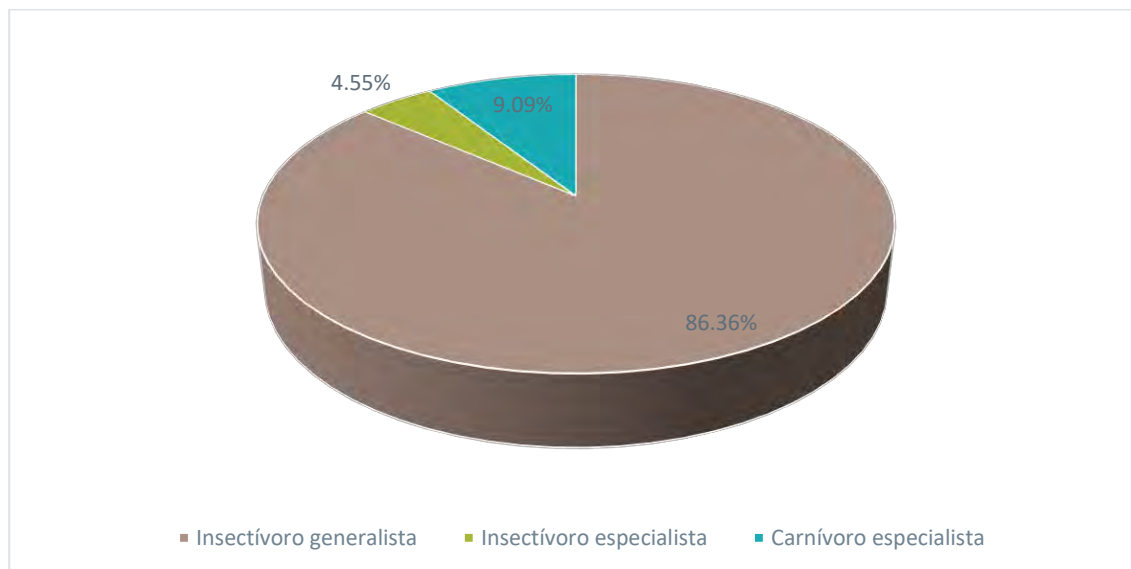


Figura 5-187 Composición de Gremios Alimenticios de Herpetofauna Registrada en el Proyecto Minero

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Patrones Reproductivos

Anfibios

Para la clasificación de modos reproductivos se utilizaron los fundamentos realizados por Ortega y Andrade 2010, los cuales identifican 30 modos reproductivos en anfibios y reptiles. En el estudio se presentan los siguientes:

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

Modo 14.- Huevos terrestres o arbóreos que son depositados en el suelo o en madrigueras; de los huevos nacen renacuajos son llevados por un adulto hacia el agua.

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

Modo 18.- Huevos terrestres o arbóreos que son depositados en árboles; de los huevos nacen renacuajos que caen en posas o riachuelos.

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

Tabla 5-177 Patrones Reproductivos de la Herpetofauna Registrada en el Proyecto Minero

Clase	Orden	Familia	Especie	Patrón Reproductivo
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	Modo 18
		Dendrobatidae	<i>Epipedobtes tricolor</i>	Modo 14
			<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	Modo 14
		Hylidae	<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	Modo 1
		Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Modo 17
			<i>Pristimantis crenunguis</i>	Modo 17
			<i>Pristimantis crucifer</i>	Modo 17
			<i>Pristimantis labiosus</i>	Modo 17
			<i>Pristimantis muricatus</i>	Modo 17
			<i>Pristimantis nyctophylax</i>	Modo 17
			<i>Pristimantis parvillus</i>	Modo 17
			<i>Pristimantis sobetes</i>	Modo 17
			<i>Pristimantis subsigillatus</i>	Modo 17
			<i>Pristimantis walkeri</i>	Modo 17
<i>Pristimantis w-nigrum</i>	Modo 17			
Reptilia	Squamata/ Sauria	Alopoglossidae	<i>Alopoglossus festae</i>	Modo 30
		Iguanidae	<i>Anolis binotatus</i>	Modo 30
		Sphaerodactylidae	<i>Lepidoblepharis conolepis</i>	Modo 30
		Teiidae	<i>Medopheos edracanthus</i>	Modo 30
	Squamata/ Serpentes	Colubridae	<i>Atractus sp.</i>	Modo 30
			<i>Imantodes cenchoa</i>	Modo 30
			<i>Sibon bevriddgelyi</i>	Modo 30

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

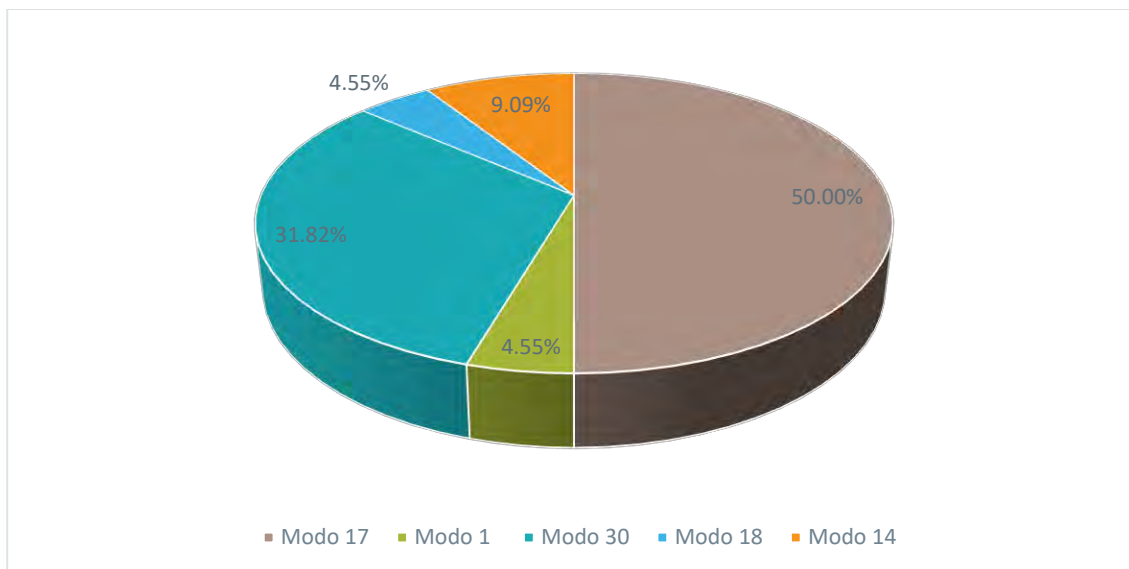


Figura 5-188 Porcentaje de Modos Reproductivos de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Proyecto Minero

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Distribución Vertical

Por lo general, las especies ocupan diferentes estratos verticales y sus microhábitats. En este caso, 12 de las especies registradas son arbustivas, representando el 54,55 % de la herpetofauna total; dos especies ocupan un estrato arbustivo/arbóreo, aportando el 9,09 %; y, ocho se desplazan en el estrato terrestre con un valor del 36,36 % (Tabla 5-178 y Figura 5-189).

Tabla 5-178 Distribución Vertical de la Herpetofauna Registrada en el Estudio

Clase	Orden	Familia	Especie	Distribución Vertical
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	Arbustivo
		Dendrobatidae	<i>Epipedobtes tricolor</i>	Terrestre
			<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	Terrestre
		Hylidae	<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	Arbustivo
		Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Terrestre
			<i>Pristimantis crenunguis</i>	Arbustivo
			<i>Pristimantis crucifer</i>	Arbustivo
			<i>Pristimantis labiosus</i>	Arbustivo
			<i>Pristimantis muricatus</i>	Arbustivo
			<i>Pristimantis nyctophylax</i>	Arbustivo
			<i>Pristimantis parvillus</i>	Arbustivo
			<i>Pristimantis sobetes</i>	Arbustivo
<i>Pristimantis subsigillatus</i>	Arbustivo			
<i>Pristimantis walkeri</i>	Arbustivo			

Clase	Orden	Familia	Especie	Distribución Vertical	
			<i>Pristimantis w-nigrum</i>	Terrestre	
Reptilia	Squamata/ Sauria	Alopoglossidae	<i>Alopoglossus festae</i>	Terrestre	
		Iguanidae	<i>Anolis binotatus</i>	Arbustivo/arbóreo	
		Sphaerodactylidae	<i>Lepidoblepharis conolepis</i>	Terrestre	
		Teiidae	<i>Medopheos edracanthus</i>	Terrestre	
	Squamata/ Serpentes	Colubridae		<i>Atractus</i> sp.	Terrestre
				<i>Imantodes cenchoa</i>	Arbustivo/arbóreo
				<i>Sibon bevriddgelyi</i>	Arbustivo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

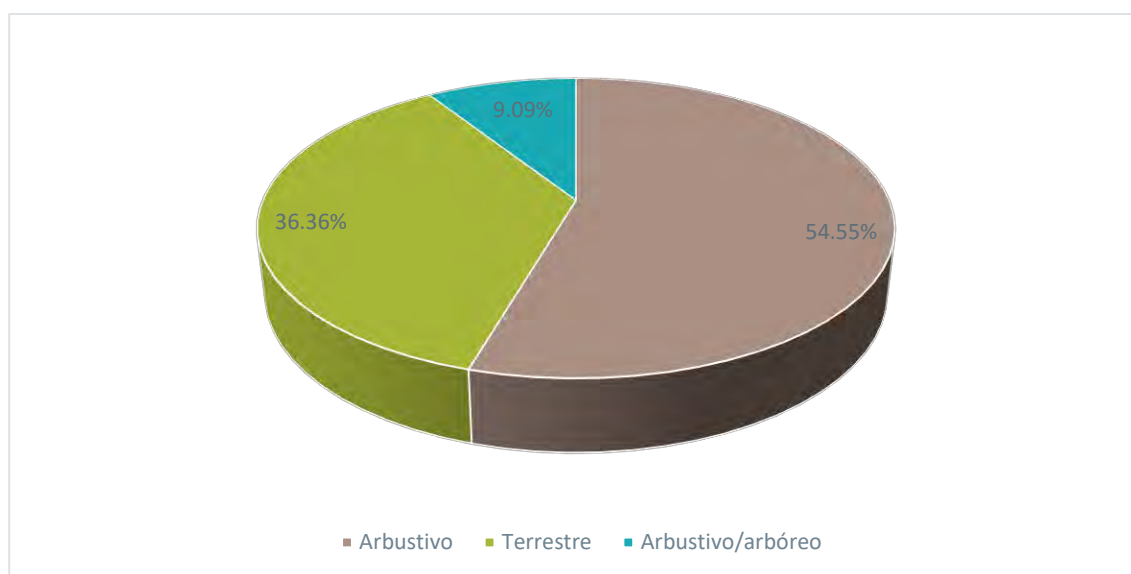


Figura 5-189 Porcentaje de Distribución Vertical de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Proyecto Minero

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Hábito

Dentro del área de estudio se logró identificar un total de 22 especies entre anfibios y reptiles. El 68,18 % de las especies tienen hábito nocturno, mientras que el 31,82 % restante tiene actividad diurna.

Considerando los altos niveles de radiación solar a los que está expuesto este ecosistema, es normal pensar que entre la herpetofauna únicamente las características dérmicas de la mayoría de reptiles podrían permitir a estos organismos no solo tolerar, sino verse beneficiados por la exposición controlada a estas condiciones ambientales extremas. Además, dos especies de anfibios poseen hábitos diurnos, que son justamente las especies de la familia Dendrobatidae que pueden mantenerse entre la hojarasca, encontrando la suficiente humedad para mantenerse en equilibrio termostático.

Como se puede observar en la Tabla 5-179, las especies que ocupan los estratos verticales superiores son generalmente nocturnas, mientras que los reptiles terrestres son generalmente diurnos.

Tabla 5-179 Hábito de la Herpetofauna Registrada en el Proyecto Minero

Clase	Orden	Familia	Especie	Distribución Vertical
Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	Nocturno
		Dendrobatidae	<i>Epipedobtes tricolor</i>	Diurno
			<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	Diurno
		Hylidae	<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	Nocturno
		Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis crenunguis</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis crucifer</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis labiosus</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis muricatus</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis nyctophylax</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis parvillus</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis sobetes</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis subsigillatus</i>	Nocturno
			<i>Pristimantis walkeri</i>	Nocturno
<i>Pristimantis w-nigrum</i>	Nocturno			
Reptilia	Squamata/ Sauria	Alopoglossidae	<i>Alopoglossus festae</i>	Diurno
		Iguanidae	<i>Anolis binotatus</i>	Diurno
		Sphaerodactylidae	<i>Lepidoblepharis conolepis</i>	Diurno
		Teiidae	<i>Medopheos edracanthus</i>	Diurno
	Squamata/ Serpentes	Colubridae	<i>Atractus</i> sp.	Diurno
			<i>Imantodes cenchoa</i>	Nocturno
			<i>Sibon bevridgelyi</i>	Nocturno

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

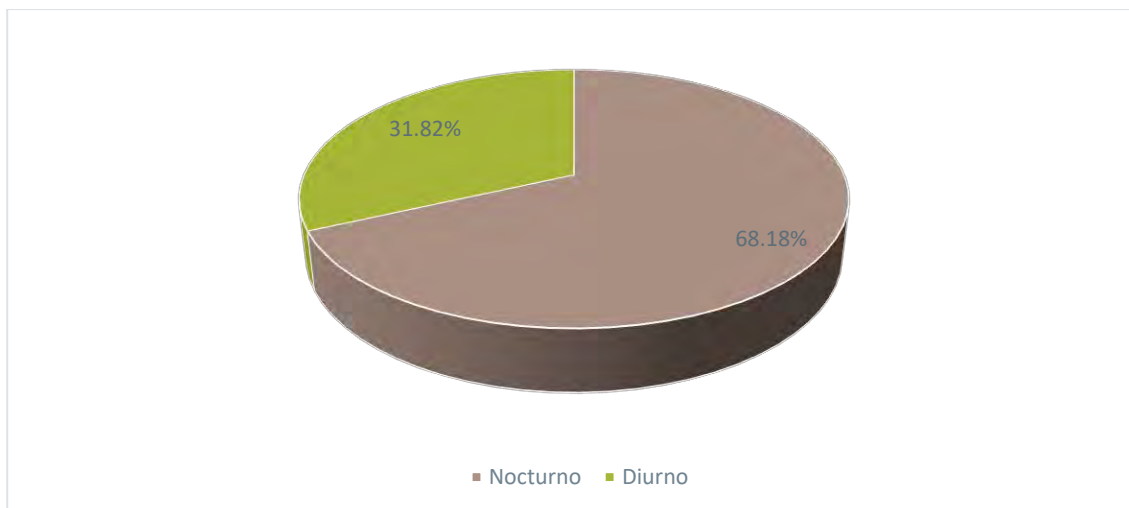


Figura 5-190 Porcentaje de Hábito de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrados en el Proyecto Minero

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Estado de Conservación, Endemismo y Especies Indicadoras

De acuerdo con la evaluación a nivel global realizada por la UICN (2021), dentro del estudio se reportaron ocho especies dentro de la categoría de Preocupación Menor (LC), con 38 %; dos especies categorizadas como Casi amenazadas (NT), con 10 % (*Hyloxalus infraguttatus* e *Hyloscirtus alytolylax*); cuatro especies No Evaluadas (NE), con 19 %; cuatro especies en estado de Vulnerables (VU), también con 19 % (*Pristimantis nyctophylax*, *P. crucifer*, *P. muricatus* y *Epipedobates tricolor*); tres especies En Peligro (EN), con 14 % (*Pristimantis crenunguis*, *P. sobetes* y *Lepidoblepharis conolepis*); y la serpiente del género *Atractus* cuya categoría no se puede establecer, ya que no pudo ser identificada a nivel de especie (Tabla 5-180).

En función de la evaluación a nivel local disponible para anfibios en Ron et al. (2021), y para reptiles en Carrillo et al. (2005), se registraron seis especies en categoría de Preocupación Menor (LC), con 27,27 %; dos especies en categoría de Casi Amenazado (NT), con 9,09 % (*Pristimantis nyctophylax* e *Hyloscirtus alytolylax*); una especie No Evaluada (NE) y una especie con Datos Insuficientes (DD), con 4,55 % cada una; cinco especies en Vulnerabilidad (VU), con 22,73 % (*Pristimantis labiosus*, *P. crucifer*, *P. muricatus*, *Hyloxalus infraguttatus* y *Alopoglossus festae*); seis especies En Peligro, con 27,27 % (*Pristimantis crenunguis*, *P. parvillus*, *P. w-nigrum*, *P. sobetes*, *Epipedobates tricolor* y *Lepidoblepharis conolepis*); y nuevamente la culebra *Atractus* sin categoría de conservación por la indeterminación de su especie (Tabla 5-180 y Figura 5-191).

Además, se determinó la presencia de siete especies endémicas, *Pristimantis nyctophylax*, *P. sobetes*, *P. walkeri*, *P. muricatus*, *Epipedobates tricolor*, *Hyloxalus infraguttatus* y *Lepidoblepharis conolepis*.

Tabla 5-180 Estado de Conservación Local y Regional de las Especies de Anfibios y Reptiles Registrada en el Proyecto Minero

Orden	Familia	Especie	UICN (2021)	Ron et al., 2021 y Carrillo et al., 2005
Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	LC	LC
	Dendrobatidae	<i>Epipedobates tricolor</i>	VU	EN
		<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	NT	VU

Orden	Familia	Especie	UICN (2021)	Ron et al., 2021 y Carrillo et al., 2005
	Hylidae	<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	NT	NT
	Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	LC	LC
		<i>Pristimantis crenunguis</i>	EN	EN
		<i>Pristimantis crucifer</i>	VU	VU
		<i>Pristimantis labiosus</i>	NE	VU
		<i>Pristimantis muricatus</i>	VU	VU
		<i>Pristimantis nyctophylax</i>	VU	NT
		<i>Pristimantis parvillus</i>	LC	EN
		<i>Pristimantis sobetes</i>	EN	EN
		<i>Pristimantis subsigillatus</i>	LC	LC
		<i>Pristimantis walkeri</i>	LC	LC
		<i>Pristimantis w-nigrum</i>	LC	EN
	Squamata/ Sauria	Alopoglossidae	<i>Alopoglossus festae</i>	LC
Iguanidae		<i>Anolis binotatus</i>	NE	DD
Sphaerodactylidae		<i>Lepidoblepharis conolepis</i>	EN	EN
Teiidae		<i>Medopheos edracanthus</i>	LC	LC
Squamata/ Serpentes	Colubridae	<i>Atractus</i> sp.	-	-
		<i>Imantodes cenchoa</i>	NE	LC
		<i>Sibon bevrtdgelyi</i>	NE	NE

Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza;
 Datos Insuficientes (DD), Preocupacion 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: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

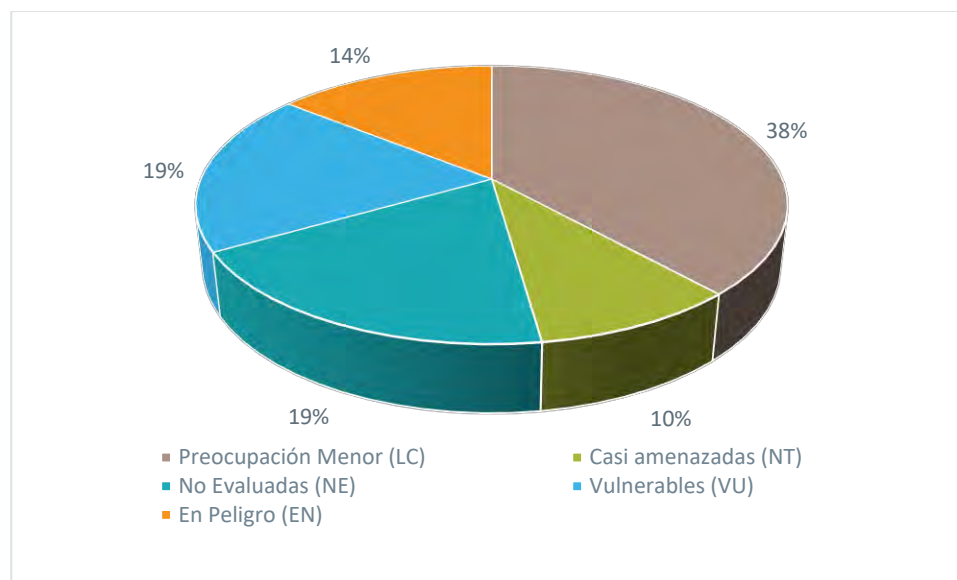


Figura 5-191 Porcentaje de Categorías de las Listas Rojas Nacionales de Anfibios y Reptiles Registrados en el Proyecto Minero

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Sensibilidad

Para determinar la sensibilidad de especies de herpetofauna se consideró el rango de distribución como el estatus de conservación de acuerdo con las evaluaciones nacionales de Carrillo et al. (2005) en el caso de reptiles, y de Ron et al. (2021) para anfibios. Se han determinado tres categorías de sensibilidad para las especies reportadas en el presente estudio; así, las especies asociadas con las categorías: En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT), En Estado Crítico (CR) y especies endémicas serán determinantes para asignar a la especie el grado de sensibilidad Alta, mientras que las categorías No Evaluada (NE) y Datos Insuficientes (DD) determinarán un grado de sensibilidad Media; finalmente, las especies que consten en la categoría de Preocupación Menor (LC) serán consideradas como sensibilidad Baja (Tabla 5-181).

Tabla 5-181 Sensibilidad de las Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Proyecto Minero

Especie	Endemismo	Ron et al, 2021 y Carrillo et al, 2005	Sensibilidad
<i>Espadarana prosoblepon</i>	No	LC	Baja
<i>Epipedobtes tricolor</i>	Sí	EN	Alta
<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	Sí	VU	Alta
<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	No	NT	Media
<i>Pristimantis achatinus</i>	No	LC	Baja
<i>Pristimantis crenunguis</i>	No	EN	Alta
<i>Pristimantis crucifer</i>	No	VU	Alta
<i>Pristimantis labiosus</i>	No	VU	Alta
<i>Pristimantis muricatus</i>	Sí	VU	Alta
<i>Pristimantis nyctophylax</i>	Sí	NT	Alta

Especie	Endemismo	Ron et al, 2021 y Carrillo et al, 2005	Sensibilidad
<i>Pristimantis parvillus</i>	No	EN	Alta
<i>Pristimantis sobetes</i>	Sí	EN	Alta
<i>Pristimantis subsigillatus</i>	No	LC	Baja
<i>Pristimantis walkeri</i>	Si	LC	Alta
<i>Pristimantis w-nigrum</i>	No	EN	Alta
<i>Alopoglossus festae</i>	No	VU	Alta
<i>Anolis binotatus</i>	No	DD	Media
<i>Lepidoblepharis conolepis</i>	Sí	EN	Alta
<i>Medopheos edracanthus</i>	No	LC	Baja
<i>Atractus</i> sp.	-	-	Media
<i>Imantodes cenchoa</i>	No	LC	Baja
<i>Sibon bevrtdgelyi</i>	No	NE	Media
Simbología: UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; Datos Insuficientes (DD), Preocupacion 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: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Para el caso de los anfibios y reptiles en categorías de conservación Casi Amenazadas, Vulnerables y En Peligro las amenazas más importantes son la fragmentación y destrucción del hábitat, y para los casos específicos de *Epipedobates tricolor* y *Pristimantis crenunguis* se suma como amenaza el uso de agroquímicos en los cultivos, mientras que para *Pristimantis w-nigrum* su amenaza principal es la afectación con el hongo quitridio (Ron et al., 2021; Torres-Carvajal et al., 2021).

Uso del Recurso

Por información provista por los guías comunitarios que acompañaron en el estudio, ninguna especie tiene un uso antrópico; sin embargo, se conoce que *Epipedobates tricolor* es utilizado actualmente en laboratorios farmacéuticos en búsqueda de medicamentos para el uso humano (Torres, 2019).

Comparación con Estudios Anteriores

Dentro de este acápite se realiza la comparación de la riqueza de herpetofauna registra durante los monitoreos realizados por parte de la consultora Cinge Cía. Ltda., para la empresa Curimining S. A. Los monitoreos se realizaron en noviembre 2019, noviembre 2020 y marzo 2021. La comparación se realiza únicamente a nivel de riqueza debido a que la cantidad de puntos de monitoreo es mucho mayor a los puntos de muestreo estudiados en el presente documento. Las metodologías aplicadas para el componente herpetofauna durante los monitoreos y el presente estudio son similares.

En el presente muestreo se incrementaron siete especies de herpetofauna que no habían sido registradas en estudios anteriores; sin embargo, en los monitoreos realizados anteriormente el número de especies registradas siempre fue mayor incrementándose en el tiempo. De esta manera, en el monitoreo realizado en noviembre 2019 el número de especies fue de 27, en noviembre 2020 fue de 28 y, finalmente, en marzo 2021 el número incrementó a 33. Como se mencionó anteriormente, el número de puntos de muestreo fue más alto en los monitoreos (tres puntos cuantitativos y 22 puntos cualitativos), abarcando una mayor cantidad de hábitats y microhábitats (Figura 5-192).

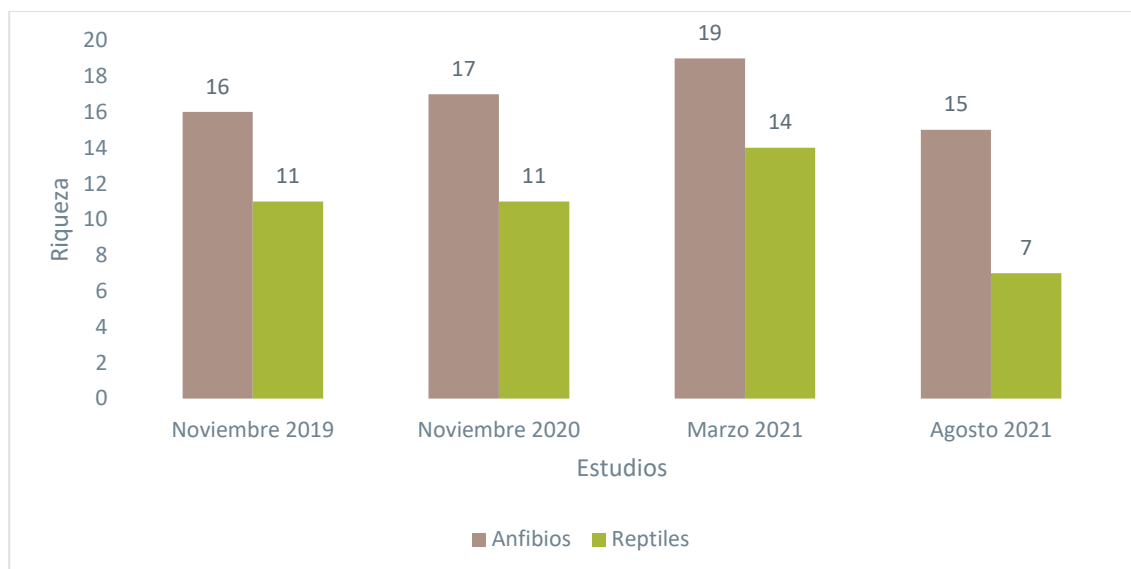


Figura 5-192 Comparación de Riqueza de Herpetofauna con Estudios Previos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diez especies han sido registradas durante los tres monitoreos y el presente estudio: *Pristimantis achatinus*, *P. subsigillatus*, *P. walkeri*, *P. parvillus*, *P. w-nigrum*, *Epipedobates tricolor*, *Hyloxalus infraguttatus*, *Hyloscirtus alytolylax*, *Espadarana prosoblepon* y *Alpoglossus festae* (Tabla 5-182).

Tabla 5-182 Comparación de la Herpetofauna Registrada con Estudios Anteriores

Orden	Familia	Especie	Monitoreo noviembre 2019	Monitoreo noviembre 2020	Monitoreo marzo 2021	EIA agosto 2021
Anura	Bufonidae	<i>Rhaebo haematiticus</i>	x	x	x	
		<i>Rhinella horribilis</i>	x		x	
	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	x	x	x	x
	Dendrobatidae	<i>Epipedobates anthony</i>			x	
		<i>Epipedobates machalilla</i>			x	
		<i>Epipedobates tricolor</i>	x	x	x	x
		<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	x	x	x	x
	Hylidae	<i>Boana boans</i>	x	x		
		<i>Boana rosenbergi</i>			x	
		<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	x	x	x	x
		<i>Smilisca phaeota</i>	x		x	
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus ventrimaculatus</i>			x	
	Strabomantidae	<i>Barycholos pulcher</i>	x	x	x	
		<i>Pristimantis achatinus</i>	x	x	x	x
		<i>Pristimantis crenunguis</i>				x

Orden	Familia	Especie	Monitoreo noviembre 2019	Monitoreo noviembre 2020	Monitoreo marzo 2021	EIA agosto 2021
		<i>Pristimantis crucifer</i>				x
		<i>Pristimantis labiosus</i>		x	x	x
		<i>Pristimantis latidiscus</i>		x		
		<i>Pristimantis luteolateralis</i>		x		
		<i>Pristimantis muricatus</i>			x	x
		<i>Pristimantis nyctophylax</i>	x	x		x
		<i>Pristimantis parvillus</i>	x	x	x	x
		<i>Pristimantis sobetes</i>				x
		<i>Pristimantis subsigillatus</i>	x	x	x	x
		<i>Pristimantis verecundus</i>	x	x		
		<i>Pristimantis walkeri</i>	x	x	x	x
		<i>Pristimantis w-nigrum</i>	x	x	x	x
		Squamata/Sauria	Alopoglossidae	<i>Alopoglossus festae</i>	x	x
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>				x	
Iguanidae	<i>Anolis binonatus</i>				x	x
	<i>Anolis fasciatus</i>				x	
	<i>Basiliscus galeritus</i>		x	x	x	
	<i>Enyalioides heterolepsis</i>		x	x	x	
	<i>Enyalioides touzeti</i>		x			
	<i>Stenocercus iridescens</i>		x			
Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus pumilus</i>		x			
Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes caudiscatus</i>				x	
	<i>Lepidoblepharis buchwaldi</i>		x	x		
	<i>Lepidoblepharis conolepis</i>					x
Teiidae	<i>Holcosus septemlineatus</i>		x	x	x	
	<i>Medopheos edracanthus</i>				x	
Squamata-Serpentes	Colubridae	<i>Atractus</i> sp.				x
		<i>Chironius grandiscuamis</i>	x			
		<i>Dendrophidion brunneum</i>			x	
		<i>Dendrophidion clarkii</i>	x		x	
		<i>Dendrophidion graciliverpa</i>		x		
		<i>Dipsas andiana</i>		x		

Orden	Familia	Especie	Monitoreo noviembre 2019	Monitoreo noviembre 2020	Monitoreo marzo 2021	EIA agosto 2021
		<i>Dipsas gracilis</i>		x		
		<i>Imantodes cenchoa</i>		x	x	x
		<i>Leptodeira ornata</i>			x	
		<i>Leptodeira septentrionalis</i>	x			
		<i>Oxybelis brevirostris</i>		x		
		<i>Sibon bevrtdgelyi</i>				x
	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>		x	x	
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon leucostomun</i>			x	

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Discusión

Los bosques occidentales del Ecuador albergan gran parte de la biodiversidad nacional aún desconocida, además de ser los bosques con mayor vulnerabilidad debido a la elevada fragmentación del hábitat (Ron et al., 2021). De esta manera, el monitoreo de la mayor cantidad de especies presentes en estos bosques es prioridad para estudios futuros, ya que muchas de ellas pueden ser víctimas de extinciones sin ni siquiera ser catalogadas; como, por ejemplo, dentro del presente estudio se halló especies con Datos insuficientes (DD), No evaluadas (NE) o En peligro (EN).

Los anfibios y reptiles son organismos completamente dependientes del microhábitat en el que se encuentran dadas las características y especificidad de preferencia en nichos tróficos, siendo en algunos casos muy susceptibles a fluctuaciones microclimáticas (Vitt, 2009); además, es importante considerar el cambio de uso de suelo (cultivos, pastizales) que se genera en el área y en zonas aledañas.

El esfuerzo de muestreo ha generado diferentes datos que permiten observar que el tiempo y puntos de muestreo son suficientes, pero con la seguridad de que a lo largo del tiempo la lista de registros se vea incrementada, como se muestra en diferentes publicaciones realizadas en el área y piso zoogeográfico; por ejemplo, el *Libro de vertebrados del Ecuador* (Albuja, y otros, 2012) dice que el número de anfibios reportados para el piso subtropical occidental es de 310 y el de los reptiles es de 309. Además, es importante tener en cuenta que el área estudiada se restringe a puntos de muestreo; razón por la cual el número de riqueza alcanzada no es exacto para el muestreo, es decir es una referencia dada la cantidad y diferencias en microhábitats presentes dentro de la concesión.

5.2.5.2.4 Entomofauna

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levanta para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos se pueden revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; F. Registro Fotográfico, F.2 Biótico.

Análisis General

Riqueza y Abundancia

La riqueza total registrada en el estudio fue de 34 especies de escarabajos peloteros, distribuidos en 13 géneros y seis tribus. Y la abundancia registrada fue de 504 individuos.

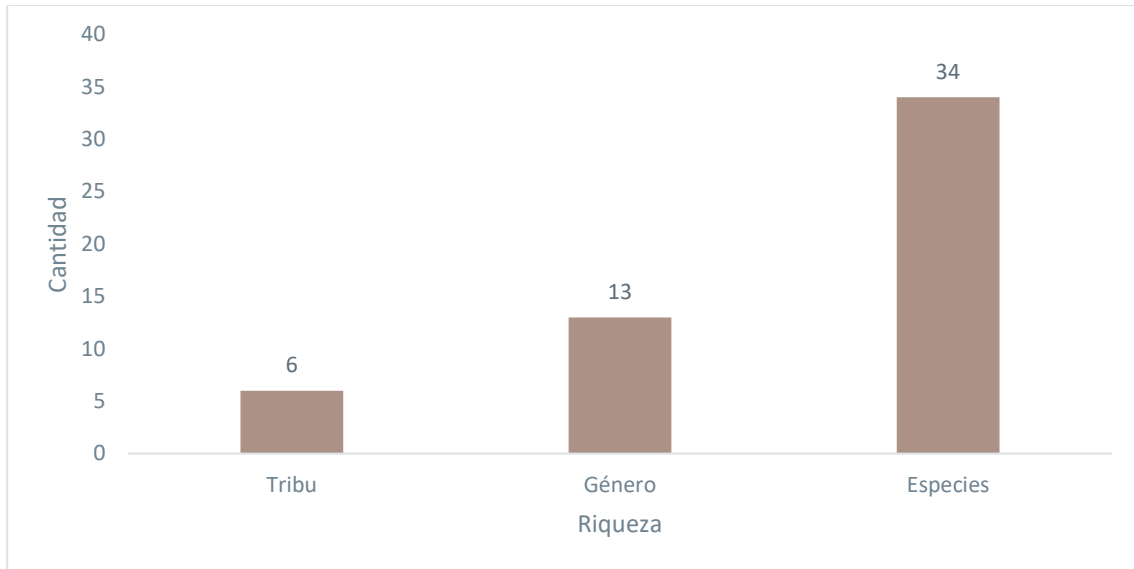


Figura 5-193 Datos de Riqueza de Especies de Escarabajos Peloteros en los Puntos de Muestreo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

La riqueza total registrada en el estudio fue de 43 especies de rhopaloceros, distribuidos en 27 géneros y una familia. Y la abundancia registrada fue de 101 individuos.

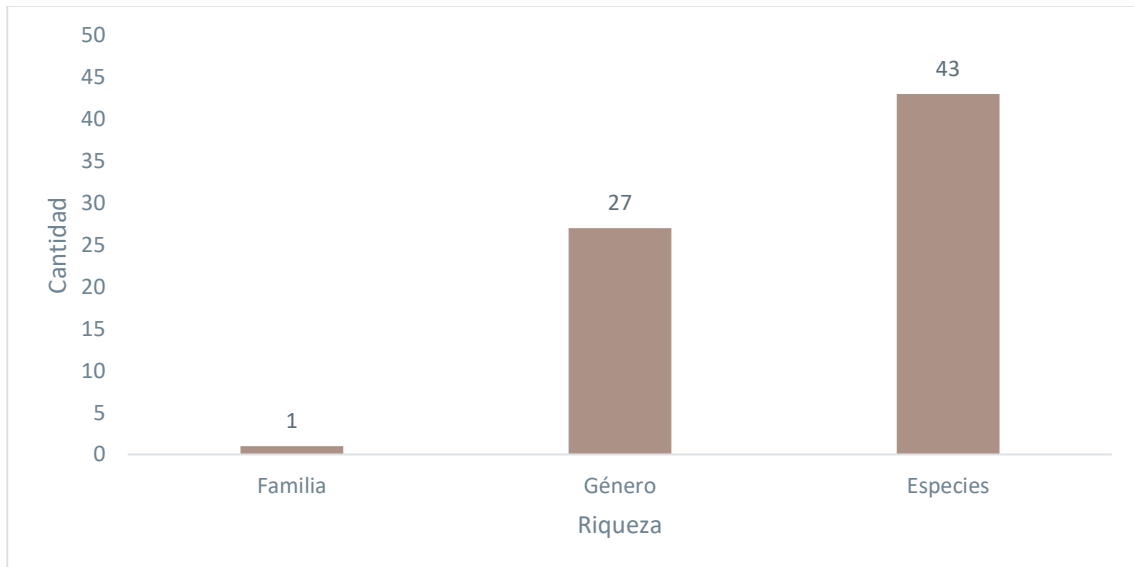


Figura 5-194 Datos de Riqueza de Especies de Mariposas Diurnas en los Puntos de Muestreo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Mientras que la riqueza total registrada en el estudio fue de 32 especies de heteroceros, distribuidos en 28 géneros y una familia. Y la abundancia registrada fue de 39 individuos.

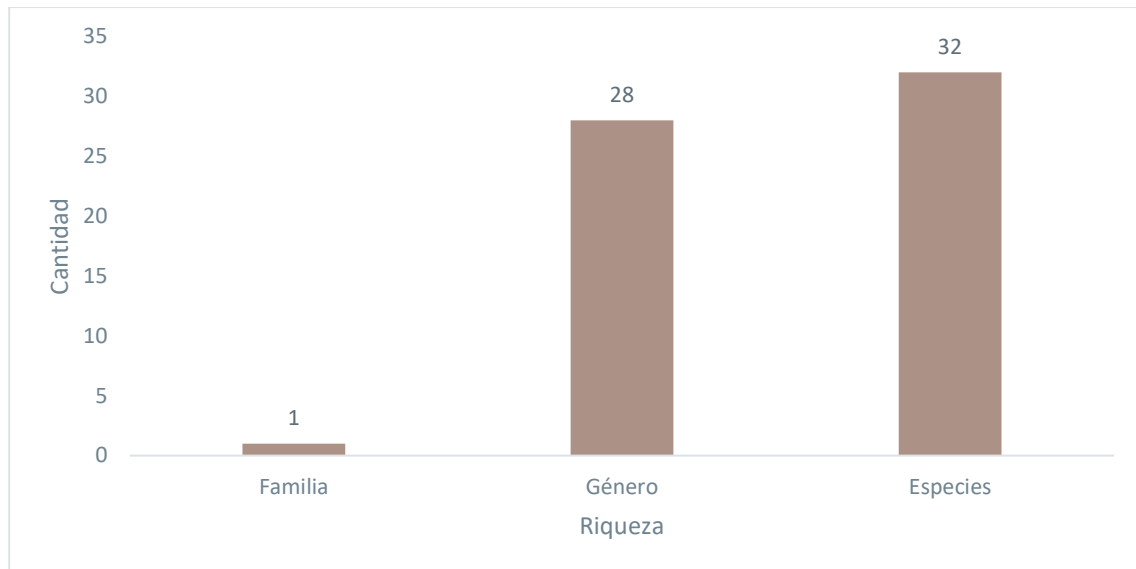


Figura 5-195 Datos de Riqueza de Especies de Mariposas Nocturnas en los Puntos de Muestreo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Finalmente, la riqueza total registrada en el estudio fue de 21 géneros de insectos, distribuidos en 19 familias y seis órdenes.

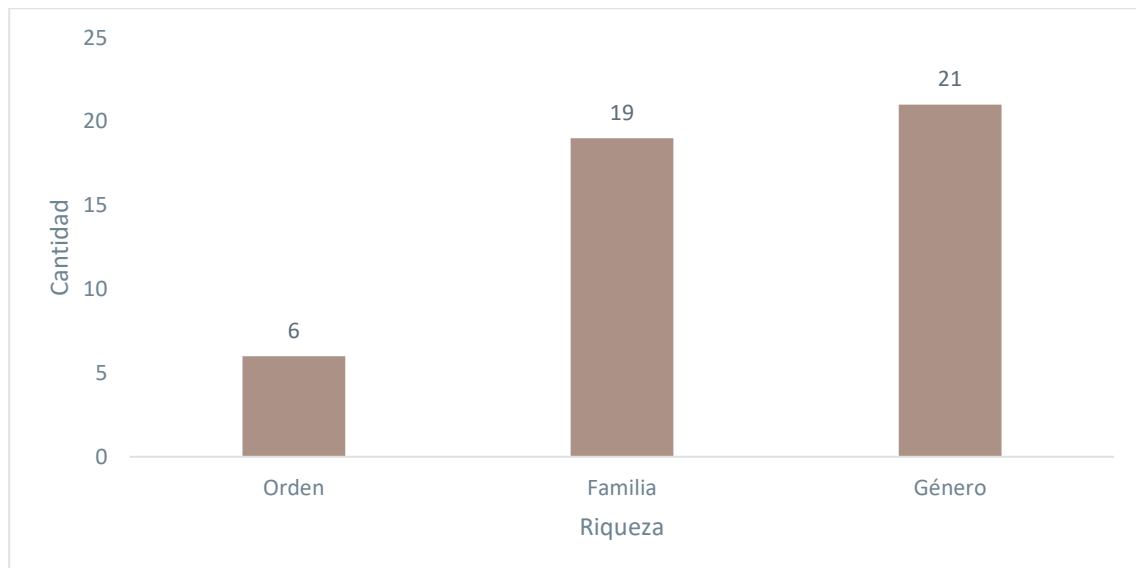


Figura 5-196 Datos de Riqueza de Especies en los Puntos de Muestreo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis Cualitativo

Riqueza

En conjunto, para los puntos de muestreo cualitativos se registró un total de seis órdenes de insectos y 19 familias/morphoespecies. Entre ellas puede mencionarse a: Brentidae, Cerambycidae, Chrysomelidae,

Coccinellidae, Curculionidae, Elateridae, Erotylidae, Lampyridae, Lycidae, Passalidae, Staphylinidae, Reduviidae, Cercopidae, Membracidae, Nymphalidae, Libellulidae, Acrididae, Phasmatidae y Pyrgomorphidae.

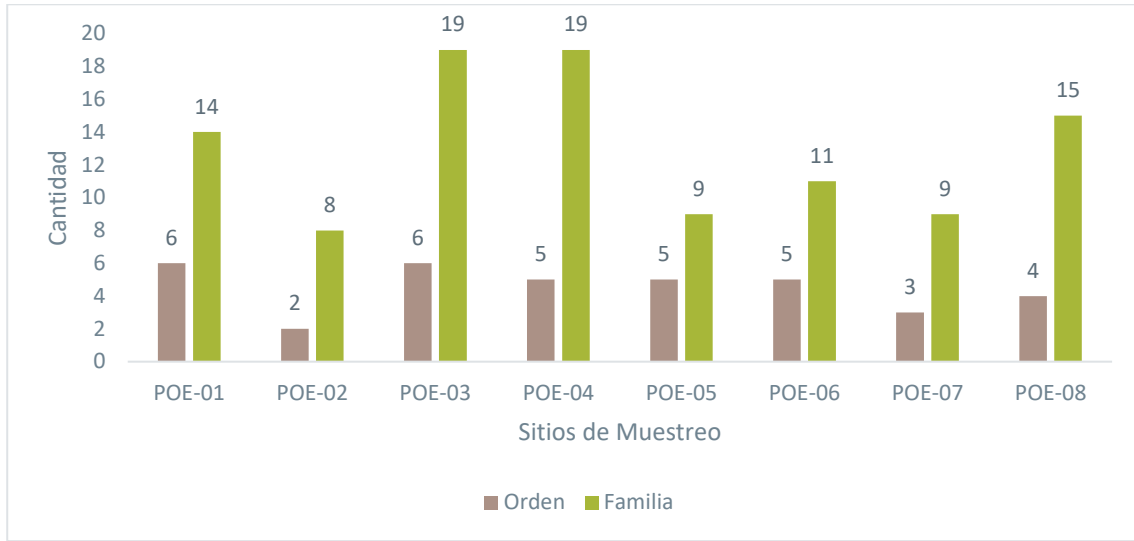


Figura 5-197 Riqueza de Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo POE-01, POE-02, POE-03, POE-04, POE-05, POE-06, POE-07 y POE-08

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Página en blanco

Las familias halladas se encuentran distribuidas en cada punto de muestreo de la siguiente manera:

Tabla 5-183 Riqueza de Entomofauna Registrada en los Puntos de Muestreo POE-01, POE-02, POE-03, POE-04, POE-05, POE-06, POE-07 y POE-08

Orden	Familia	Género	POE-01	POE-02	POE-03	POE-04	POE-05	POE-06	POE-07	POE-08
Coleoptera	Brentidae	Indeterminado	-	X	X	-	X	X	X	-
Coleoptera	Cerambycidae	Indeterminado	X	X	X	X	X	X	X	X
Coleoptera	Chrysomelidae	Indeterminado	X	X	X	X	X	X	X	X
Coleoptera	Coccinellidae	Indeterminado	X	-	X	X	-	-	-	X
Coleoptera	Curculionidae	Indeterminado	X	X	X	X	X	X	X	X
Coleoptera	Elateridae	Indeterminado	X	-	X	X	-	-	-	X
Coleoptera	Erotylidae	Indeterminado	-	X	X	-	-	X	X	-
Coleoptera	Lampyridae	Indeterminado	X	-	X	X	-	-	-	X
Coleoptera	Lycidae	Indeterminado	-	X	X	-	-	X	X	X
Coleoptera	Passalidae	Indeterminado	X	-	X	-	-	-	-	X
Coleoptera	Staphylinidae	Indeterminado	-	X	X	-	-	X	X	X
Hemiptera	Reduviidae	Indeterminado	X	-	X	X	X	X	-	X
Homoptera	Cercopidae	Indeterminado	X	-	X	X	X	X	-	X
Homoptera	Membracidae	Indeterminado	X	-	X	X	X	-	X	X
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Haetera</i>	-	X	-	X	X	X	-	-
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Heliconius</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
Lepidoptera	Nymphalidae	Indeterminado	-	X	-	X	X	X	X	-
Odonata	Libellulidae	Indeterminado	X	-	-	-	-	-	-	-
Orthoptera	Acrididae	Indeterminado	X	-	-	-	-	-	-	X
Orthoptera	Phasmatidae	Indeterminado	X	-	-	-	-	-	-	X
Orthoptera	Pyrgomorphidae	Indeterminado	X	-	X	X	X	X	-	X

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Página en blanco

Curva de Acumulación de Especies

En los recorridos cualitativos se tomaron solo datos de presencia/ausencia, para los cuales se empleó el estimador Chao 2, según el cual con los recorridos se ha incluido el 100 % de especies proyectadas para el componente.

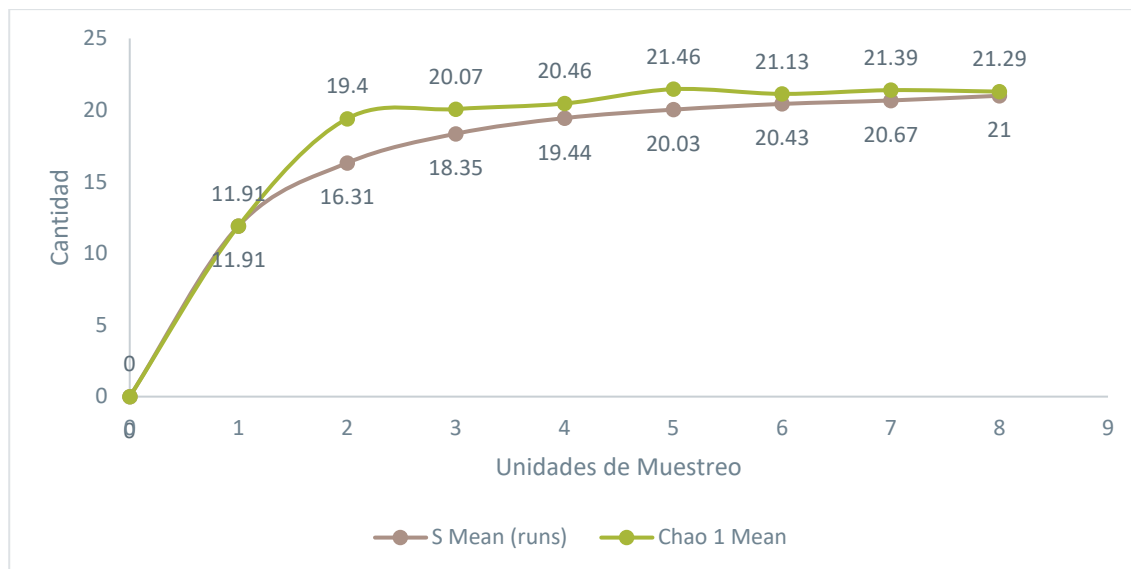


Figura 5-198 Curva de Acumulación de Especies para los Puntos POE-01, POE-02, POE-03, POE-04, POE-05, POE-06, POE-07 y POE-08

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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 POH-08 y POE-01 con un porcentaje de similitud del 80 %; que a su vez mantienen un 65 % de similitud con el punto de muestreo POE-03. Los puntos de muestreo POE-04 y POE-05 mantienen un 67 % de similitud entre sí y un 52 % de similitud versus el grupo anteriormente mencionado.

Los puntos POE-02 y POE-07 tuvieron un 70 % de similitud entre sí y un 65 % de similitud con el punto de muestreo POE-06.

Finalmente, este último grupo en mención posee un 38 % de similitud en relación con el primer grupo mencionado.

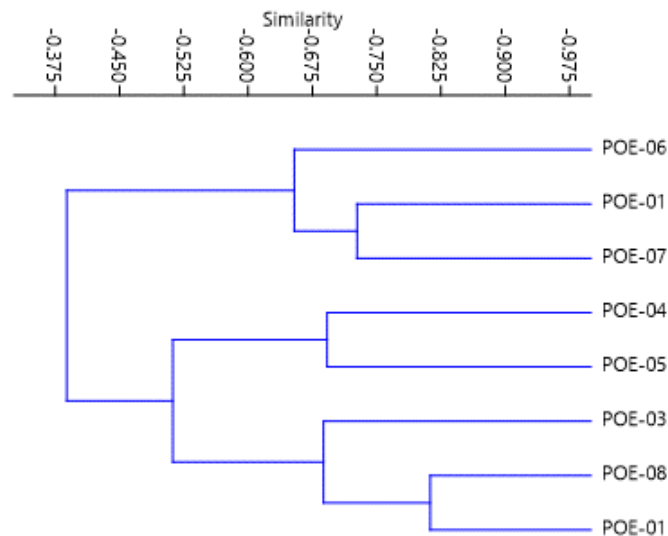


Figura 5-199 Análisis Clúster de Jaccard para los Puntos POE-01, POE-02, POE-03, POE-04, POE-05, POE-06, POE-07 y POE-08

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis Cuantitativo

PME-01 (PME-01 TP; PME-01 VSR)

PME-01_TP

Riqueza

En el punto de muestreo se registró un total de 19 especies pertenecientes a 8 géneros y cinco tribus. Este valor corresponde al 11,36 % del total de escarabajos registrados para el Ecuador (n = 220 sp.) según el listado de especies presentes y presuntas en el país (Chamorro, 2018). Se registró para este punto de muestreo a *Dichotomius* y *Deltochillum*, como los géneros más representativos, que presentó un total de cuatro especies, cada uno; seguido del género *Eurysternus*, que presentó tres especies; mientras que los demás géneros: *Canthon*, *Coprophanaeus*, *Onthophagus*, *Oxysternon*, y *Uroxys*, pudieron registrar entre dos y una especie cada uno.

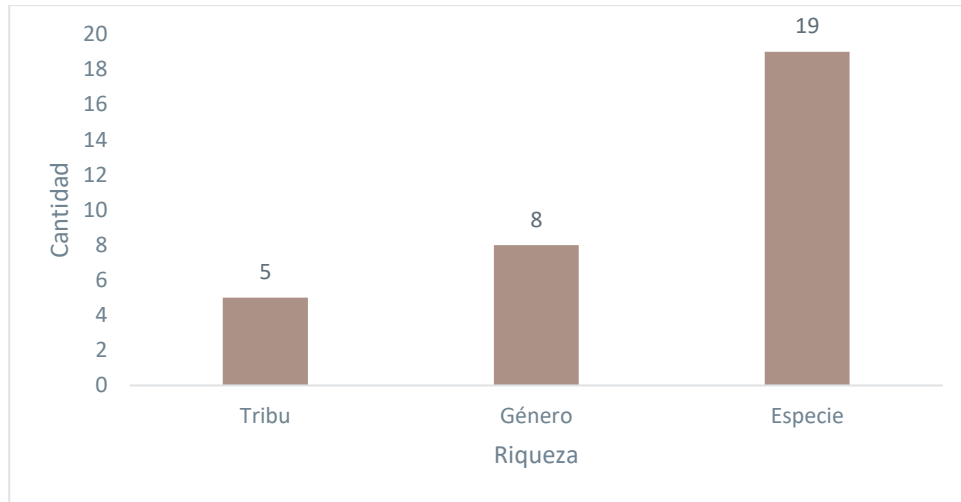


Figura 5-200 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-01_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Total

Se pudo registrar en este punto de muestreo un total de 180 individuos de escarabajos copronecrófagos, siendo las especies: *Eurysternus cayennensis* con 27 individuos, *Dichotomius mamillatus* con 17 individuos, *Coprophanaeus telamon* con 16 individuos, *Eurysternus foedus* con 14 individuos, *Dichotomius sp1.* con 13 individuos, *Canthon fulgidus* con 12 individuos, *Deltochillum crenulipes* con 12 individuos, *Deltochillum orbiculare* con 1 individuos, *Deltochillum amazonicum* con 10 individuos y *Eurysternus hypocrita* con 10 individuos.

Finalmente, las especies *Canthon luteicolis* con 9, *Deltochillum carinatum* con 8, *Coprophanaeus ohausii* con 5, *Oxysternon conspiciatum* con 5, *Dichotomius ohausii* con 3, *Dichotomius sp2.* con 2, *Onthophagus xantomerus* con 2, *Oxysternon silenus* con 2 y *Uroxys sp.* con 2

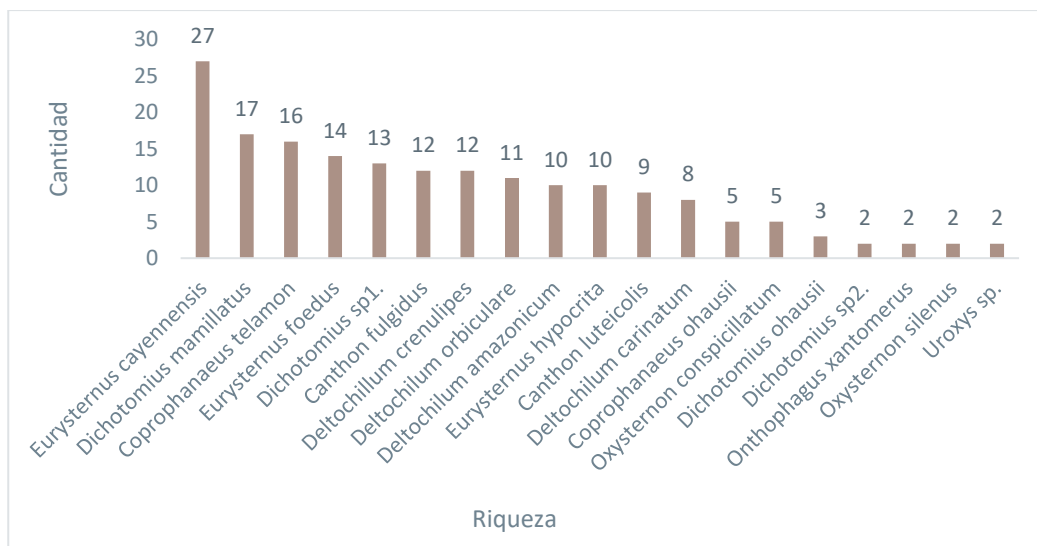


Figura 5-201 Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Eurysternus cayennensis* con un valor de Pi igual a 0,15, seguido de *Dichotomius mamillatus* con un valor de Pi igual a 0,09, seguido de *Coprophanæus telamon* con un valor de Pi igual a 0,09, seguido de *Eurysternus foedus* con un valor de Pi igual a 0,08, seguido de *Dichotomius sp1.* con un valor de Pi igual a 0,07, seguido de *Canthon fulgidus* con un valor de Pi igual a 0,07, seguido de *Deltochillum crenulipes* con un valor de Pi igual a 0,07, seguido de *Deltochillum orbiculare* con un valor de Pi igual a 0,06, seguido de *Deltochillum amazonicum* con un valor de Pi igual a 0,06, seguido de *Eurysternus hypocrita* con un valor de Pi igual a 0,06, seguido de *Canthon luteicollis* con un valor de Pi igual a 0,05, seguido de *Deltochillum carinatum* con un valor de Pi igual a 0,04, seguido de *Coprophanæus ohausi* con un valor de Pi igual a 0,03, seguido de *Oxysternon conspicillatum* con un valor de Pi igual a 0,03, seguido de *Dichotomius ohausii* con un valor de Pi igual a 0,02, seguido de *Dichotomius sp2.* con un valor de Pi igual a 0,01, seguido de *Onthophagus xantomerus* con un valor de Pi igual a 0,01, seguido de *Oxysternon silenus* con un valor de Pi igual a 0,01 y *Uroxys sp.* con un valor de Pi igual a 0,01.

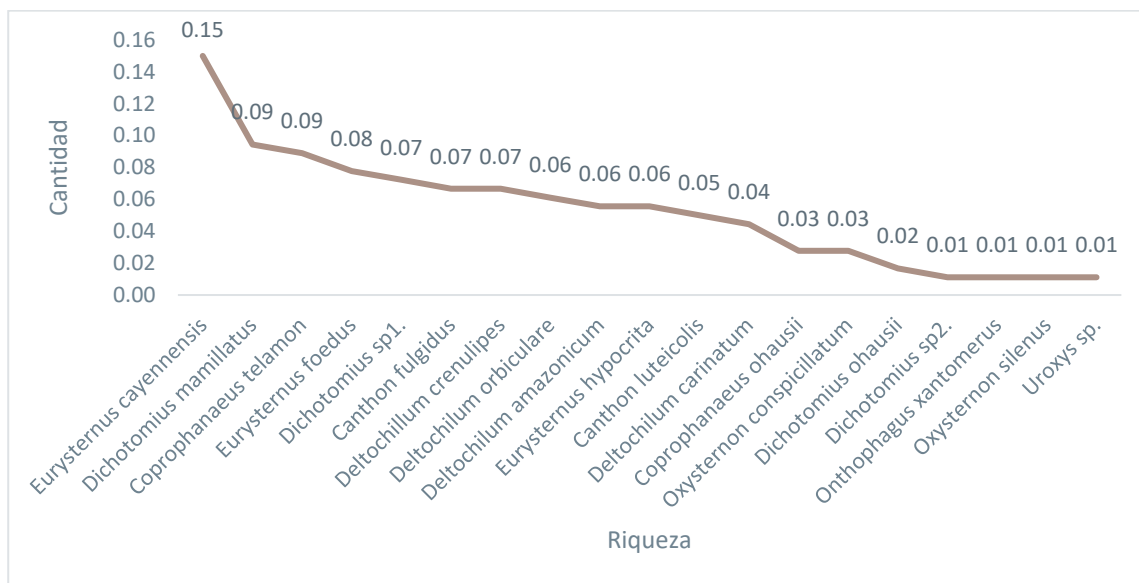


Figura 5-202 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró que la muestra está constituida por 10 especies de categoría Abundante conforma el 53 %; mientras que la categoría Común, que registró cuatro especies, conforma el 21 %. Finalmente, la categoría Raro estuvo representada por cinco especies y contuvo el 26 % de la muestra.

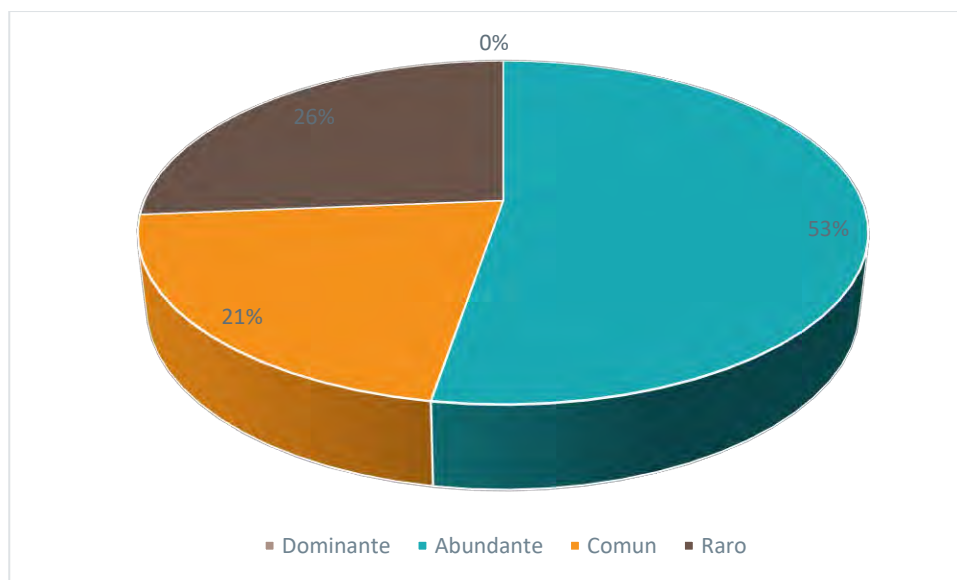


Figura 5-203 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad Alfa

Este índice contempla el número de especies de escarabajos peloteros registradas en el punto de muestreo PME-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 alta con un valor de 2,77, como se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 5-184 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_TP

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación de Shannon
PME-01_TP	25	180	2,77	Diversidad alta

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se encontró que la dominancia en este punto de muestreo fue alta, con un valor de 0,07; 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 5-185 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_TP

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
PME-01_TP	25	180	0,07	Dominancia baja

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

PME-01_VSR

Riqueza

En este punto de muestreo se registraron 19 especies de mariposas diurnas, que están distribuidas en 13 géneros y una familia.

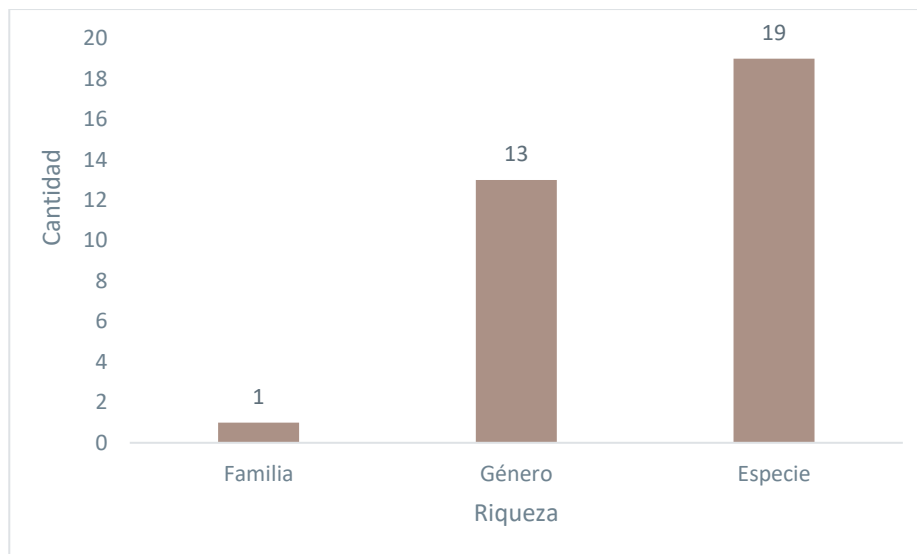


Figura 5-204 Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Total

Se registró dentro de este punto de muestreo 10 individuos en total, determinando a *Opsiphanes cassiae rubigatus* con 5 individuos, *Zaretis isidora* con 5 individuos, *Nessaea obrinus obrinus* con 3 individuos, *Pareuptychia cf ocirrhoe* con 3 individuos, *Pareuptychia ocirrhoe* con 3 individuos, *Harjesia obscura* con 2 individuos, *Heliconius xanthocles napoensis* con 2 individuos, *Opsiphanes sallei* con 2 individuos, *Stalachtis calliope calliope* con 2 individuos, *Taygetis larua* con 2 individuos, *Taygetis mermeria* con 2 individuos, *Taygetis sylvia* con 2 individuos, *Temenis pulchra pallidior* con 2 individuos, *Ascalapha odorata* con 1 individuos, *Chloreuptychia chlorimene* con 1 individuos, *Opsiphanes cassina barkeri* con 1 individuo, *Pyrrhopyge sp.* con 1 individuo, *Siproeta stelenes stelenes* con 1 individuo y *Temenis laothoe* con 1 individuo.

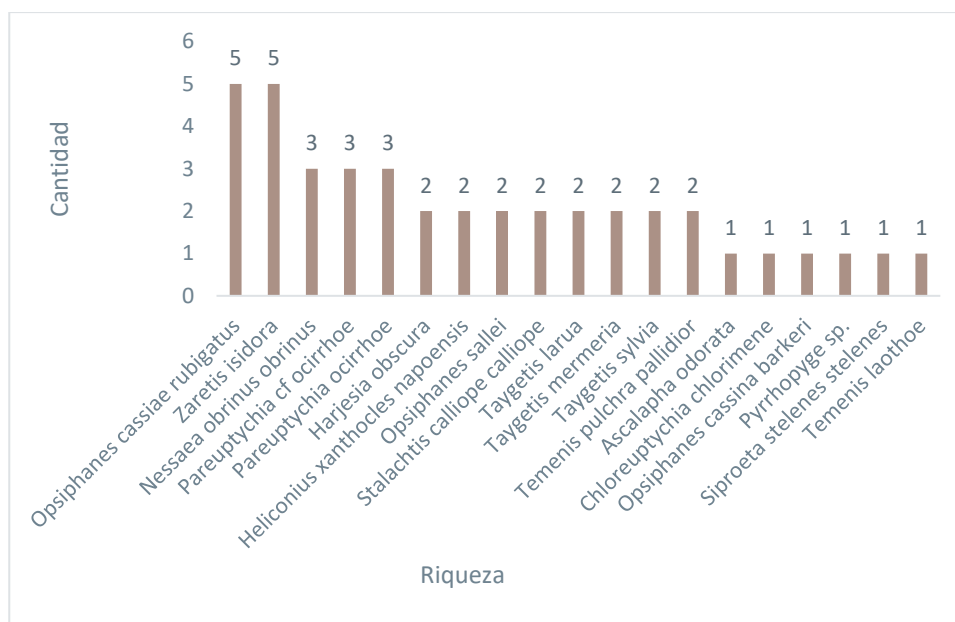


Figura 5-205 Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Opsiphanes cassiae rubigatus* con un valor de Pi igual a 0,12, *Zaretis isidora* con un valor de Pi igual a 0,12, *Nessaea obrinus obrinus* con un valor de Pi igual a 0,07, *Pareuptychia cf ocirrhoe* 0,07, *Pareuptychia ocirrhoe* con un valor de Pi igual a 0,07, *Harjesia obscura* con un valor de Pi igual a 0,05, *Heliconius xanthocles napoensis* con un valor de Pi igual a 0,05, *Opsiphanes sallei* con un valor de Pi igual a 0,05, *Stalachtis calliope calliope* con un valor de Pi igual a 0,05, *Taygetis larua* con un valor de Pi igual a 0,05, *Taygetis mermeria* con un valor de Pi igual a 0,05, *Taygetis sylvia* con un valor de Pi igual a 0,05, *Temenis pulchra pallidior* con un valor de Pi igual a 0,05, *Ascalapha odorata* con un valor de Pi igual a 0,02, *Chloreuptychia chlorimene* con un valor de Pi igual a 0,02, *Opsiphanes cassina barkeri* con un valor de Pi igual a 0,02, *Pyrrhopyge sp.* con un valor de Pi igual a 0,02, *Siproeta stelenes stelenes* 0,02 y *Temenis laothoe* con un valor de Pi igual a 0,02.

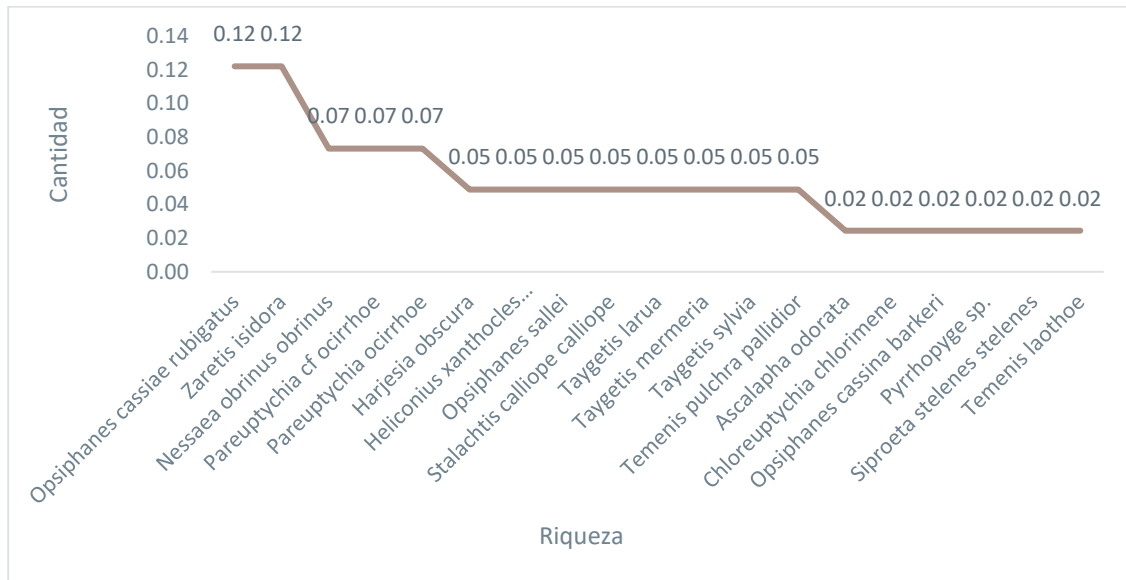


Figura 5-206 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró dos categorías: Común con 2 especies y registrando el 11 % de la muestras, mientras que la categoría Raro ocupó el 89 % de la muestra con 17 especies.

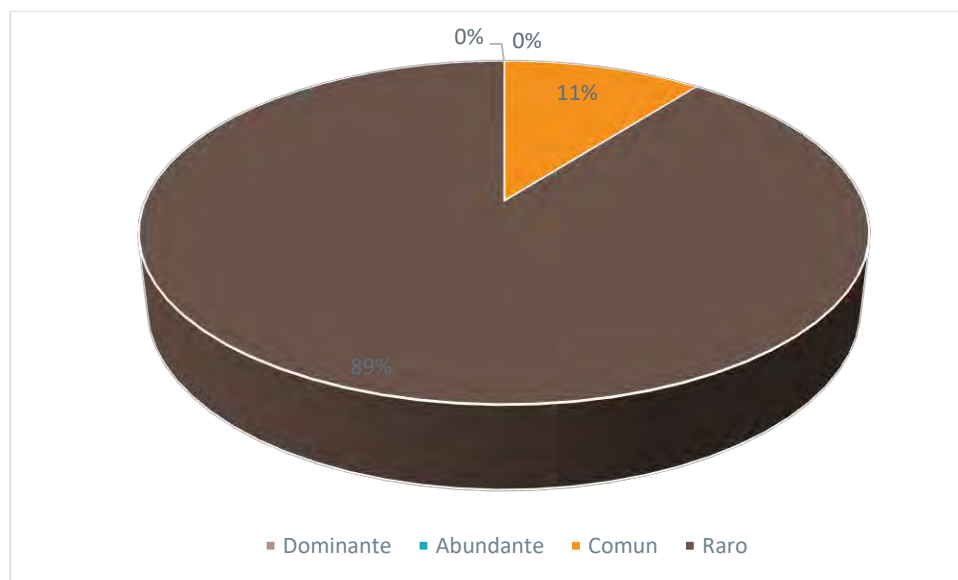


Figura 5-207 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-01_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad Alfa

Este índice contempla el número de especies de mariposas registradas en el punto de muestreo G-PME-01_VSR (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 media con un valor de 3,02, como se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 5-186 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_VSR

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación Shannon
PME-01_VSR	19	41	3,02	Diversidad alta

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se encontró que la dominancia en este punto de muestreo fue alta con un valor de 0,045; 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 5-187 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-01_VSR

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
PME-01_VSR	19	41	0,045	Dominancia baja

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

PME-02 (PME-02 TP; PME-02 VSR)

PME-02_TP

Riqueza

En el punto de muestreo se registró un total de 18 especies pertenecientes a 10 géneros y seis tribus. Este valor corresponde al 8,18 % del total de escarabajos registrados para el Ecuador (n = 220 sp.) según el listado de especies presentes y presuntas en el país (Chamorro, 2018).

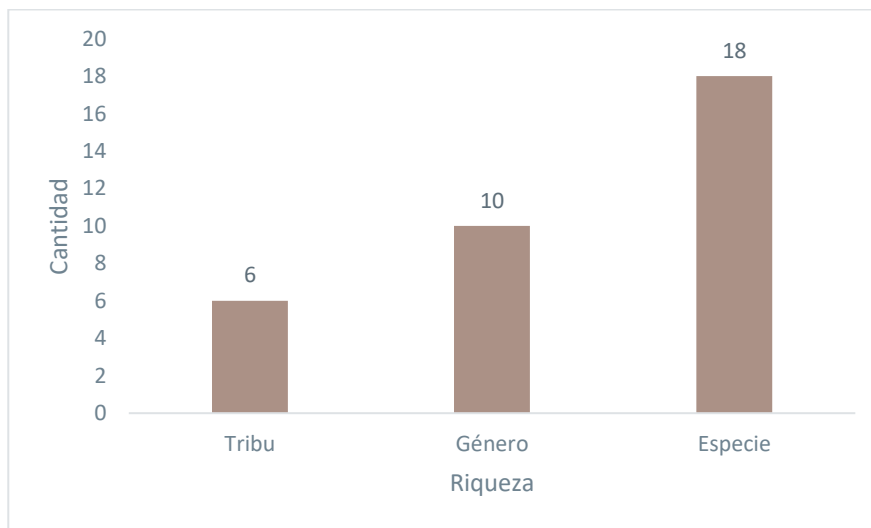


Figura 5-208 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-02_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Total

Se pudo registrar en este punto de muestreo un total de 150 individuos de escarabajos copronecrófagos. Coprophanaeus telamon registró un total de 30, Eurysternus velutinus registró un total de 26, Deltochilum sp 2. registró un total de 17 individuos, Eurysternus foedus registró un total de 14 individuos, Coprophanaeus ohausii registró un total de 8 individuos, Canthon fulgidus registró un total de 7 individuos, Deltochilum amazonicum registró un total de 6 individuos, Ateuchus sp1. registró un total de 5 individuos, Deltochilum sp.1 registró un total de 5 individuos, Dichotomius problematicus registró un total de 5 individuos, Dichotomius sp2. registró un total de 5 individuos, Onthophagus xantomerus registró un total de 5 individuos, Canthon aequinoctialis registró un total de 4 individuos, Ontherus sp. registró un total de 4 individuos, Canthon luteicolis registró un total de 3 individuos, Oxysternon conspicillatum registró un total de 3 individuos, Onthophagus rubrecens registró un total de 2 individuos y Phanaeus cambeforti registró un total de 1 individuo.

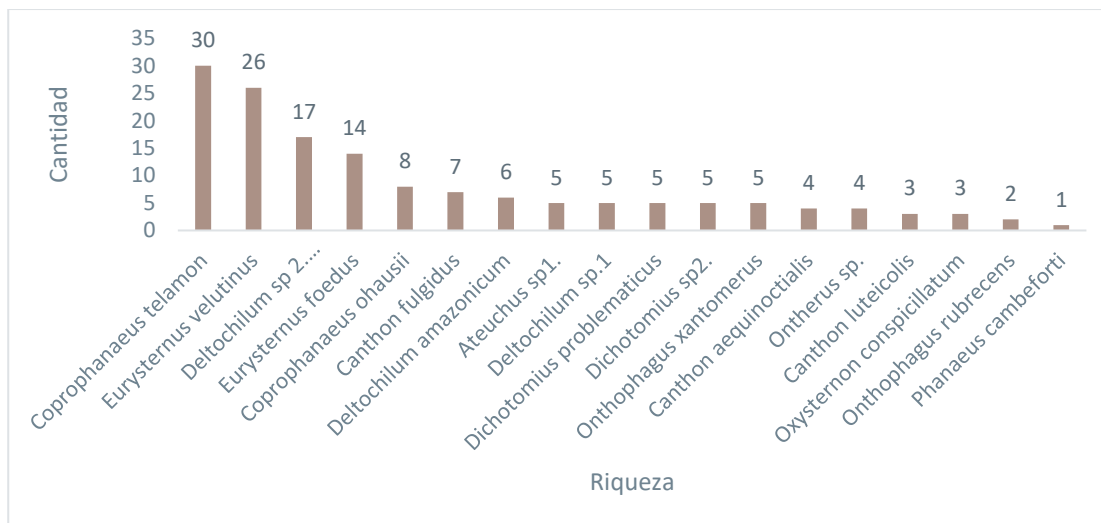


Figura 5-209 Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Coprophanaeus telamon* con un valor de Pi igual a 0,200, *Eurysternus velutinus* con un valor de Pi igual a 0,173, *Deltochilum sp 2.* con un valor de Pi igual a 0,113, *Eurysternus foedus* con un valor de Pi igual a 0,093, *Coprophanaeus ohausii* con un valor de Pi igual a 0,053, *Canthon fulgidus* con un valor de Pi igual a 0,047, *Deltochilum amazonicum* con un valor de Pi igual a 0,040, *Ateuchus sp1.* con un valor de Pi igual a 0,033, *Deltochilum sp.1* con un valor de Pi igual a 0,033, *Dichotomius problematicus* con un valor de Pi igual a 0,033, *Dichotomius sp2.* con un valor de Pi igual a 0,033, *Onthophagus xantomerus* 0,033, *Canthon aequinoctialis* con un valor de Pi igual a 0,027, *Ontherus sp.* con un valor de Pi igual a 0,027, *Canthon luteicolis* con un valor de Pi igual a 0,020, *Oxysternon conspicillatum* con un valor de Pi igual a 0,020, *Onthophagus rubrecens* con un valor de Pi igual a 0,013 y *Phanaeus cambeforti* con un valor de Pi igual a 0,007.

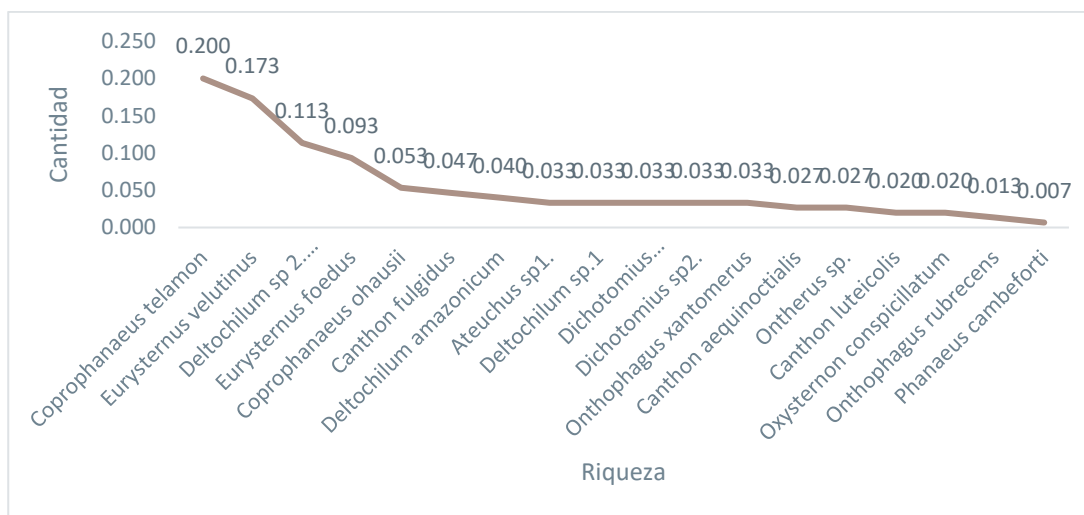


Figura 5-210 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró que la muestra está constituida por 4 especies de categoría Abundante conforma el 22 %; mientras que la categoría Común, que registró cuatro especies, conforma el 56 %. Finalmente, la categoría Raro estuvo representada por cuatro especies y contuvo el 22 % de la muestra.

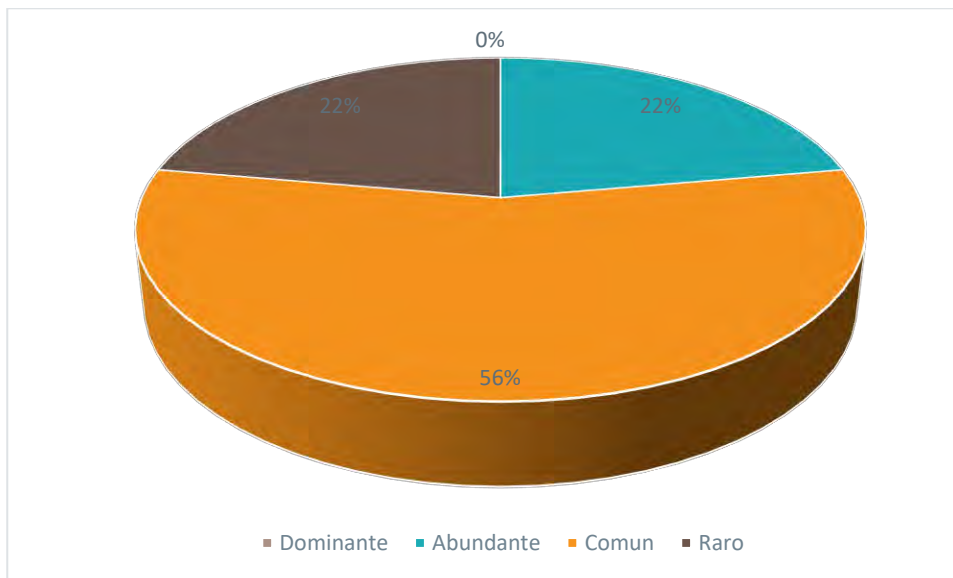


Figura 5-211 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Este índice contempla el número de especies de escarabajos peloteros registradas en el punto de muestreo PME-02_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 alta con un valor de 2,58, como se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 5-188 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	18	150	2,58	Diversidad alta

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se encontró que la dominancia en este punto de muestreo fue alta, con un valor de 0,100; 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 5-189 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	18	150	0,100	Dominancia baja

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

PME-02_VSR

Riqueza

En este punto de muestreo se registraron 15 especies de mariposas diurnas, que están distribuidas en 13 géneros y una familia.

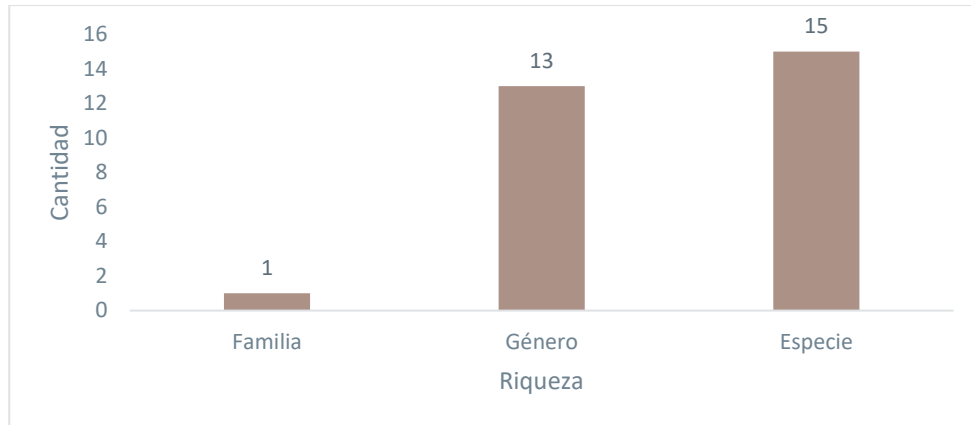


Figura 5-212 Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Total

Se registró dentro de este punto de muestreo 34 individuos en total; *Antirrhea philaretes* registro un total de 4, *Chloreuptychia agatha* registro un total de 4 individuos, *Memphis polycarmes* registro un total de 4 individuos, *Urbanus tanna* registro un total de 3 individuos, *Archaeoprepona licomedes* registro un total de 2 individuos, *Caerulrptychia coelestis* registro un total de 2 individuos, *Heliconius wallacei fl avescens* registro un total de 2 individuos, *Memphis xenocles* registro un total de 2 individuos, *Opsiphanes cassina barkeri* registro un total de 2 individuos, *Opsiphanes cassina barkeri* registro un total de 2 individuos, *Pseudodebis marpessa* registro un total de 2 individuos, *Temenis pulchra pallidior* registro un total de 2 individuos, *Catoblepia berecynthia* registro un total de 1 individuo, *Pyrrhogyra otolais olivenca* registro un total de 1 individuo y *Zaretis isidora* registro un total de 1 individuo.

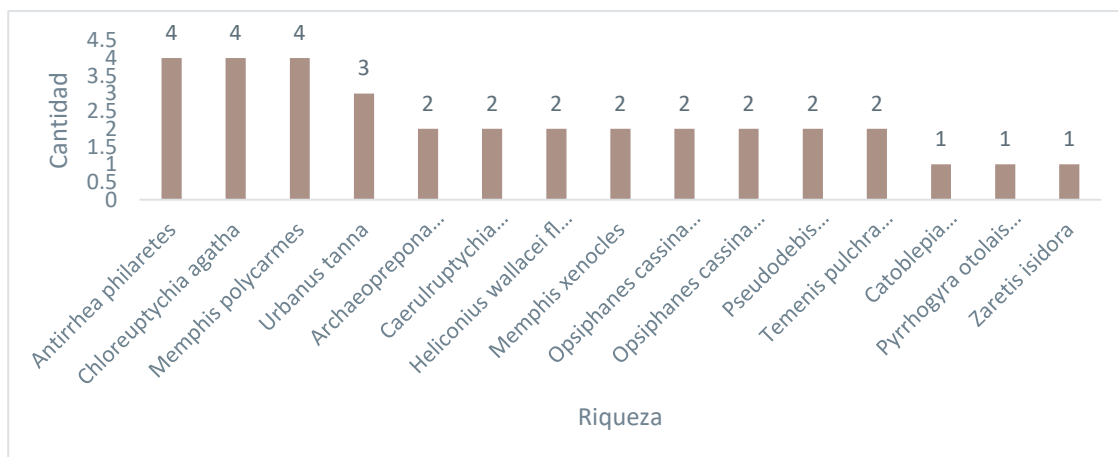


Figura 5-213 Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Antirreha philaretes* con un valor de Pi igual a 0,118, *Chloreuptychia agatha* con un valor de Pi igual a 0,118, *Memphis polycarmes* con un valor de Pi igual a 0,118, *Urbanus tanna* con un valor de Pi igual a 0,088, *Archaeoprepona licomedes* con un valor de Pi igual a 0,059, *Caerulruptychia coelestis* con un valor de Pi igual a 0,059, *Heliconius wallacei fl avescens* con un valor de Pi igual a 0,059, *Memphis xenocles* con un valor de Pi igual a 0,059, *Opsiphanes cassina barkeri* con un valor de Pi igual a 0,059, *Opsiphanes cassina barkeri* con un valor de Pi igual a 0,059, *Pseudodebis marpessa* con un valor de Pi igual a 0,059, *Temenis pulchra pallidior* con un valor de Pi igual a 0,059, *Catoblepia berecynthia* 0,029, *Pyrrhogyra otolais olivenca* con un valor de Pi igual a 0,029 y *Zaretis isidora* con un valor de Pi igual a 0,029.

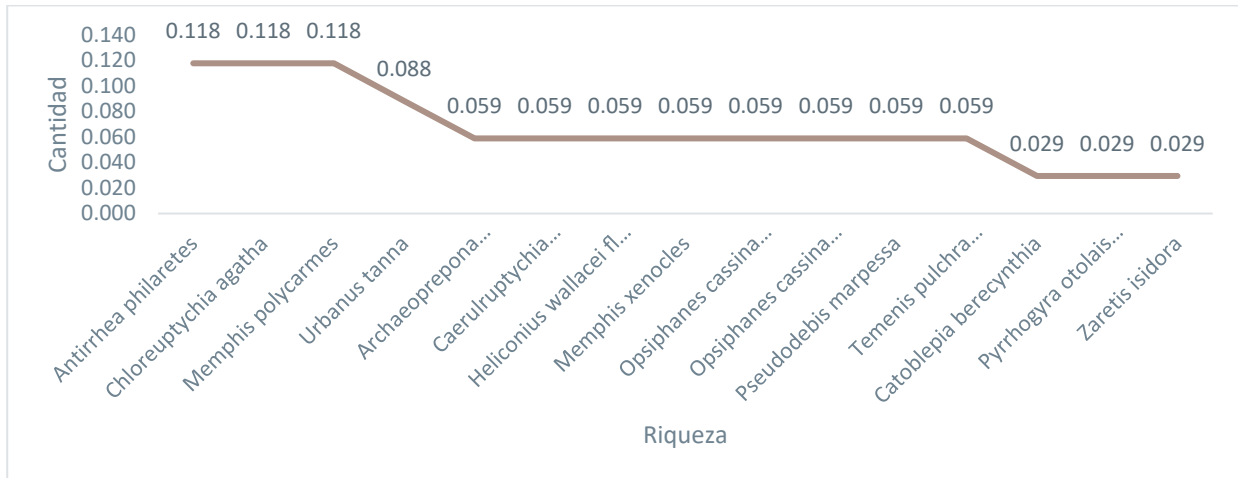


Figura 5-214 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró que la muestra está constituida por 3 especies de categoría Común que registró el 20 %. Finalmente, la categoría Raro estuvo representada por 12 especies y contuvo el 80 % de la muestra.

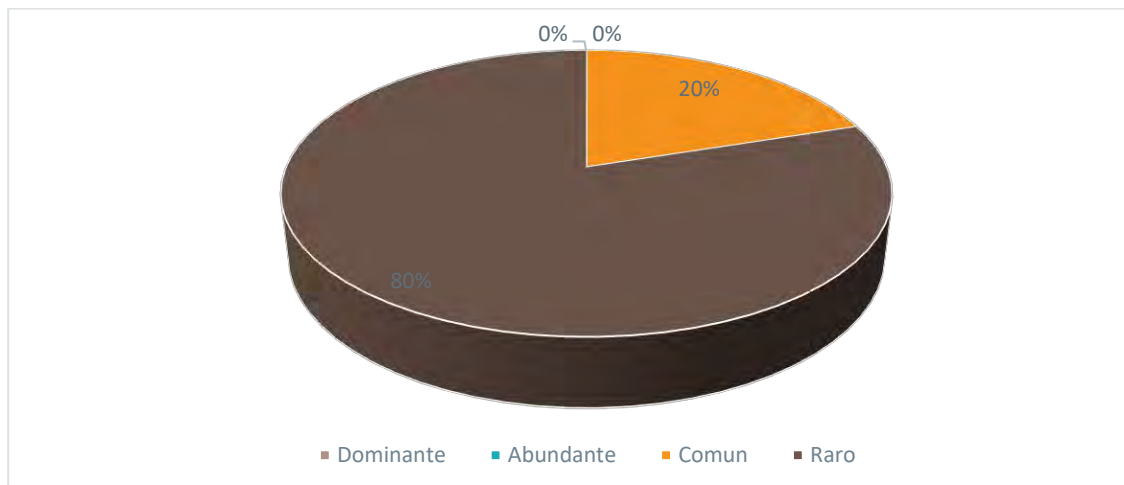


Figura 5-215 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-02_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad Alfa

Este índice contempla el número de especies de mariposas registradas en el punto de muestreo PME-02_VSR (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 media con un valor de 2,82, como se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 5-190 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-02_VSR

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación Shannon
PME-02_VSR	15	34	2,82	Diversidad media

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se encontró que la dominancia en este punto de muestreo fue alta con un valor de 0,051; 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 5-191 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-02_VSR

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
PME-02_VSR	15	34	0,051	Dominancia media

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

PME-03 (PME-03 TP; PME-03 VSR)

PME-03_TP

Riqueza

En el punto de muestreo se registró un total de 17 especies pertenecientes a 10 géneros y cinco tribus. Este valor corresponde al 7,72 % del total de escarabajos registrados para el Ecuador (n = 220 sp.) según el listado de especies presentes y presuntas en el país (Chamorro, 2018).

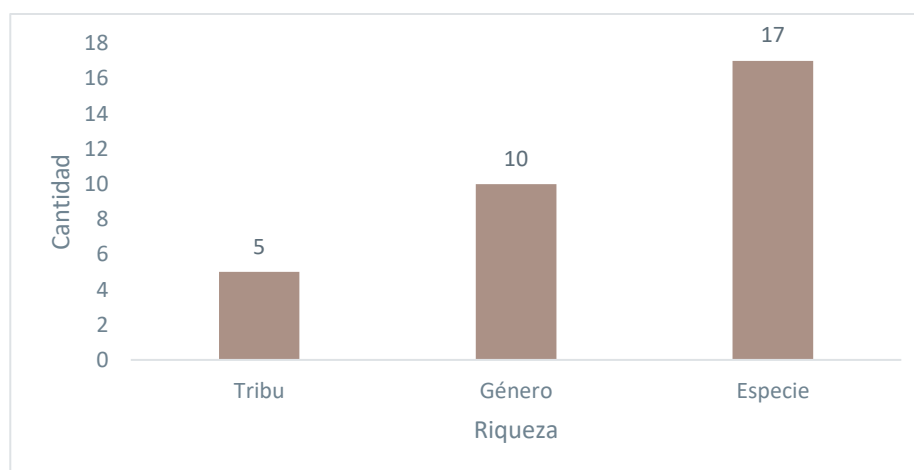


Figura 5-216 Riqueza de Escarabajos Registrados en el Punto de Muestreo PME-03_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Total

Se pudo registrar en este punto de muestreo un total de 174 individuos de escarabajos copronecrófagos. *Eurysternus hypocrita* registró un total de 32 individuos, *Deltochilum carinatum* registró un total de 22 individuos, *Eurysternus foedus* registró un total de 17 individuos, *Coprophanaeus tellamon* registró un total de 16 individuos, *Eurysternus cayennensis* registró un total de 14 individuos, *Deltochilum tessellatum* registró un total de 12 individuos, *Canthon sp1.* registró un total de 11 individuos, *Oxysternon conspicillatum* registró un total de 11 individuos, *Coprophanaeus ohausii* registró un total de 9 individuos, *Dichotomius ohausii* registró un total de 9 individuos, *Onthophagus xantomerus* registró un total de 6 individuos, *Onthophagus rubrecens* registró un total de 4 individuos, *Oxysternon silenus* registró un total de 4 individuos, *Phanaeus chalcomelas* registró un total de 3 individuos, *Ontherus sp.* registró un total de 2 individuos, *Coprophanaeus sp.* registró un total de 1 individuo y *Scybalocanthon sp.* registró un total de 1 individuo.

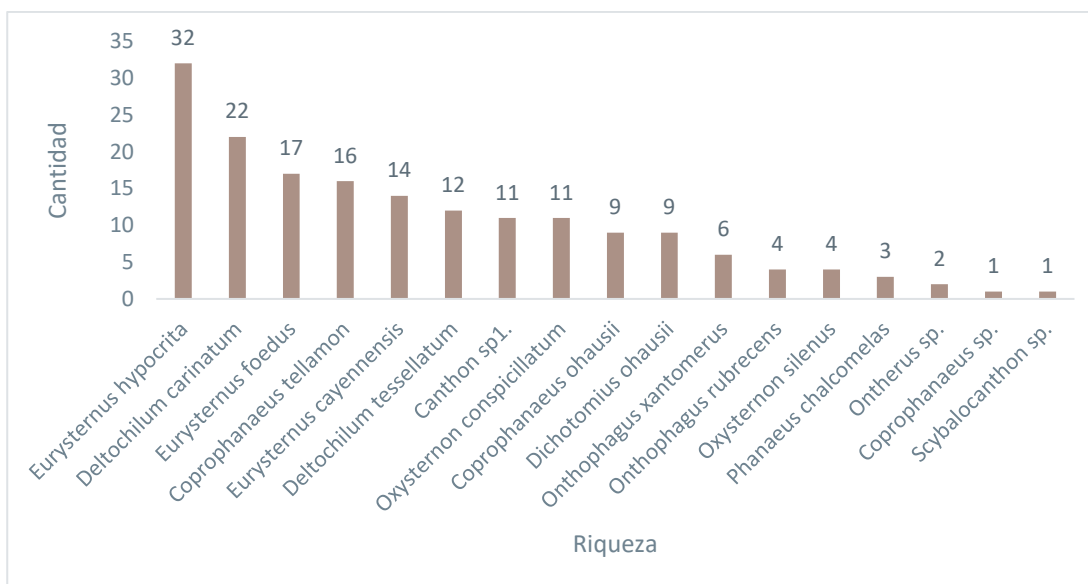


Figura 5-217 Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a *Eurysternus hypocrita* con un valor de Pi igual a 0,18, *Deltochilum carinatum* con un valor de Pi igual a 0,13, *Eurysternus foedus* con un valor de Pi igual a 0,10, *Coprophanaeus tellamon* con un valor de Pi igual a 0,09, *Eurysternus cayennensis* con un valor de Pi igual a 0,08, *Deltochilum tessellatum* con un valor de Pi igual a 0,07, *Canthon sp1.* con un valor de Pi igual a 0,06, *Oxysternon conspicillatum* con un valor de Pi igual a 0,06, *Coprophanaeus ohausii* con un valor de Pi igual a 0,05, *Dichotomius ohausii* con un valor de Pi igual a 0,05, *Onthophagus xantomerus* con un valor de Pi igual a 0,03, *Onthophagus rubrecens* con un valor de Pi igual a 0,02, *Oxysternon silenus* con un valor de Pi igual a 0,02, *Phanaeus chalcomelas* con un valor de Pi igual a 0,02, *Ontherus sp.* con un valor de Pi igual a 0,01, *Coprophanaeus sp.* con un valor de Pi igual a 0,01 y *Scybalocanthon sp.* con un valor de Pi igual a 0,01.

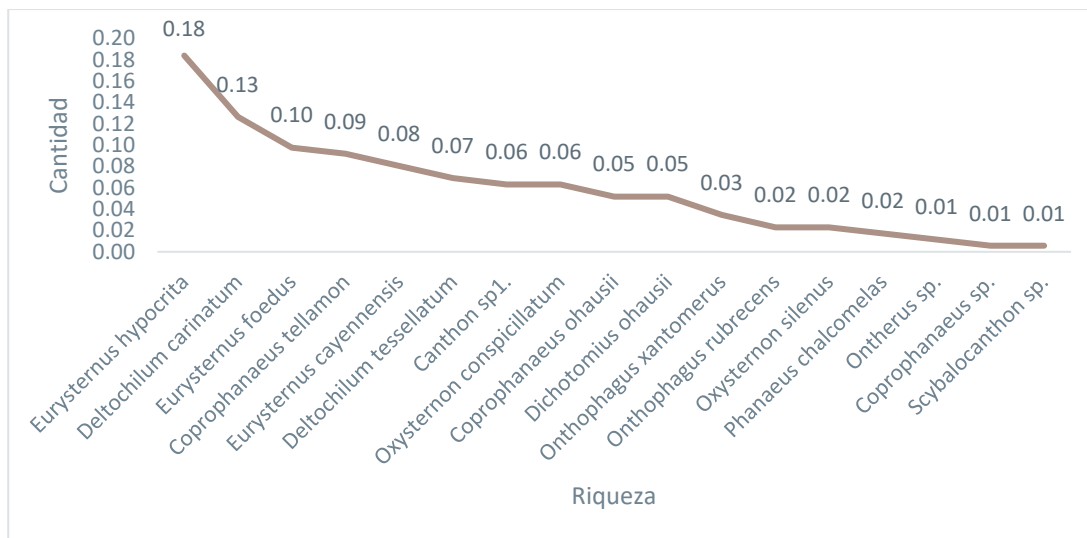


Figura 5-218 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró que la muestra está constituida por 8 especies de categoría Abundante conforma el 47 %; mientras que la categoría Común, que registró cinco especies, conforma el 29 %. Finalmente, la categoría Raro estuvo representada por cuatro especies y contuvo el 24 % de la muestra.

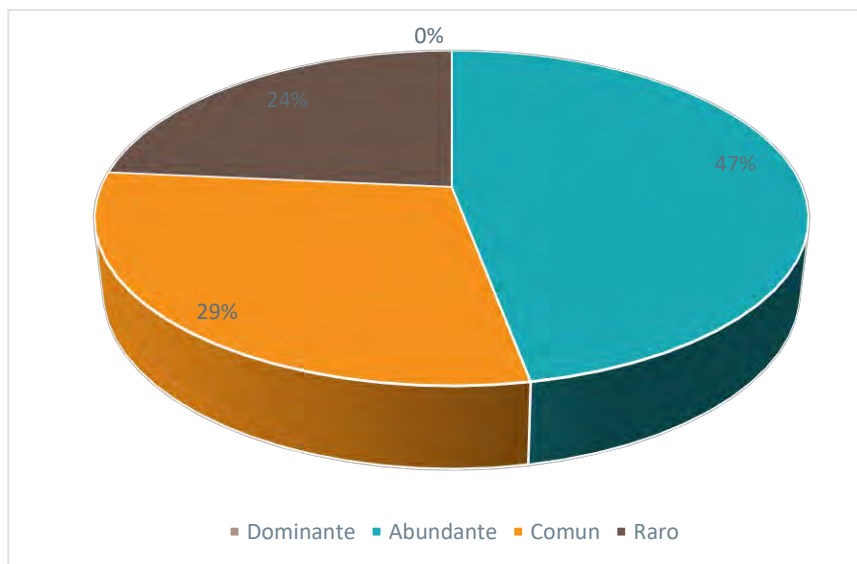


Figura 5-219 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_TP

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Este índice contempla el número de especies de escarabajos peloteros 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 alta con un valor de 2,57, como se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 5-192 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	17	174	2,57	Diversidad alta

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se encontró que la dominancia en este punto de muestreo fue alta, con un valor de 0,089; 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 5-193 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	17	174	0,089	Dominancia baja

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

PME-03_VSR

Riqueza

En este punto de muestreo se registraron 16 especies de mariposas diurnas, que están distribuidas en 12 géneros y una familia.

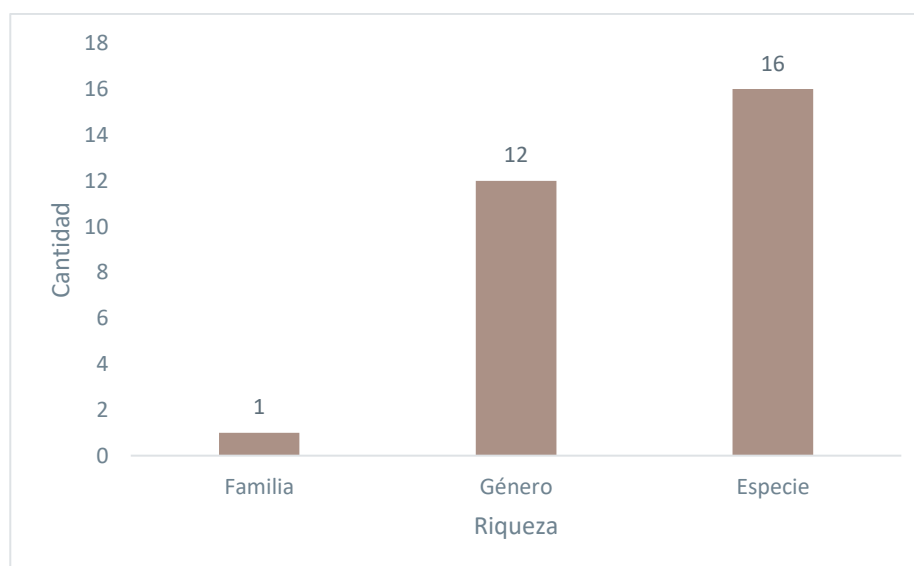


Figura 5-220 Riqueza de Mariposas Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Total

Se registró dentro de este punto de muestreo 27 individuos en total; Colobura dirce dirce registró un total de 4, Nessaea obrinus obrinus registró un total de 3 individuos, Memphis polycarnes registró un total de 2 individuos, Pareuptychia summandosa registró un total de 2 individuos, Stalachtis calliope calliope registró un total de 2 individuos, Taygetis mermeria excavata registró un total de 2 individuos, Taygetis virgilia registró un total de 2 individuos, Tigridia aesta fulvescens registró un total de 2 individuos, Epargyreus exadeus registró un total de 1 individuos, Euselasia euoras registró un total de 1 individuos, Opsiphanes

cassina notanda registró un total de 1 individuos, Opsiphanes cassina barkeri registró un total de 1 individuos, Pteronymia sp registró un total de 1 individuos, Rhetus periander registró un total de 1 individuos, Taygetis cleopatra registró un total de 1 individuos y Taygetis rufomarginata registró un total de 1 individuos.

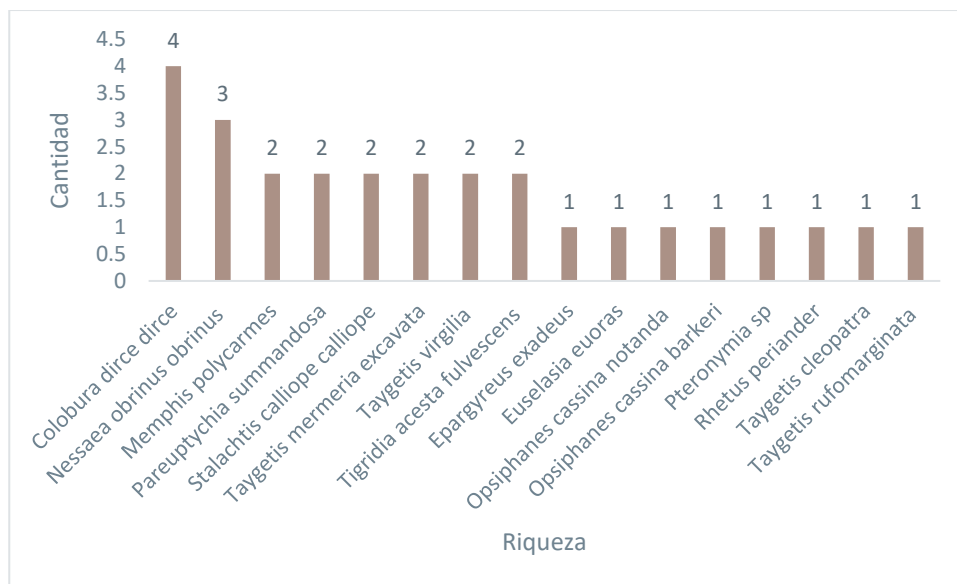


Figura 5-221 Abundancia Total Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

Se identificó como la especie dominante a: Colobura dirce dirce con un valor de Pi igual a 0,15, Nessaea obrinus obrinus con un valor de Pi igual a 0,11, Memphis polycarnes con un valor de Pi igual a 0,07, Pareuptychia summandosa con un valor de Pi igual a 0,07, Stalachtis calliope calliope con un valor de Pi igual a 0,07, Taygetis mermeria excavata con un valor de Pi igual a 0,07, Taygetis virgilia con un valor de Pi igual a 0,07, Tigridia acesta fulvescens con un valor de Pi igual a 0,07, Epargyreus exadeus con un valor de Pi igual a 0,04, Euselasia euoras con un valor de Pi igual a 0,04, Opsiphanes cassina notanda con un valor de Pi igual a 0,04, Opsiphanes cassina barkeri con un valor de Pi igual a 0,04, Pteronymia sp con un valor de Pi igual a 0,04, Rhetus periander con un valor de Pi igual a 0,04, Taygetis cleopatra con un valor de Pi igual a 0,04 y Taygetis rufomarginata con un valor de Pi igual a 0,04.

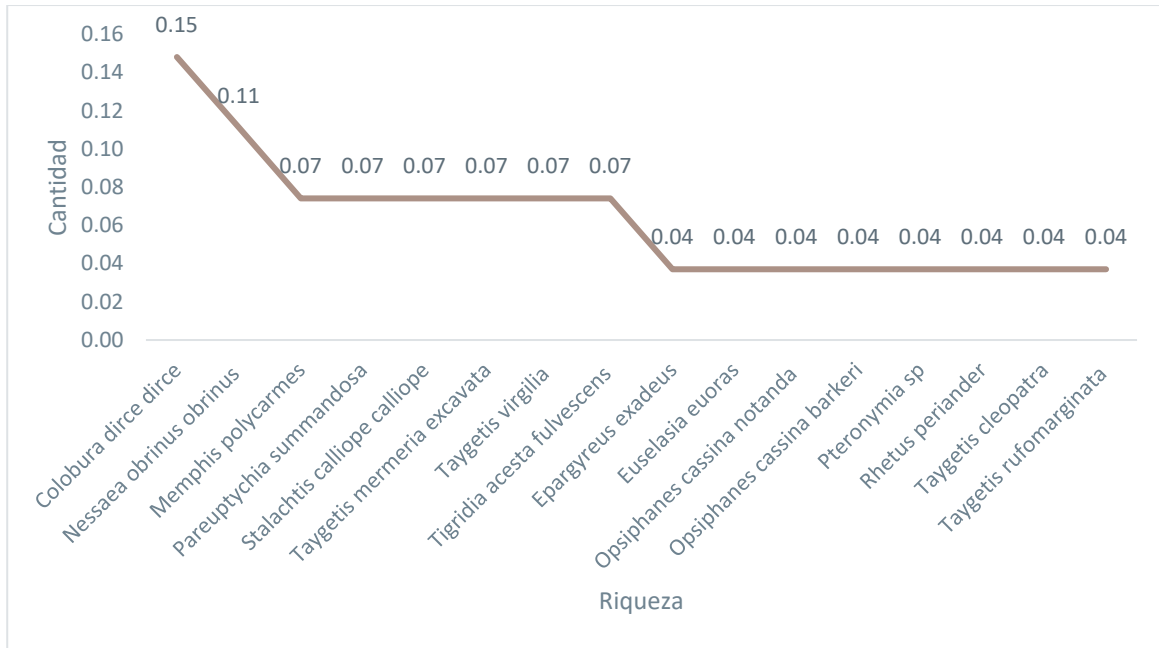


Figura 5-222 Curva Dominancia-Diversidad Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró que la muestra está constituida por 1 especies de categoría Común que registró el 6 %. Finalmente, la categoría Raro estuvo representada por 15 especies y contuvo el 94 % de la muestra.

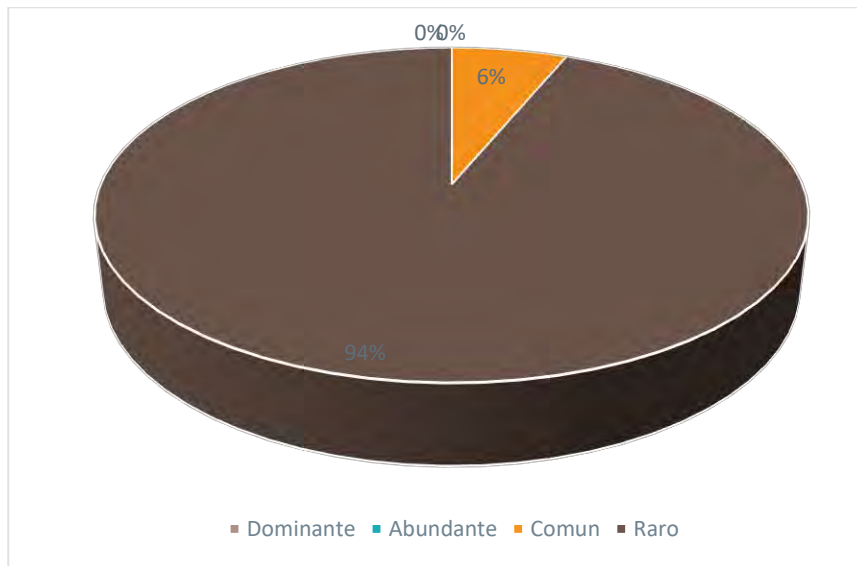


Figura 5-223 Abundancia Relativa Registrada en el Punto de Muestreo PME-03_VSR

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad Alfa

Este índice contempla el número de especies de mariposas registradas en el punto de muestreo G-PME-01_VSR (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 media con un valor de 2,93, como se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 5-194 Índice de Diversidad de Shannon Registrado en el Punto de Muestreo PME-03_VSR

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Interpretación Shannon
PME-03_VSR	16	27	2,93	Diversidad media

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se encontró que la dominancia en este punto de muestreo fue alta con un valor de 0,042; 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 5-195 Índice de Dominancia de Simpson Registrado en el Punto de Muestreo PME-03_VSR

Punto de Muestreo	Riqueza	Abundancia	Dominancia de Simpson	Interpretación Simpson
PME-03_VSR	16	27	0,042	Dominancia media

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

PME-01_TL, PME-02_TL, PME-03_TL

Riqueza

En estos puntos de muestreo se registraron 10 especies de mariposas nocturnas para los puntos de muestreo PME-01_TL y PME-02_TL cada uno, y para el punto de muestreo PME-03_TL un total de 15 especies de mariposas nocturnas.

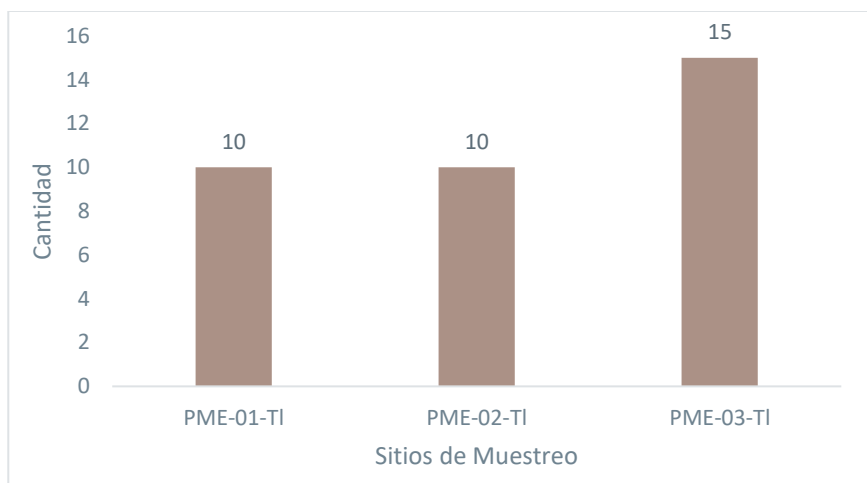


Figura 5-224 Riqueza de Mariposas Nocturnas Registrada en los Puntos de Muestreo PME-01_TL, PME-02_TL, PME-03_TL

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Total

Se registró dentro de este punto de muestreo 39 individuos en total, determinando a *Scopula umbilicata*, *Bleptina caradrinalis*, *Rachiplusia ou* y *Anavitrinella pampinaria*, con dos individuos cada una. Por último,

las especies *Anavitrinella pampinaria*, *Anticarsia gemmatalis*, *Disclisioprocta stellata*, *Dysschema leucophaea*, *Hyles lineata*, *Melipotis acontioides*, *Melipotis indómíta*, *Palpita flegia*, *Palpita quadristigmatis*, *Arsenura armida*, *Ascalapha odorata*, *Bulia deducta*, *Eupithecia miserulata*, *Harrisina metallica*, *Herpetogramma phaeopteralis*, *Psamatodes abydata*, *Rindgea nigricomma*, *Ametris nitocris*, *Chlorochlamys chloroleucaria*, *Dichorda illustraria*, *Dinia eagrus*, *Lesmone detrahens*, *Lobocleta ossularia*, *Melipotis acontioides*, *Melipotis jucunda*, *Palpita flegia*, *Palthis angulalis*, *Peridroma saucia*, *Pityeja ornata*, *Psamatodes abydata* y *Synchlora frondaria* registraron un solo individuo cada una.

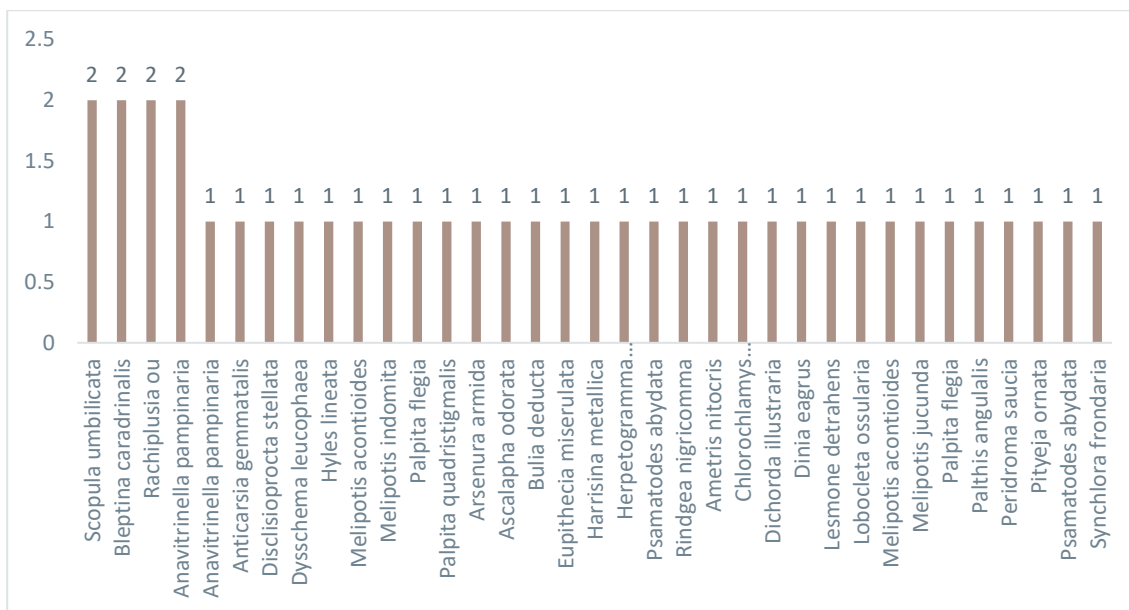


Figura 5-225 Abundancia Total de Mariposas Nocturnas Registrada en los Puntos de Muestreo PME-01_TL, PME-02_TL, PME-03_TL

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Aspectos Ecológicos

Gremio Trófico

De acuerdo con los registros obtenidos, se determinó que existen seis gremios tróficos asociados a la entomofauna del área de muestreo. El gremio con mayor presencia fue el de los herbívoros, con el 54 %; seguido por los omnívoros y copronecrófagos, con el 17 %; carnívoros, con el 8 %; hematófagos, con el 4 %; y frugívoros, con el 0,2 %.

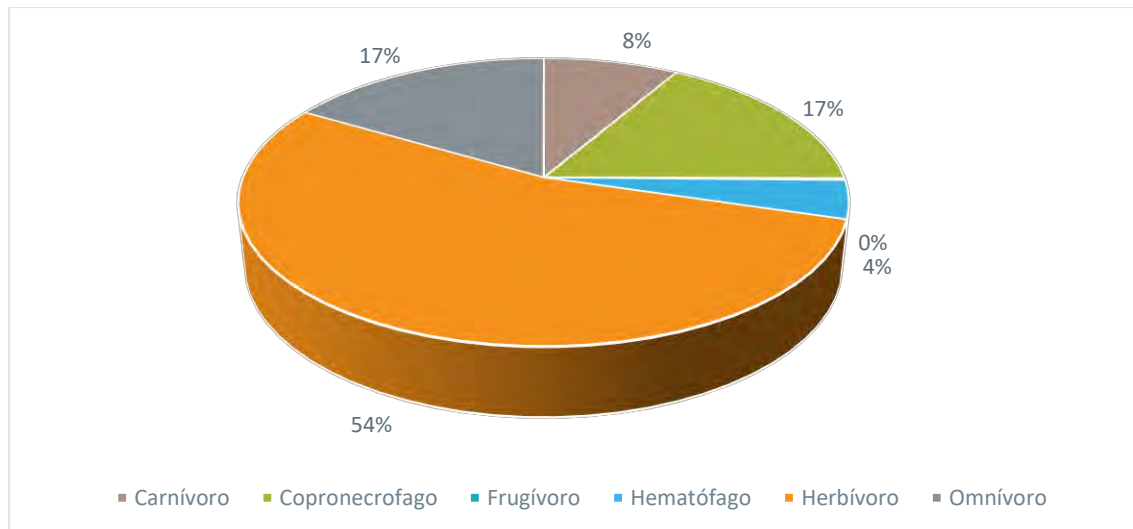


Figura 5-226 Gremios Tróficos Registrados para el Componente de Entomofauna

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Dentro del grupo de los herbívoros, en el más numeroso se incluyen órdenes como: Coleóptera, Díptera, Hemíptera, Himenóptera, Isóptera, Lepidóptera, Odonata, Orthoptera, Phasmatodea, con un total de 902 registros; el grupo de los omnívoros, 277 registros; los copronecrófagos están asociados únicamente a la familia Scarabaeinae (Coleoptera), con 279 registros; carnívoros, 141 registros; hematófagos, con 81 registros; el grupo frugívoro fue el de menor presencia, con 0,2 %, con tres registros asociados a especies del orden Díptera (moscos, zancudos).

Grupo Funcional

Dentro de los escarabajos copronecrófagos constan tres grupos funcionales: el grupo con mayor presencia fue el de los cavadores (Paracópridos), con el 47 % de los registros; seguido por el grupo de los rodadores (Telecópridos), con el 31 %; finalmente, el grupo de los residentes (Endocópridos), con el 22 %.

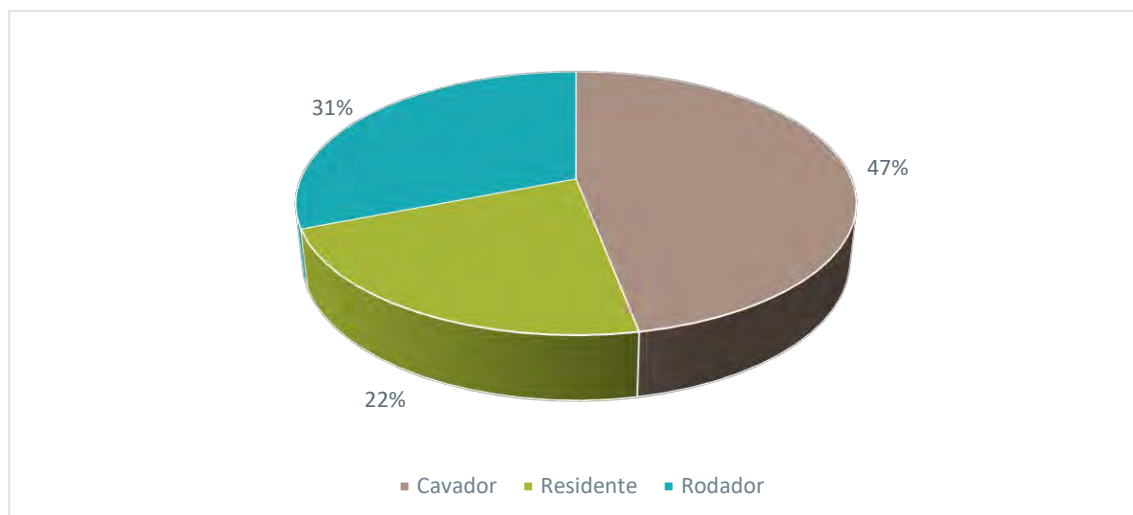


Figura 5-227 Grupos Funcionales de los Escarabajos Copronecrófagos Registrados

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Hábito

La mitad de las especies registradas (50 %) muestra un hábito diurno-nocturno, con un total de 842 morphoespecies; seguidas por las especies de hábito diurno, con el 43 % y un total de 723 registros; las especies de hábito crepuscular presentaron el 6 %, con 94 registros; por último, las especies de hábitos nocturnos constituyeron el 1 %, con 24 registros.

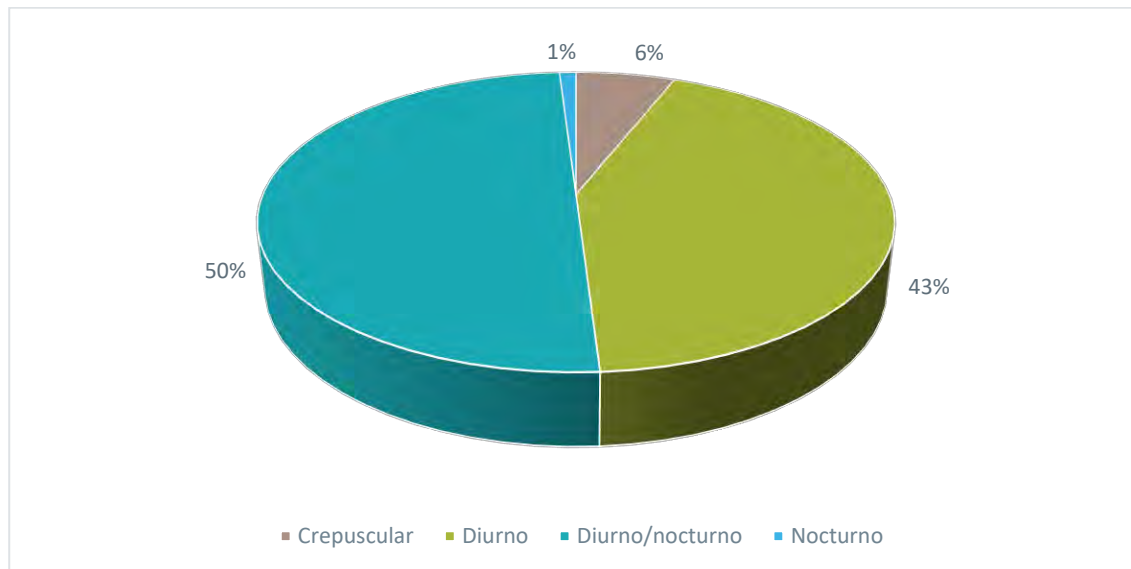


Figura 5-228 Hábito de las Especies de Entomofauna Registradas

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

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

Los bosques húmedos amazónicos brindan condiciones ecológicas aparentes para el desarrollo de un sinnúmero de especies que aún sin poseer una distribución específica y limitada tienen alta importancia para la conservación, ya que el territorio de este tipo de hábitat cada vez se reduce más; este argumento refuerza la necesidad de promover mayores esfuerzos de conservación de bosques en zonas fronterizas y de las cuales muy poca información se ha logrado recopilar durante el paso del tiempo.

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 peloteros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) y mariposas (Lepidoptera) como un indicador global de preocupación menor.

Sin embargo, se mencionan las categorías de tráfico que se incluyen dentro del *Libro de escarabajos del Ecuador* (Carvajal et al., 2011).

Tabla 5-196 Estado de Conservación de los Escarabajos Copronecrófagos Registrados

Especies	Categorías de Conservación UICN							Escarabajos del Ecuador (Carvajal et al., 2011)					Cites		
	CR	DD	EN	LC	NE	NT	VU	PT	NT	T	Mt	NE	I	II	III
<i>Ateuchus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Canthidium centrale</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Canthon aequinoctialis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Canthon fulgidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Canthon luteicollis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Coprophanaeus telamon</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Deltochilum amazonicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Deltochilum carinatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Deltochilum gibbosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Deltochilum orbiculare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Deltochilum parile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Deltochilum perile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius batesi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius boreus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius fortestriatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius lucasi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius mammillatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius ohausi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius podalirius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius problematicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus caribaeus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus cayenennsis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus foedus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus hamaticollis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus plebejus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus velutinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Onthophagus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Oxysternon conspicillatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Oxysternon silenus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Phanaeus chalcomelas</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Scybalocanthon maculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Sylvicanthon bridarolli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-

Legenda: UICN: En peligro crítico (CR); Datos insuficientes (DD); En peligro (EN), Preocupación menor (LC), No evaluado (NE), Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU).

Escarabajos del Ecuador: Poco traficada (PT), No traficada (NT), Traficada (T), Muy traficada (Mt), No evaluada (NE).

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Uso del Recurso

Según la información proporcionada por los asistentes locales, ninguna especie de escarabajo pelotero ni otros grupos de invertebrados terrestres son utilizados en actividades económicas ni de alimentación, como se menciona en el *Libro de escarabajos del Ecuador* (Carvajal et al., 2011).

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 consultora Cinge Cía. Ltda., para la empresa Curimining S. A. Los monitoreos se realizaron en noviembre 2019, noviembre 2020 y marzo 2021. La comparación se realiza únicamente a nivel de riqueza debido a que la cantidad de puntos de monitoreo es mucho mayor a los puntos de muestreo estudiados en el presente documento. Las metodologías aplicadas para el componente entomofauna durante los monitoreos y el presente estudio son similares, sin embargo no se consideran los mismos taxones de estudio, por lo cual la comparación se realiza para el grupo de escarabajos peloteros.

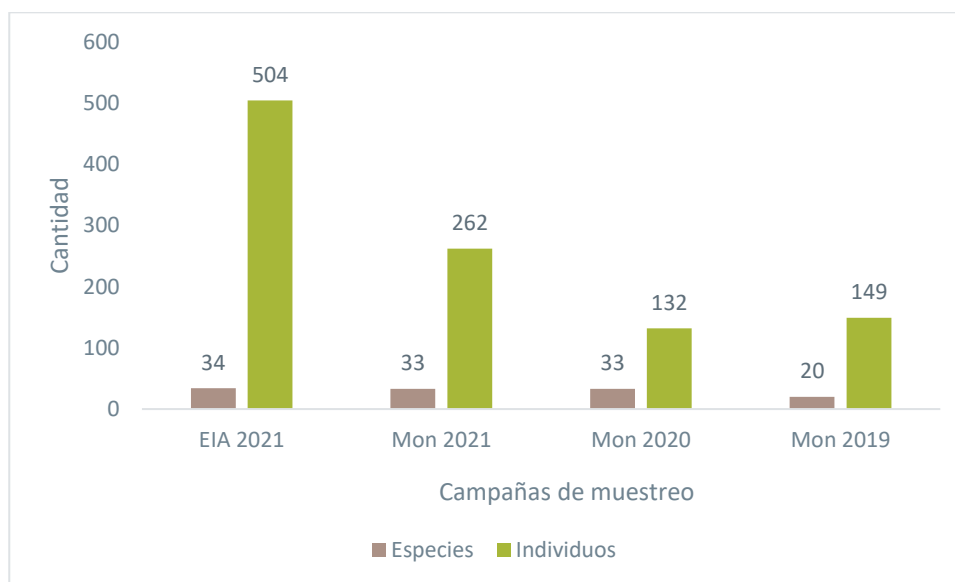


Figura 5-229 Comparación de Riqueza de Entomofauna con Estudios Previos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Discusión

En el presente estudio se obtuvieron resultados que dan a conocer que este sitio posee un ecosistema que si bien es intervenido y sufre constantemente la extracción selectiva de madera y la expansión demográfica, de cierta forma mantiene un equilibrio dentro de sus remanentes de bosque; prueba de ello es la cantidad de individuos de escarabajos peloteros capturados y la riqueza de especies registradas debido a la Alta sensibilidad que estos individuos presentan frente a los cambios ambientales por consecuencia de las actividades fragmentadoras (Andersen, 2003; Nichols y otros, 2008) los cuales impedirían su permanencia en un lugar que no brinde las condiciones aptas para su desarrollo. Por este motivo, se reconoce a este grupo bioindicador como una ventaja por su uso como evaluadores de hábitats con alteración y fragmentación.

Por otra parte, la presencia de estas especies y la abundancia encontrada permite entender el dinamismo que estos bosques manejan y asociar que dicha riqueza está estrechamente relacionada con la presencia de vertebrados mayores que proveen de recursos a los escarabajos, como mamíferos, aves y reptiles. Esta situación se sustenta en las preferencias alimenticias registradas en el estudio, las cuales permiten relacionarlos con otros taxones, ya que los peloteros dependen del excremento y la carroña de animales superiores para su subsistencia; por lo tanto, un ecosistema con altos índices de riqueza y abundancia en escarabajos copronecrófagos sugiere el nivel de conservación y el grado de perturbación al cual dicho bosque se encuentra sometido.

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 produce en el interior de un bosque, lo cual generaría la pérdida de estas especies y aportaría al crecimiento poblacional de las especies que se benefician de la luz.

5.2.5.3 Fauna Acuática

5.2.5.3.1 Ictiofauna

Los muestreos realizados en el actual estudio contemplan cuatro microcuencas y 15 puntos, los cuales se ubican dentro de la zona ictiohidrográfica Guayas (G), que representa el 6,6 % de la ictiofauna continental ecuatoriana (Barriga R., 2012). Lo enunciado se explica al ser un área que presenta cuerpos de agua que atraviesan una franja del litoral con cuerpos de agua de una profundidad no mayor a los 2,50 m, de corriente rápida, caídas estrepitosas y fondo rocoso (Barriga R., 1994). Se determina un alto endemismo para la zona al presentar barreras naturales, como pequeñas cordilleras y bajas montañas, restringiendo el rango de distribución de ciertos taxones de la ictiofauna.

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levanta para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos se pueden revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, .C2.3 Hojas de Campo; F. Registro Fotográfico, F.2 Biótico.

Análisis de la Microcuenca-1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)

Para el sistema hídrico, se consideró la presencia de cinco puntos de muestreo DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15 para sus respectivos análisis, tanto de manera conjunta como individual.

Riqueza

Para este sistema hídrico del área geográfica del Proyecto Minero Curipamba – El Domo, se registraron 113 individuos, pertenecientes a cuatro especies, un género, una familia y un orden.

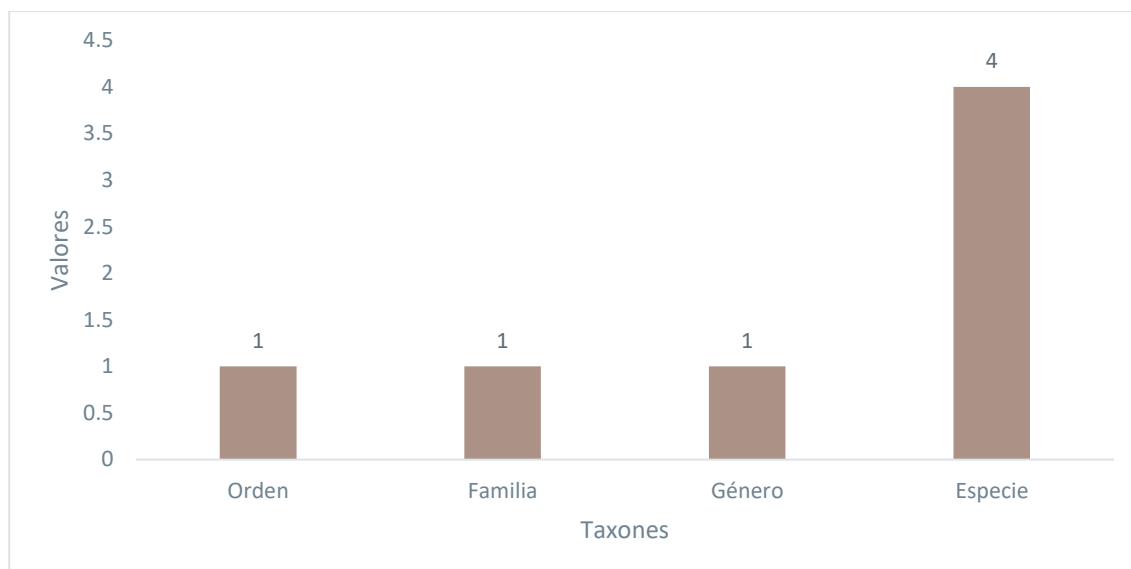


Figura 5-230 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Para este cuerpo de agua se registró un orden, donde los Siluriformes fueron los mejor representados por la familia Astroblepidae, con cuatro especies. En la tabla a continuación se detallan las especies.

Tabla 5-197 Ictiofauna Registrada en la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus longifilis</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 113 individuos, donde la especie *Astroblepus trifasciatus* se mostró como la más abundante, con 57 individuos; la especie *Astroblepus cyclopus* registró 37 individuos; la especie *Astroblepus longifilis*, con 10 individuos; y la especie *Astroblepus chapmani*, con nueve individuos.

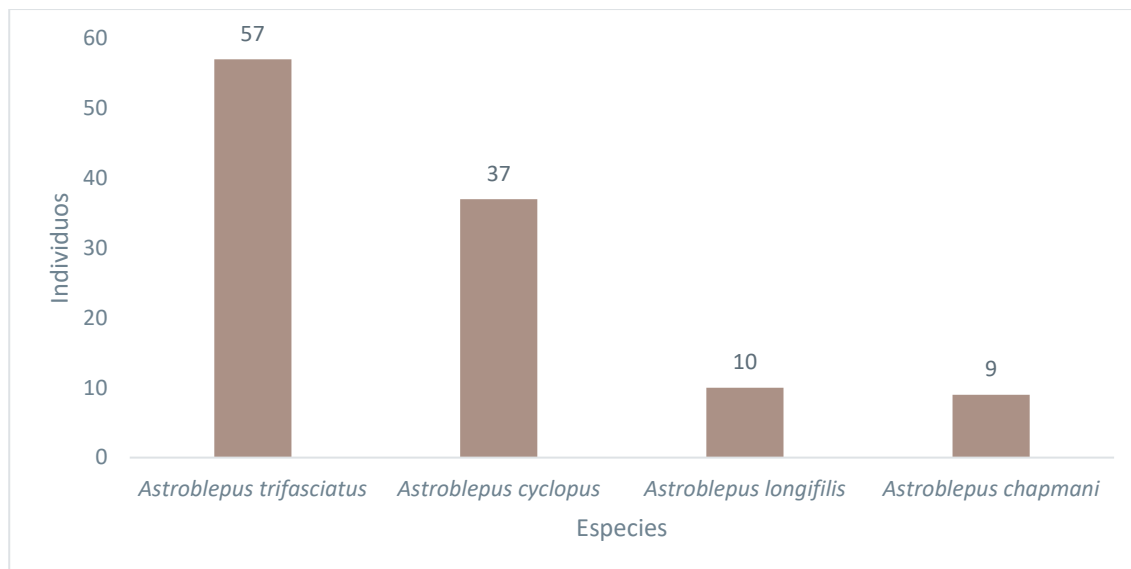


Figura 5-231 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca dentro del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de la especie *Astroblepus trifasciatus*, con 50 % (n = 57; $P_i = 0,50$); la especie *Astroblepus cyclopus*, con 33 % (n = 37; $P_i = 0,33$); la especie *Astroblepus longifilis*, con 9 % (n = 10; $P_i = 0,09$); y la especie *Astroblepus chapmani*, con un 8 % (n = 9; $P_i = 0,08$).

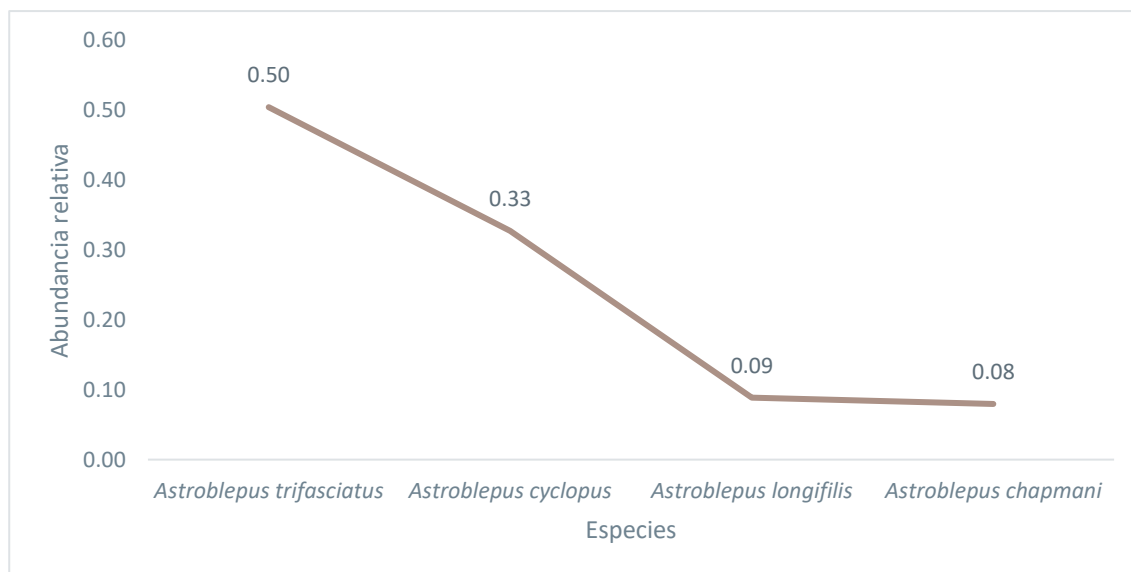


Figura 5-232 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice Chao1 y Curva de Acumulación

El valor obtenido por el estimador Chao 1 fue de cuatro especies; para el actual estudio, el número de especies registradas fue de cuatro dando como resultado el 100 % del total de especies esperadas para este sistema, por lo que el esfuerzo de muestreo aplicado se considera aceptable.

La curva muestra que los resultados obtenidos no crean aún la asíntota; sin embargo, la estimación final del número de especies podría aumentar al tener en cuenta elementos como una ampliación al área de muestreo y de microhábitats, el tiempo y estacionalidad para las colectas.

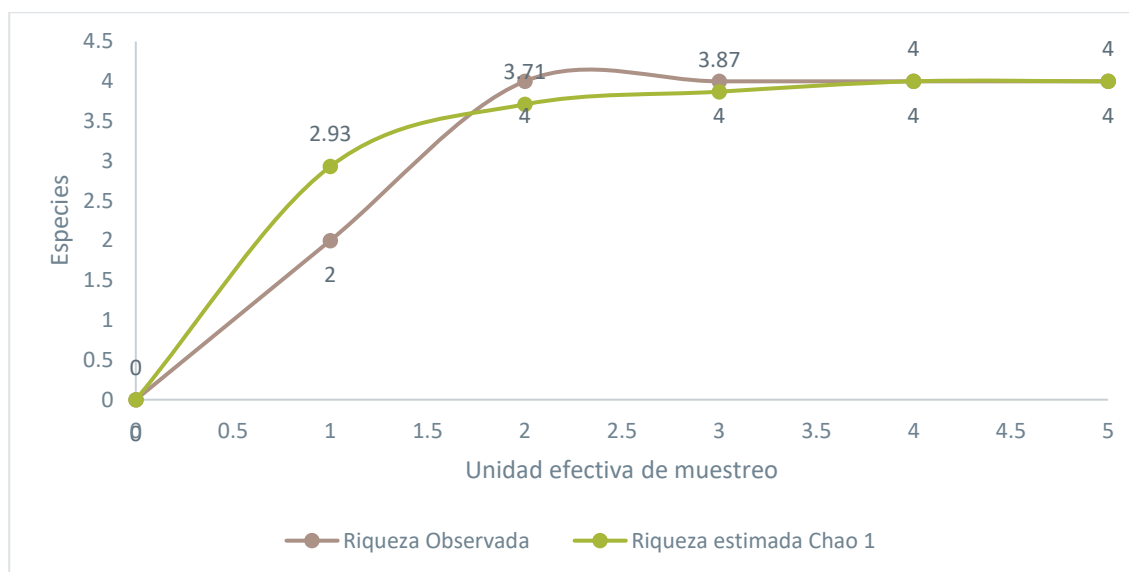


Figura 5-233 Curva de Acumulación y Chao 1 de Especies de Ictiofauna de la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,393; la diversidad en promedio es baja, pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,410, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,954 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-198 Índices de Diversidad Aplicados en la Microcuenca 1 (DOMO-IF-03, DOMO-IF-11, DOMO-IF-12, DOMO-IF-14 y DOMO-IF-15)

Índice	DOMO-IF-03	DOMO-IF-11	DOMO-IF-12	DOMO-IF-14	DOMO-IF-15	TOTAL (microcuenca)
Índice de Simpson (D)	0,6535	0,1107	0,5	0,5833	0,4251	0,454
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,146	0,2237	0,6931	1,075	0,7486	0,777
Índice de Equidad (J') =	0,8268	0,3228	1	0,7755	0,6814	0,721

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice de Similitud de Jaccard

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

Se observa en el clúster que los puntos con mayor similitud (98 %) en la composición de peces son DOMO-IF-14 y DOMO-IF-11, lo que se debe a que comparten cuatro de las cuatro especies registradas; mientras que los puntos DOMO-IF-14, DOMO-IF-11 y DOMO-IF-15 tienen una similitud del 75 %; los puntos restantes tienen una similitud menor.

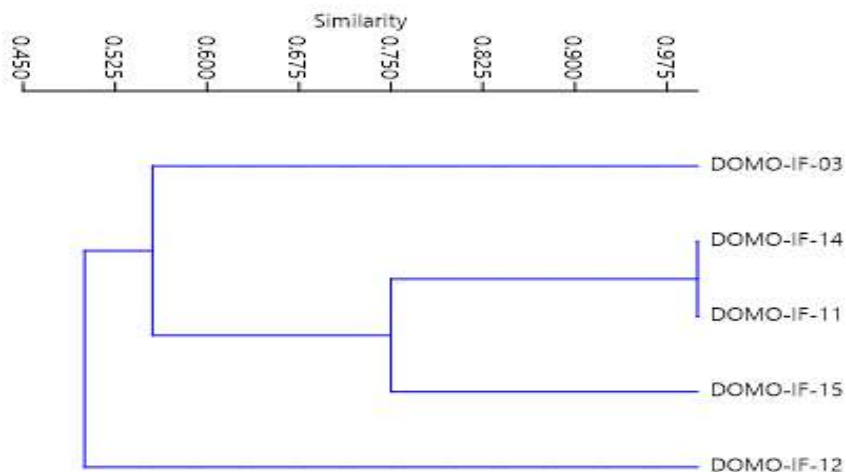


Figura 5-234 Clúster del Índice de Similitud de Jaccard

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

A continuación, se detallará la riqueza, abundancias y diversidad de cada punto de muestreo considerado para el análisis de la microcuenca.

Análisis por Punto de Muestreo

Punto DOMO-IF-03

Riqueza

Para este punto de muestreo, se registraron ocho individuos pertenecientes dos especies, un género, una familia y un orden.

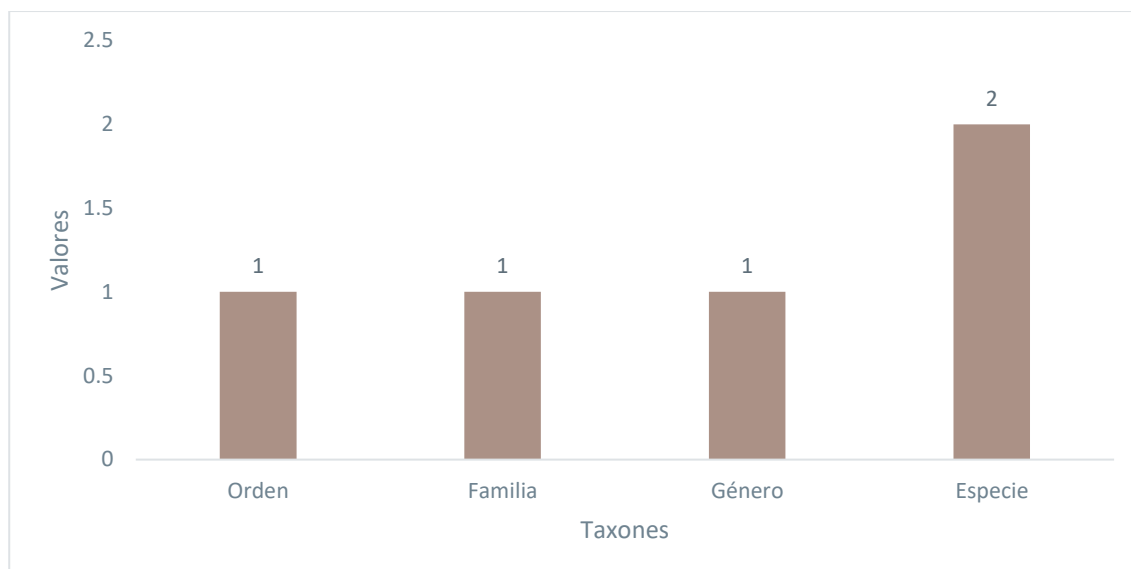


Figura 5-235 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-03

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto, donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las dos especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-199 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-03

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de ocho individuos, donde las especies *Astroblepus trifasciatus* y *Astroblepus chapmani* mostraron una abundancia de cuatro individuos.

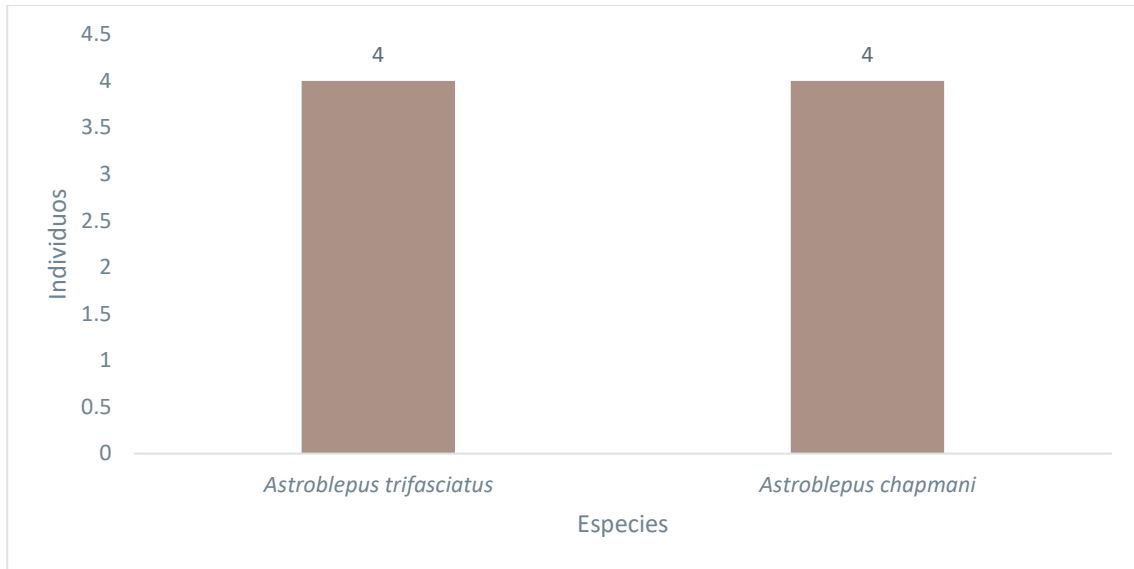


Figura 5-236 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-03

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuencia del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus trifasciatus* y *Astroblepus chapmani*, con un 50 % cada una ($n = 4$; $P_i = 0,50$).

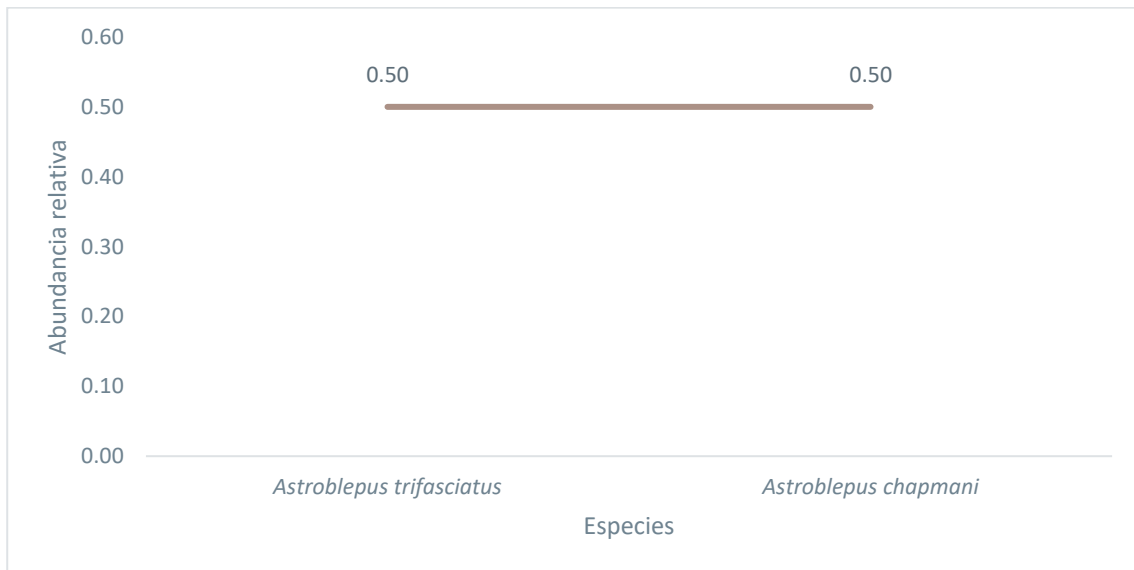


Figura 5-237 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-03

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,334; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson, el valor obtenido fue de 0,276, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,962 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-200 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-03

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,6535
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,146
Índice de Equidad (J') =	0,8268

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-IF-11

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 39 individuos pertenecientes cuatro especies, un género, una familia y un orden.

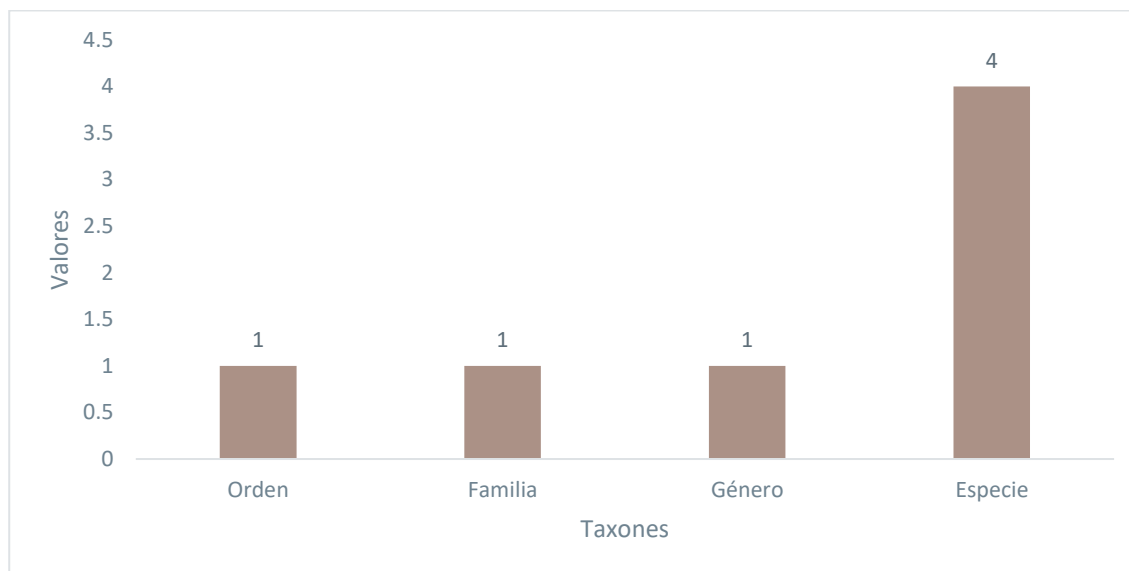


Figura 5-238 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-11

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto, donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las cuatro especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-201 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-11

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus longifilis</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 39 individuos donde la especie *Astroblepus trifasciatus* presentó un total de 18 individuos; *Astroblepus cyclopus*, con 11 individuos; *Astroblepus longifilis* presentó un total de nueve individuos; y *Astroblepus chapmani* mostró una abundancia de un individuo.

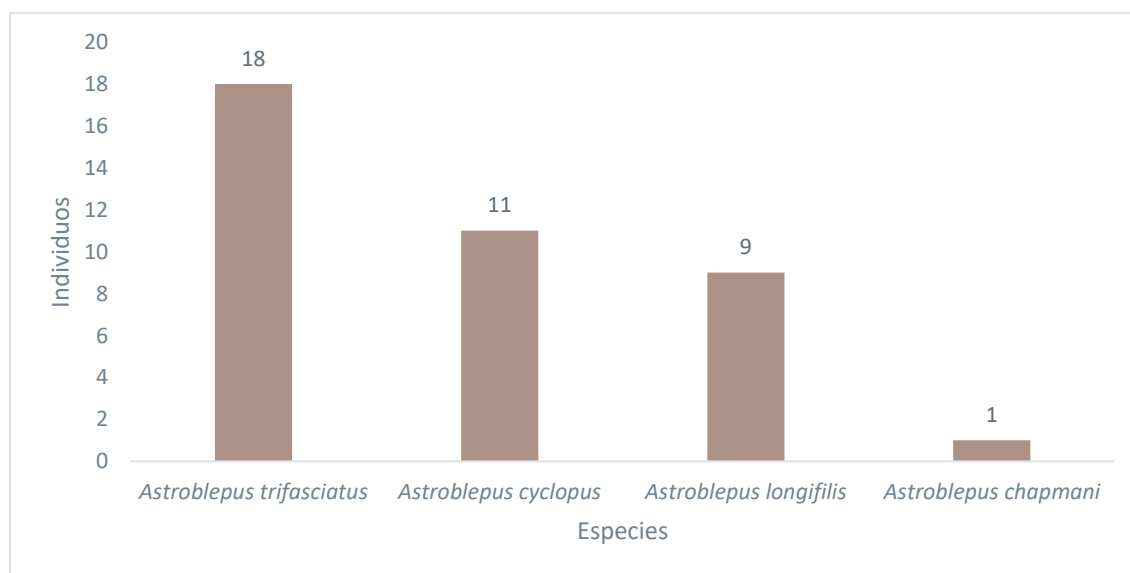


Figura 5-239 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-11

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies; *Astroblepus trifasciatus*, con un 46 % (n = 18; $P_i = 0,46$); *Astroblepus cyclopus*, con un 28 % (n = 11; $P_i = 0,28$); *Astroblepus longifilis*, con un 23 % (n = 9; $P_i = 0,23$); y *Astroblepus chapmani*, con un 3 % (n = 1; $P_i = 0,03$).

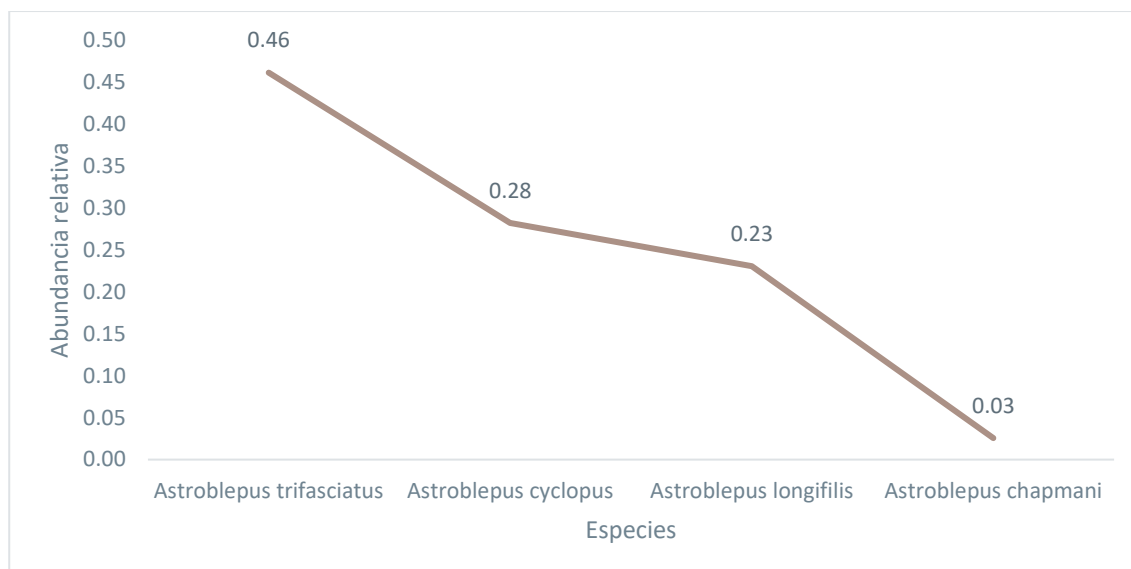


Figura 5-240 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-11

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,334; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,276, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,962 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-202 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-11

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,6535
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,146
Índice de Equidad (J') =	0,8268

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-IF-12

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 17 individuos pertenecientes dos especies, un género, una familia y un orden.

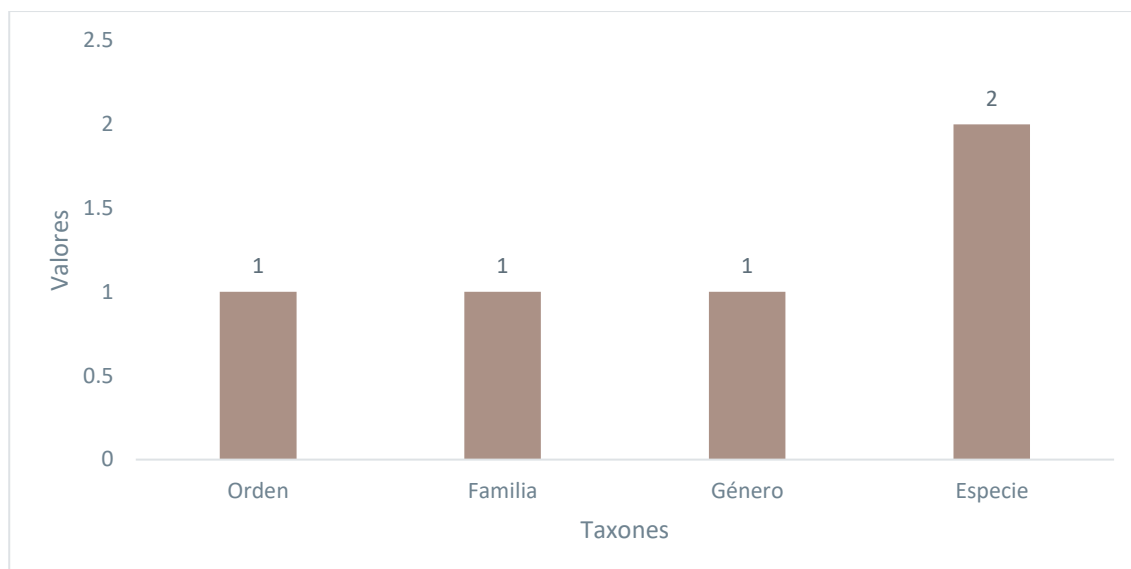


Figura 5-241 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-12

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las dos especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-203 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-12

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 17 individuos donde la especie *Astroblepus cyclopus* mostró 16 individuos y *Astroblepus trifasciatus*, un individuo.

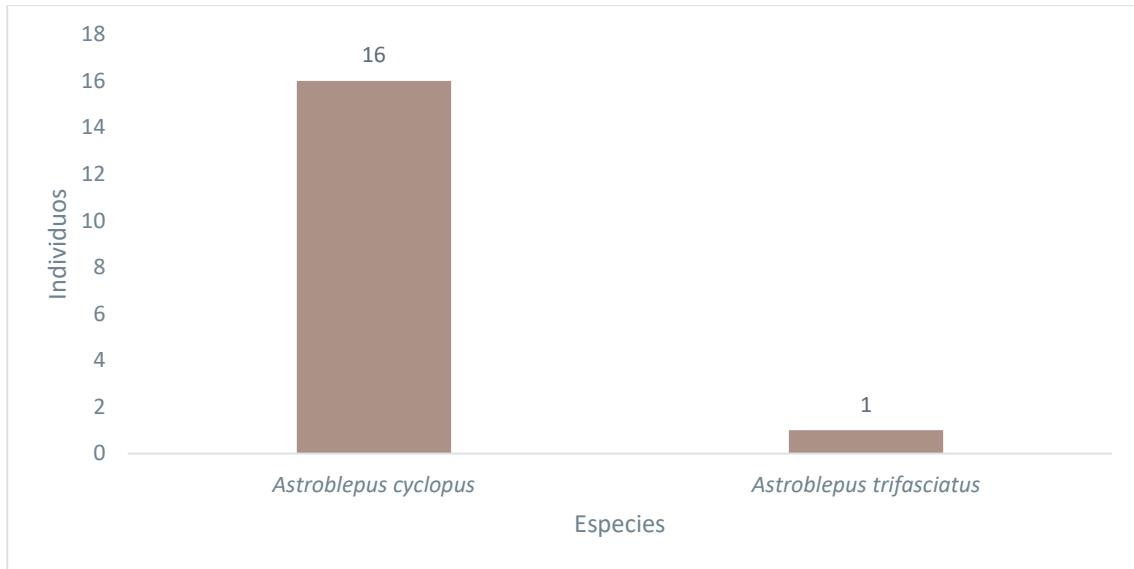


Figura 5-242 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-12

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus cyclopus*, con un 94 % (n = 16; $P_i = 0,94$); y *Astroblepus trifasciatus*, con un 6 % (n = 1; $P_i = 0,06$).

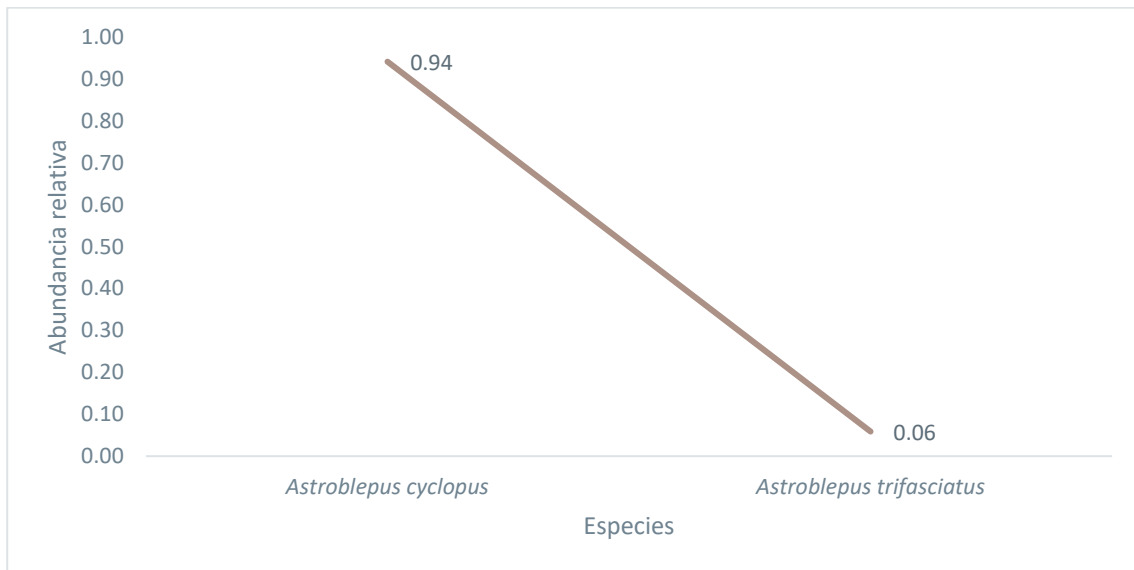


Figura 5-243 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-12

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 0,223; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,110, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,322 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-204 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-12

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,1107
Índice de Shannon Wiener (H') =	0,2237
Índice de Equidad (J') =	0,322

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-IF-14

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 12 individuos pertenecientes cuatro especies, un género, una familia y un orden.

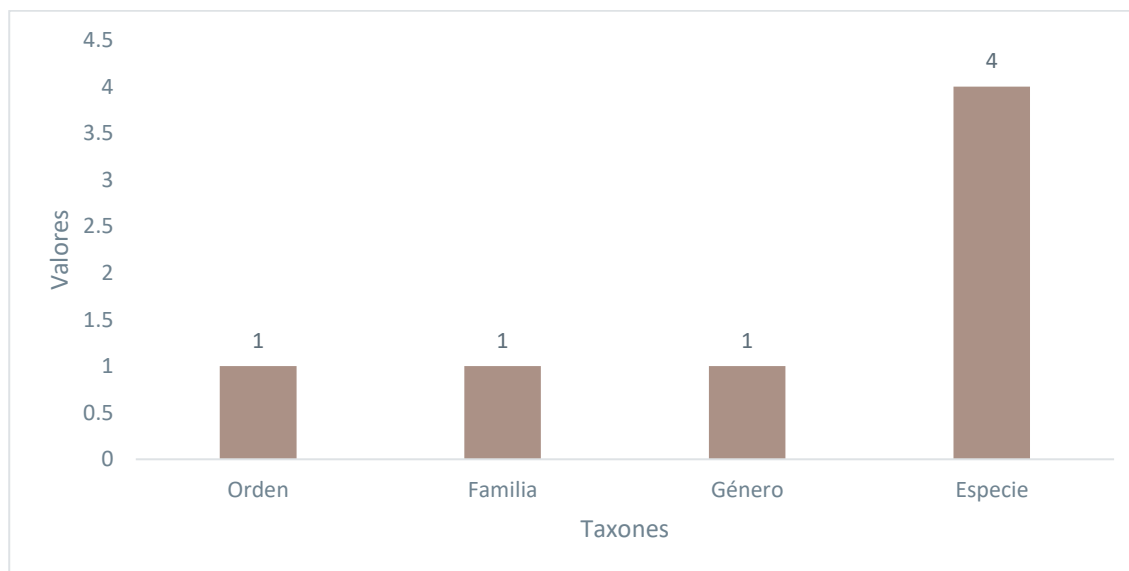


Figura 5-244 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-14

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las cuatro especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-205 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-14

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus longifilis</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 12 individuos donde la especie más abundante fue *Astroblepus trifasciatus*, con siete individuos; la especie *Astroblepus cyclopus*, con tres individuos; y las especies *Astroblepus longifilis* y *Astroblepus chapmani* mostraron una abundancia de un individuo.

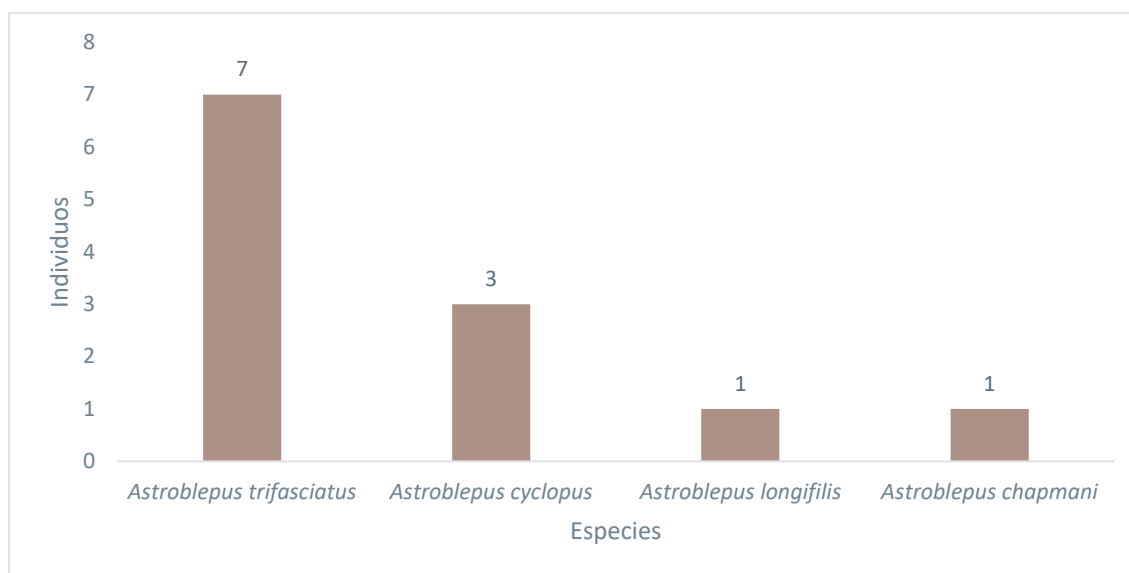


Figura 5-245 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-14

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies; *Astroblepus trifasciatus* representa 58 % (n = 7; $P_i = 0,58$); *Astroblepus cyclopus*, 25 % (n = 3; $P_i = 0,25$); *Astroblepus longifilis* y *Astroblepus chapmani* 8 % (n = 1; $P_i = 0,08$).

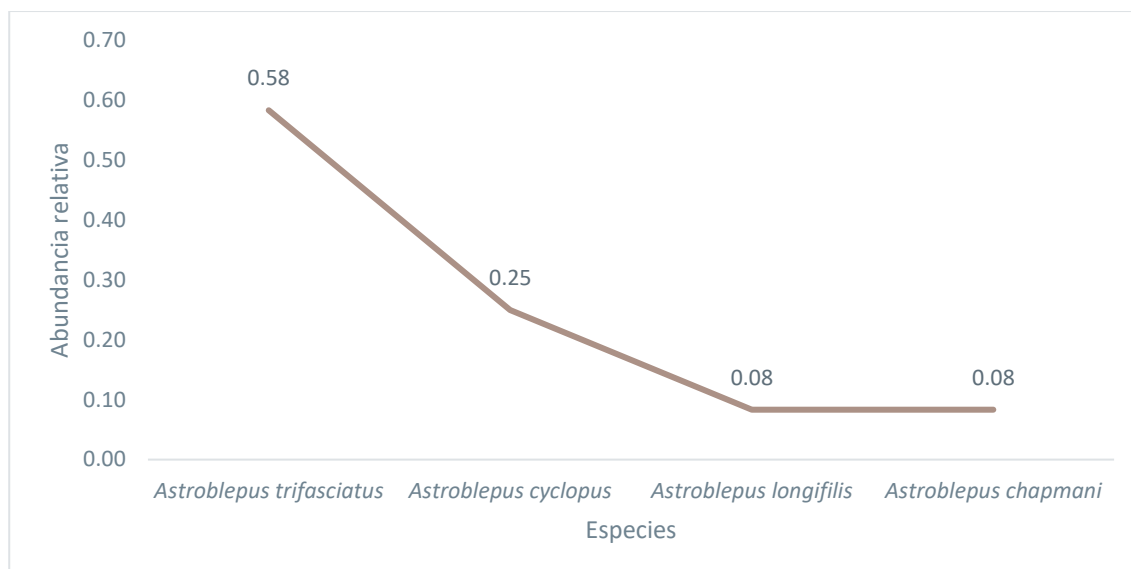


Figura 5-246 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-14

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,075; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,5833, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,775 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-206 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-14

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,5833
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,075
Índice de Equidad (J') =	0,775

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-IF-15

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 37 individuos pertenecientes tres especies, un género, una familia y un orden.

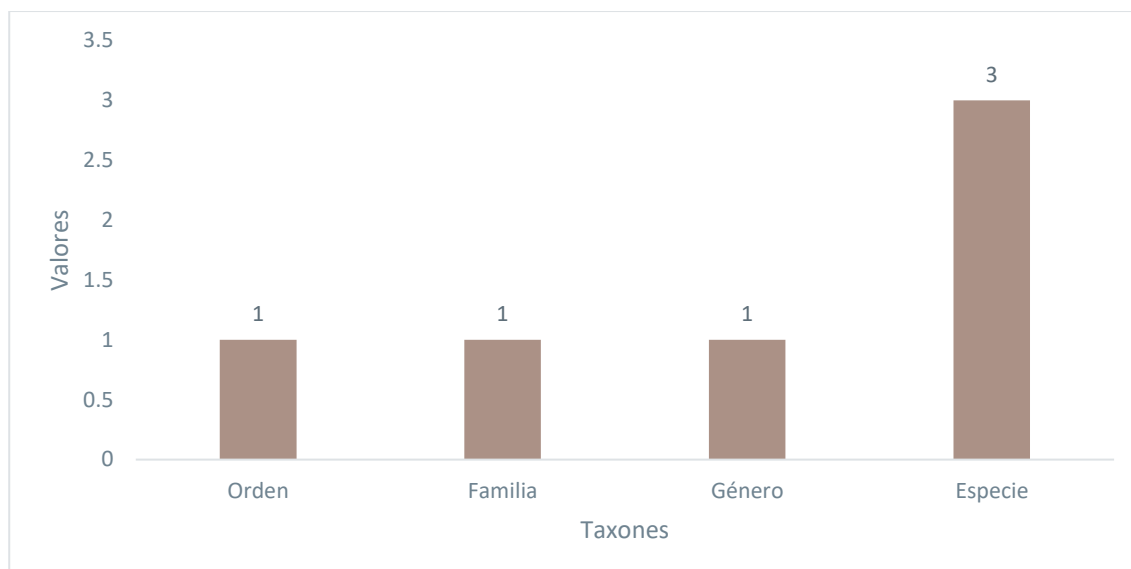


Figura 5-247 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-15

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las tres especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-207 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-15

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 37 individuos donde la especie *Astroblepus trifasciatus* registró 27 individuos; la especie *Astroblepus cyclopus*, con siete individuos; y *Astroblepus chapmani* mostró una abundancia de tres individuos.

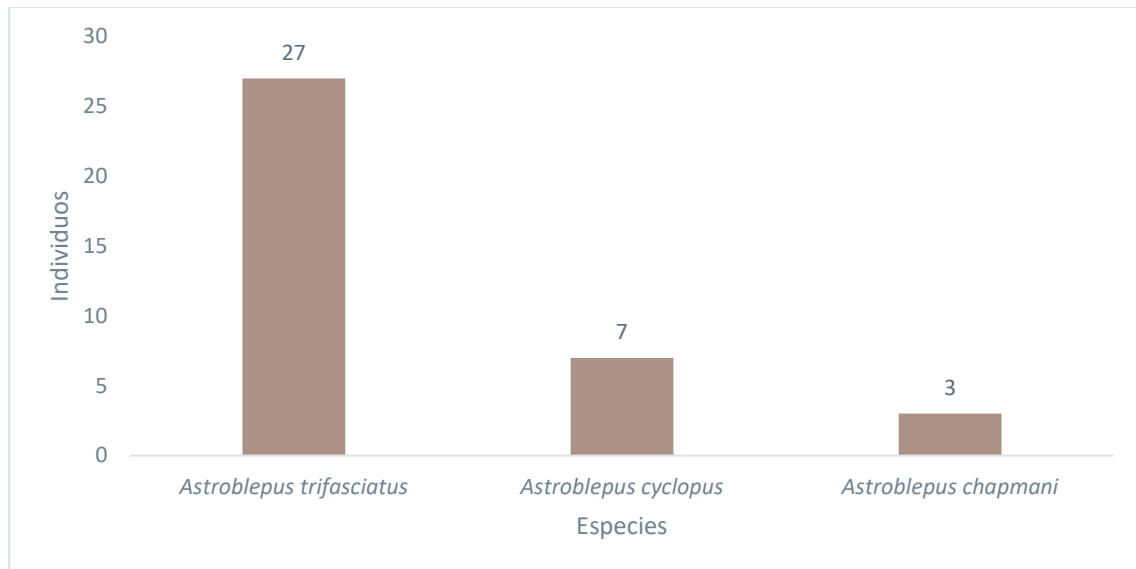


Figura 5-248 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-15

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus trifasciatus*, con 73 % (n = 27; $P_i = 0,73$); *Astroblepus cyclopus*, con 19 % (n = 7; $P_i = 0,19$); y *Astroblepus chapmani*, con 8 % (n = 3; $P_i = 0,08$).

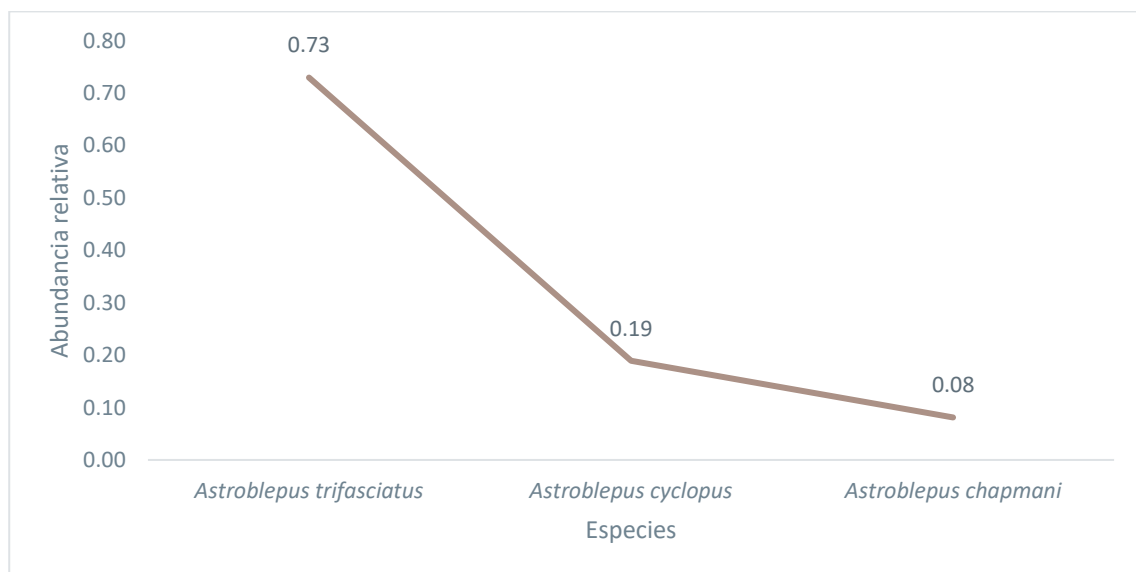


Figura 5-249 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-15

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 0,748; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,425, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,681 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-208 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-15

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,4251
Índice de Shannon Wiener (H') =	0,7486
Índice de Equidad (J') =	0,6814

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis de la Microcuenca-2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)

Para el sistema hídrico se consideró la presencia de dos puntos de muestreo DOMO-IF-08, DOMO-IF-13 para sus respectivos análisis, tanto de manera conjunta como individual.

Riqueza

Para este sistema hídrico del área de la concesión minera Curimining se registraron 36 individuos pertenecientes a cuatro especies, un género, una familia y un orden.

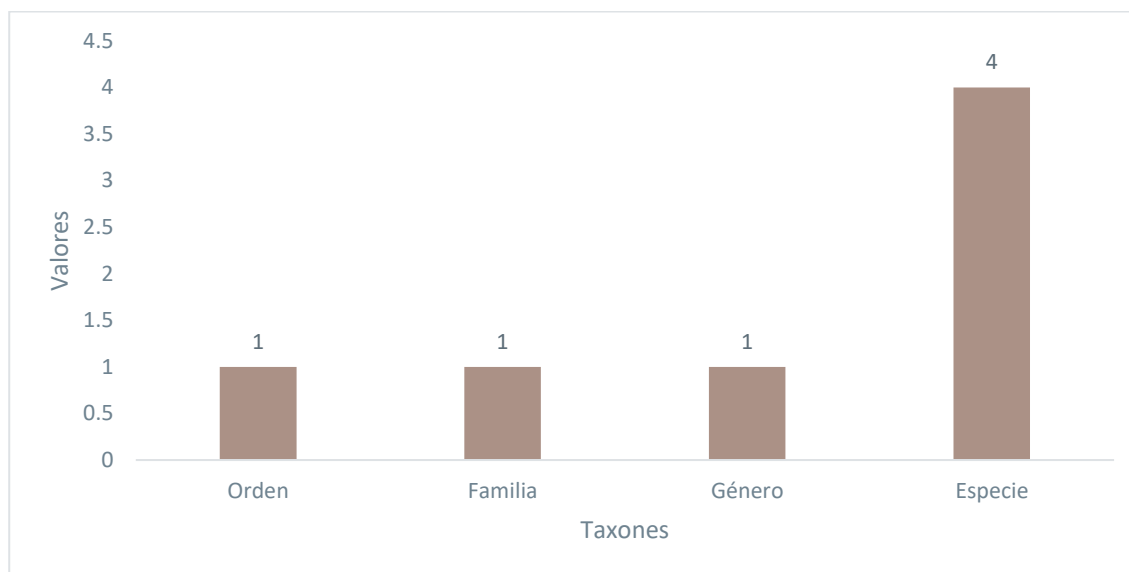


Figura 5-250 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Para este cuerpo de agua se registró un orden, donde los Siluriformes fueron los mejor representados por la familia Astroblepidae, con cuatro especies. En la tabla a continuación se detallan las especies.

Tabla 5-209 Ictiofauna Registrada en la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus longifilis</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 36 individuos, donde la especie *Astroblepus trifasciatus* se mostró como las más abundante, con 16 individuos; las especies *Astroblepus longifilis* y *Astroblepus chapmani* registraron siete individuos; la especie *Astroblepus cyclopus*, con seis individuos; y la especie *Astroblepus chapmani*, con nueve individuos.

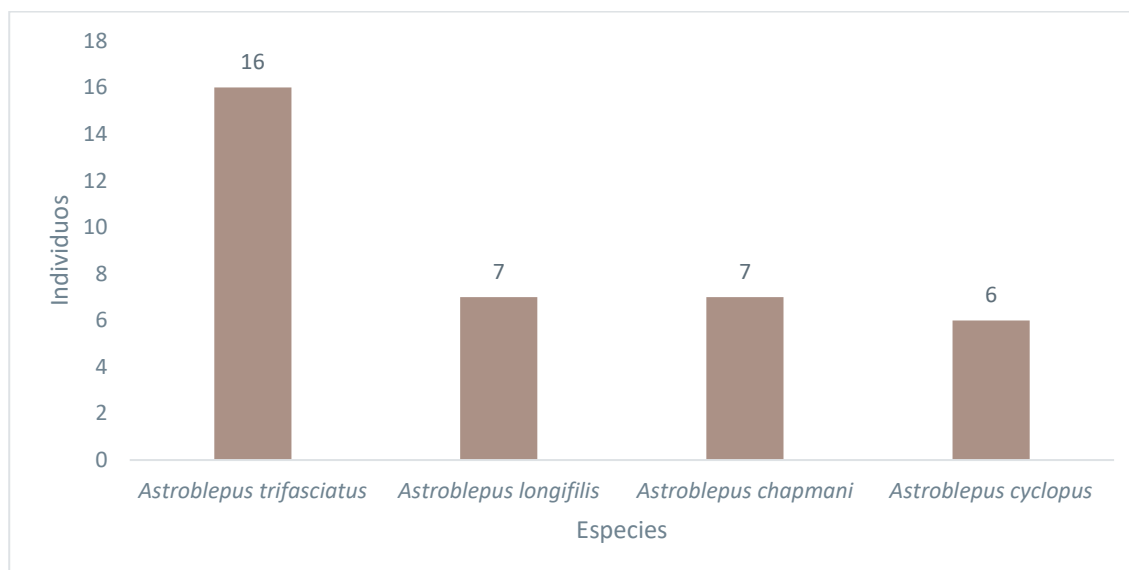


Figura 5-251 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca dentro del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus trifasciatus*, con 44 % (n = 16; $P_i = 0,44$); *Astroblepus longifilis* y *Astroblepus chapmani*, con 19 % (n = 7; $P_i = 0,19$); y *Astroblepus cyclopus*, con un 17 % (n = 6; $P_i = 0,17$).

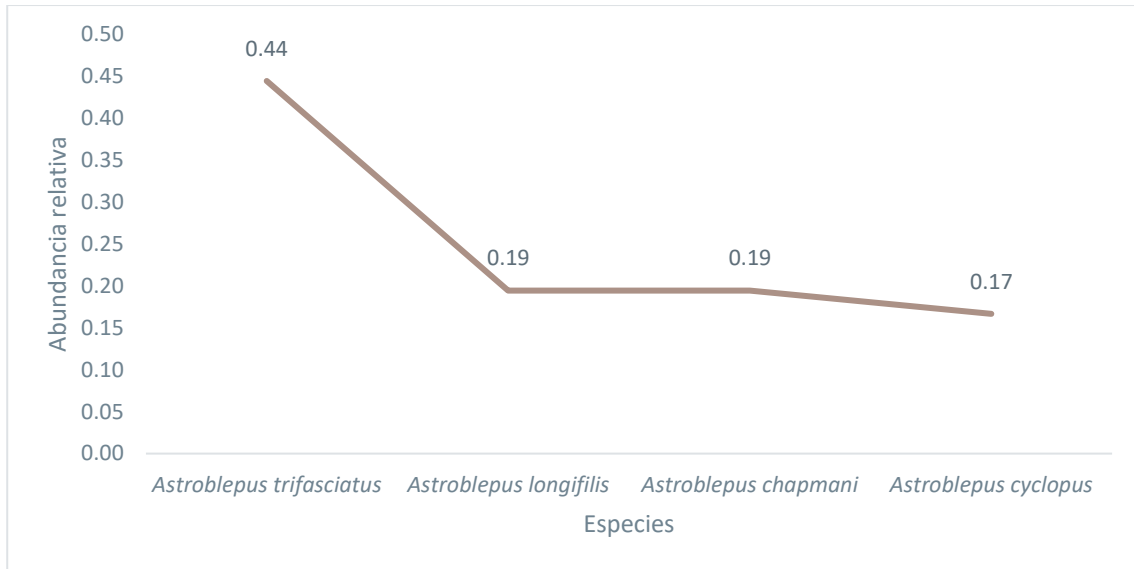


Figura 5-252 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice Chao1 y Curva de Acumulación

El valor obtenido por el estimador Chao 1 fue de cuatro especies; para el actual estudio el número de especies registradas fue de cuatro dando como resultado el 100 % del total de especies esperadas para este sistema, por lo que el esfuerzo de muestreo aplicado se considera aceptable.

La curva muestra que los resultados obtenidos no crean aún la asíntota; sin embargo, la estimación final del número de especies podría aumentar al tener en cuenta elementos como una ampliación al área de muestreo y de microhábitats, el tiempo y estacionalidad para las colectas.

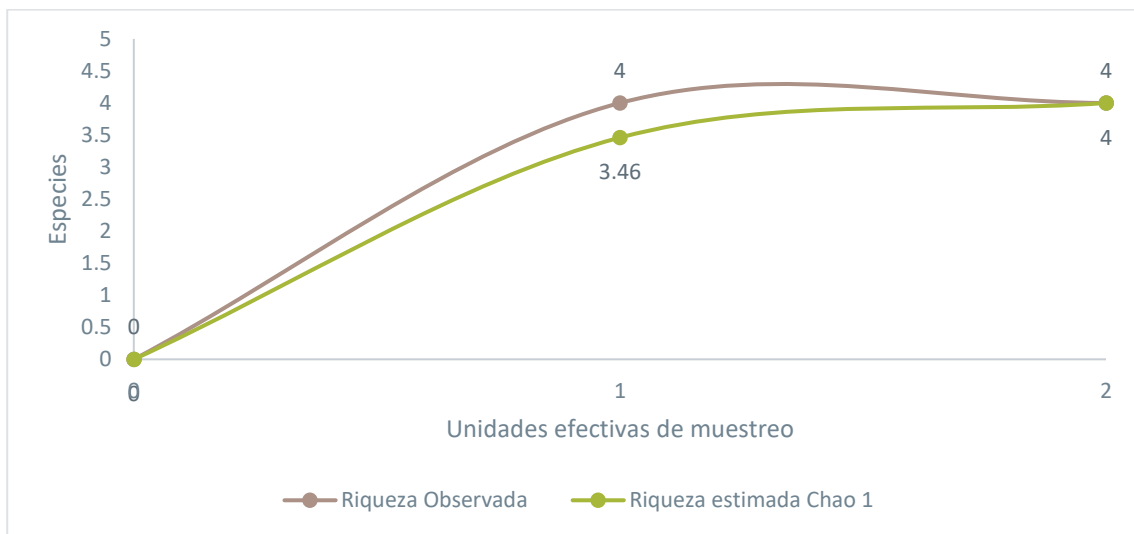


Figura 5-253 Curva de Acumulación y Chao 1 de Especies de Ictiofauna de la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,106; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,618, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,880 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-210 Índices de Diversidad Aplicados en la Microcuenca 2 (DOMO-IF-08, DOMO-IF-13)

Índice	DOMO-IF-08	DOMO-IF-13	TOTAL (microcuenca)
Índice de Simpson (D)	0,7258	0,5121	0,618
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,339	0,8739	1,106
Índice de Equidad (J') =	0,9656	0,7955	0,880

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice de Similitud de Jaccard

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

Se observa en el clúster que los puntos con mayor similitud (75 %) en la composición de peces son el DOMO-IF-08 y DOMO-IF-13.

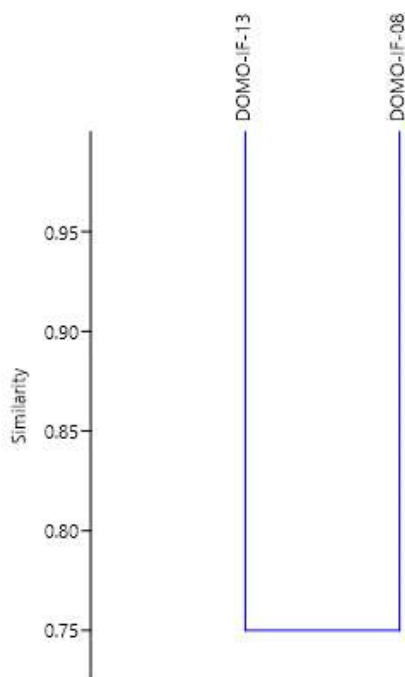


Figura 5-254 Clúster del Índice de Similitud de Jaccard

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

A continuación, se detalla la riqueza, abundancias y diversidad de cada punto de muestreo considerado para el análisis de la microcuenca.

Análisis por Punto de Muestreo

Punto DOMO-IF-08

Riqueza

Para este punto de muestreo, se registraron ocho individuos pertenecientes cuatro especies, un género, una familia y un orden.

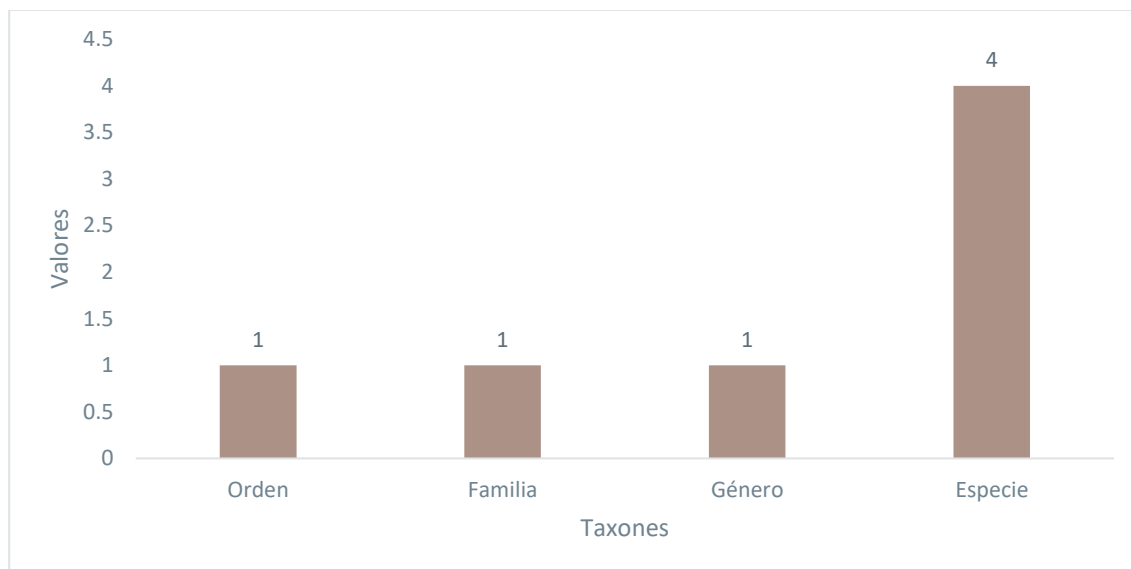


Figura 5-255 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-08

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto, donde los Siluriformes estuvieron representados por la familia *Astroblepidae* con su único género (*Astroblepus*) y las cuatro especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-211 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-08

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	<i>Astroblepidae</i>	<i>Astroblepus longifilis</i>
Siluriformes	<i>Astroblepidae</i>	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	<i>Astroblepidae</i>	<i>Astroblepus cyclopus</i>
Siluriformes	<i>Astroblepidae</i>	<i>Astroblepus chapmani</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 19 individuos, donde la especie *Astroblepus longifilis* registró un total de siete individuos; la especie *Astroblepus trifasciatus*, con cinco individuos; *Astroblepus cyclopus* registró cuatro individuos; y *Astroblepus chapmani* mostró una abundancia de tres individuos.

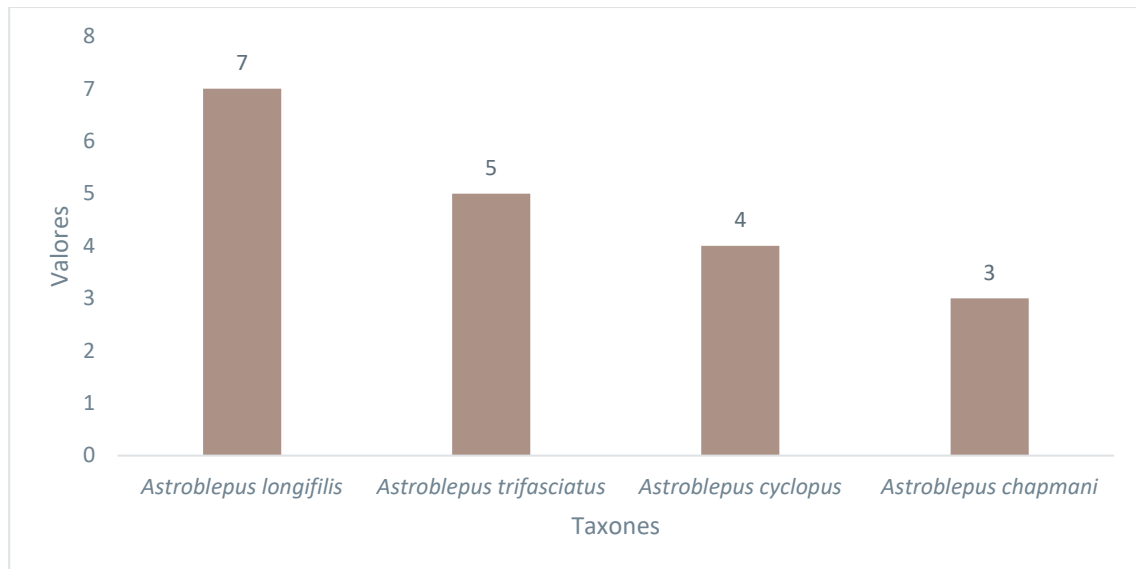


Figura 5-256 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-08

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus longifilis*, con un 19 % (n = 7; Pi = 0,19); *Astroblepus trifasciatus*, con un 14 % (n = 5; Pi = 0,14); *Astroblepus cyclopus*, con un 11 % (n = 4; Pi = 0,11); y *Astroblepus chapmani*, con un 8 % (n = 3; Pi = 0,08).

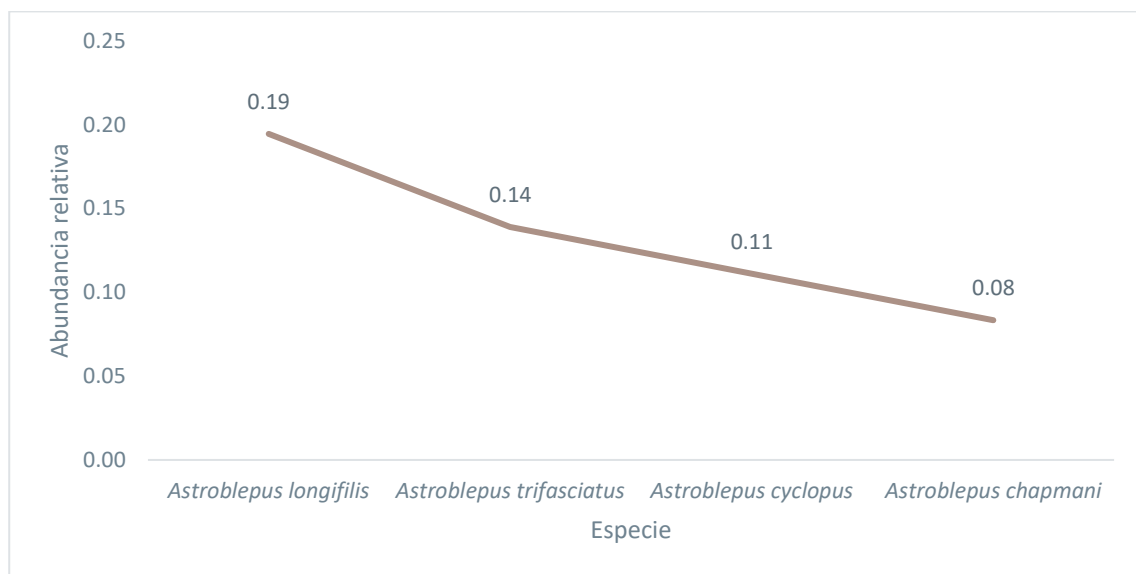


Figura 5-257 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-08

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,339; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,725, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,965 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-212 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-08

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,7258
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,339
Índice de Equidad (J') =	0,9656

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-IF-13

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 17 individuos pertenecientes tres especies, un género, una familia y un orden.

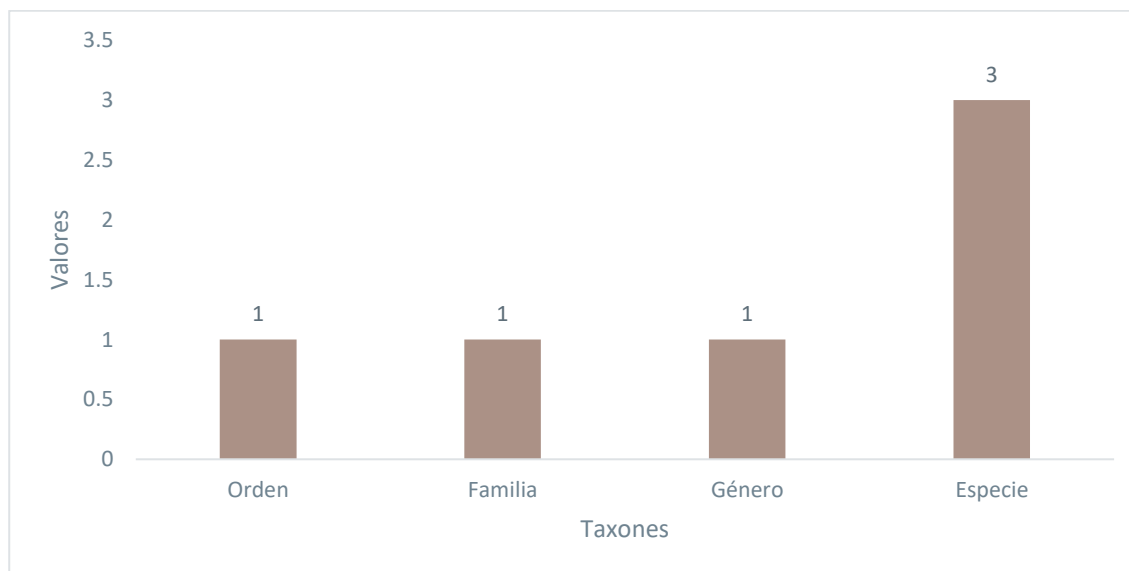


Figura 5-258 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-13

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto donde los Siluriformes estaban representados por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las tres especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-213 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-13

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 17 individuos donde la especie *Astroblepus trifasciatus* presentó 11 individuos; *Astroblepus chapmani*, con cuatro individuos; y *Astroblepus cyclopus* mostró una abundancia de dos individuos.

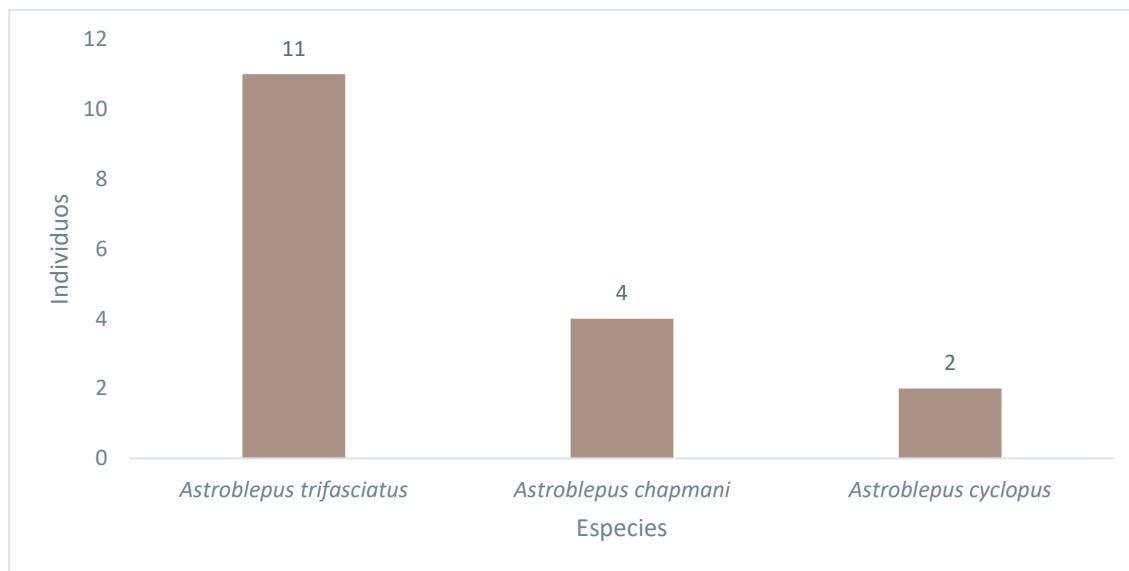


Figura 5-259 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-13

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuencia del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies; *Astroblepus trifasciatus*, con un 31 % (n = 11; $P_i = 0,31$); *Astroblepus chapmani*, con un 11 % (n = 4; $P_i = 0,11$); y *Astroblepus cyclopus*, con un 6 % (n = 2; $P_i = 0,06$).

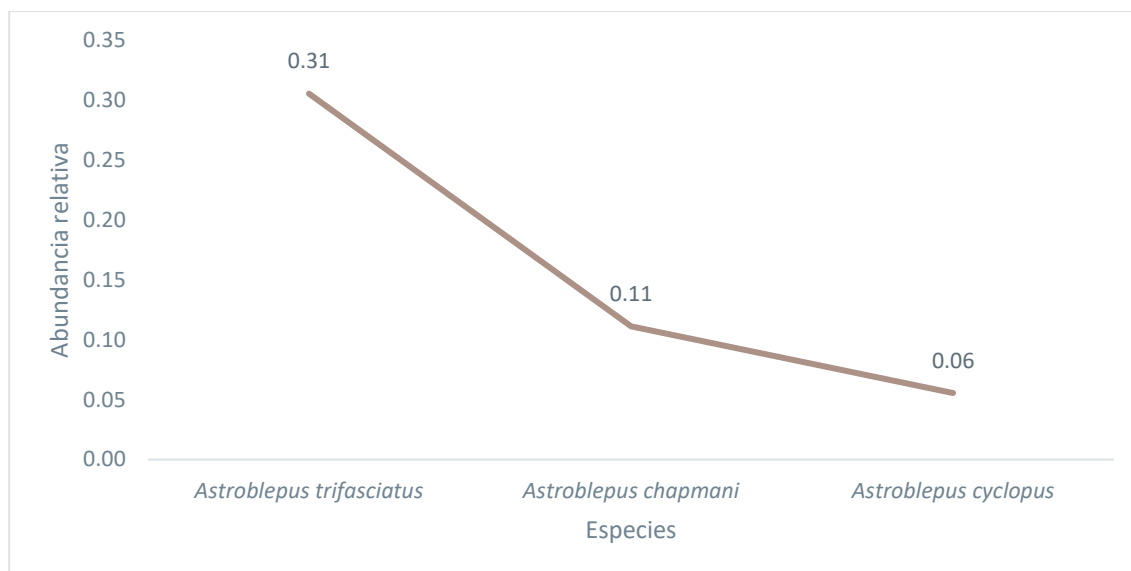


Figura 5-260 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-13

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 0,873; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,512, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,795 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-214 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-13

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,5121
Índice de Shannon Wiener (H') =	0,8739
Índice de Equidad (J') =	0,7955

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis de la Microcuenca-3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)

Para el sistema hídrico se consideró la presencia de cinco puntos de muestreo DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07 para sus respectivos análisis, tanto de manera conjunta como individual.

Riqueza

Para este sistema hídrico del área de la concesión minera Curimining se registraron 43 individuos pertenecientes a cinco especies, dos géneros, dos familias y dos órdenes.

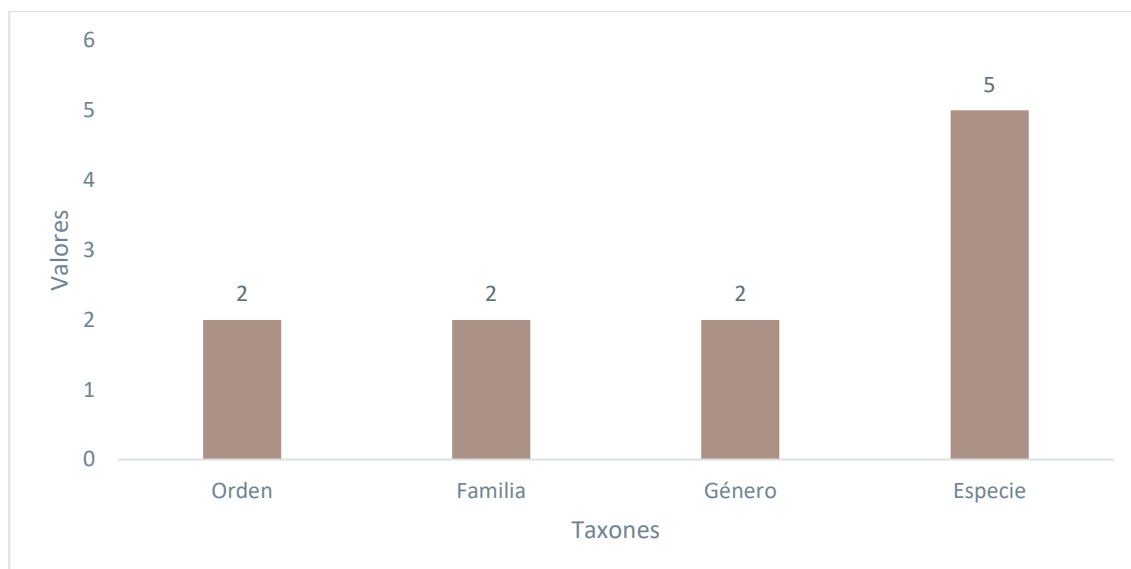


Figura 5-261 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Para este cuerpo de agua se registraron dos órdenes, donde Siluriformes es el mejor representado por la familia Astroblepidae, con cuatro especies; y el orden Cyprinodontiformes, con la familia Poeciliidae y una especie. En la tabla a continuación se detallan las especies.

Tabla 5-215 Ictiofauna Registrada en la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)

Orden	Familia	Especie
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Pseudopoecilia festae</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus longifilis</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 43 individuos donde la especie *Pseudopoecilia festae* se mostró como las más abundante, con 10 individuos; las especies *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus chapmani* registraron nueve individuos; la especie *Astroblepus trifasciatus*, con ocho individuos; y la especie *Astroblepus longifilis*, con siete individuos.

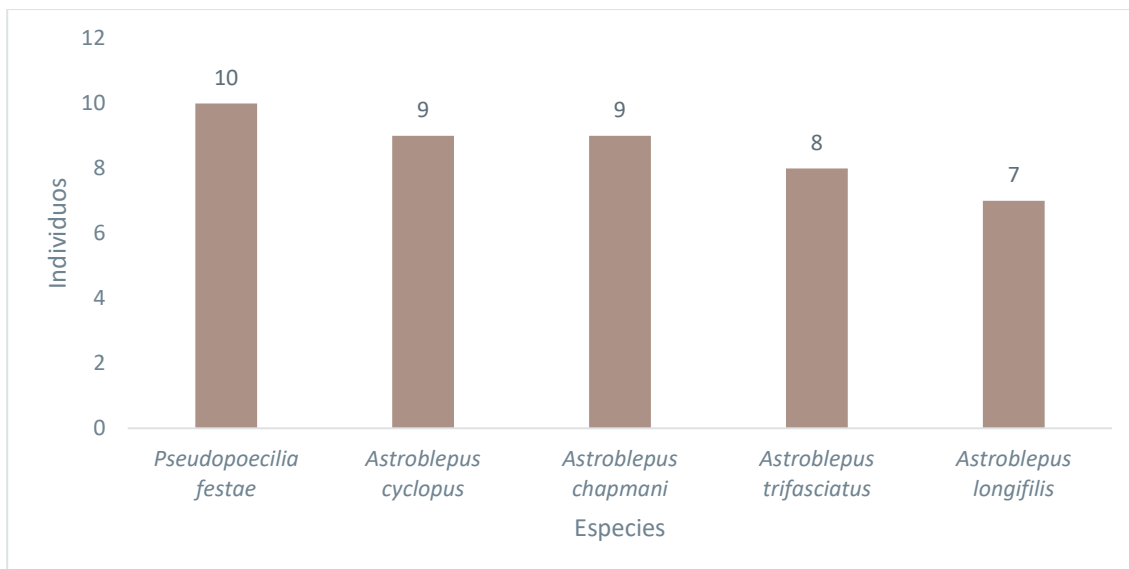


Figura 5-262 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca dentro del área del proyecto determinó que la especie *Pseudopoecilia festae* constituye el 23 % (n = 10; $P_i = 0,23$); *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus chapmani*, con un 21 % (n = 9; $P_i = 0,21$); *Astroblepus trifasciatus*, con un 19 % (n = 8; $P_i = 0,19$); y *Astroblepus longifilis*, con un 16 % (n = 7; $P_i = 0,16$).

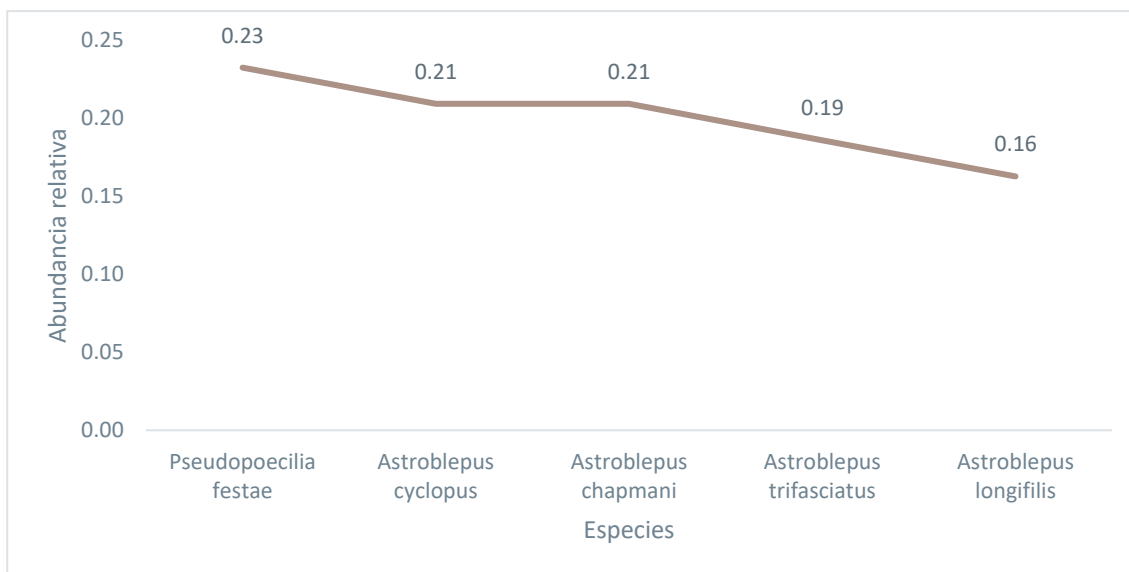


Figura 5-263 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice Chao1 y Curva de Acumulación

El valor obtenido por el estimador Chao 1 fue de cinco especies; para el actual estudio el número de especies registradas fue de cinco dando como resultado el 100 % del total de especies esperadas para este sistema, por lo que el esfuerzo de muestreo aplicado se considera aceptable.

La curva muestra que los resultados obtenidos no crean aún la asíntota; sin embargo, la estimación final del número de especies podría aumentar al tener en cuenta elementos como una ampliación al área de muestreo y de microhábitats, el tiempo y estacionalidad para las colectas.

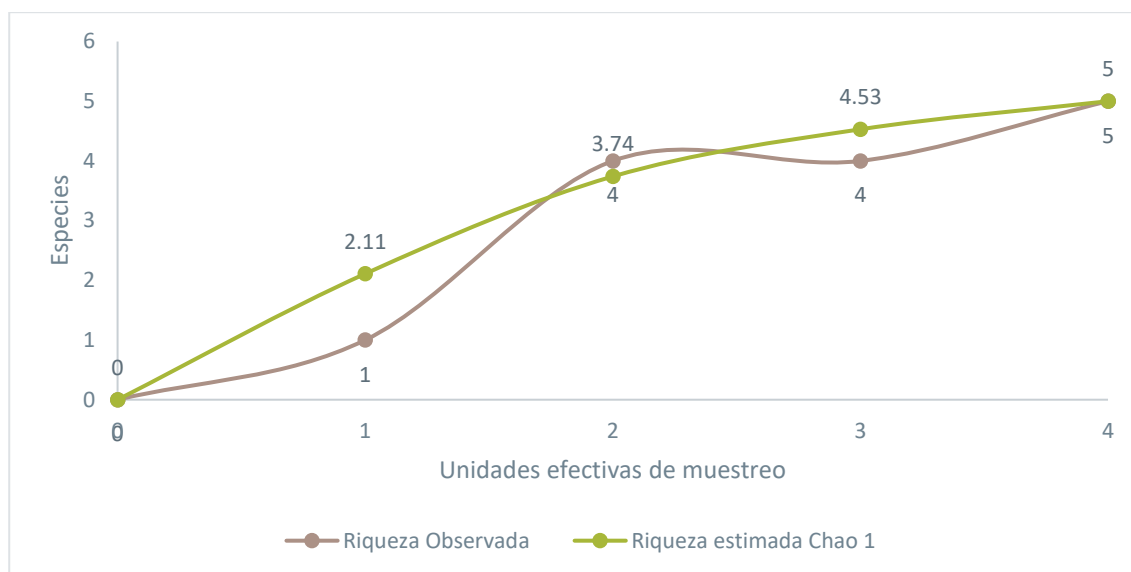


Figura 5-264 Curva de Acumulación y Chao 1 de Especies de Ictiofauna de la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,393; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,410, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,954 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-216 Índices de Diversidad Aplicados en la Microcuenca 3 (DOMO-IF-04, DOMO-IF-05, DOMO-IF-06 y DOMO-IF-07)

Índice	DOMO-IF-04	DOMO-IF-05	DOMO-IF-06	DOMO-IF-07	TOTAL (microcuenca)
Índice de Simpson (D)	0,7258	0	0,6391	0	0,341
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,339	0	1,058	0	0,599
Índice de Equidad (J') =	0,9656	0	0,9629	0	0,642

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice de Similitud de Jaccard

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

Se observa en el clúster que los puntos con mayor similitud (75 %) en la composición de peces son el DOMO-IF-05 y DOMO-IF-07; asimismo, los puntos DOMO-IF-05, DOMO-IF-07 y DOMO-IF-06 comparten una similitud del 30 %; los puntos restantes tienen una similitud menor.

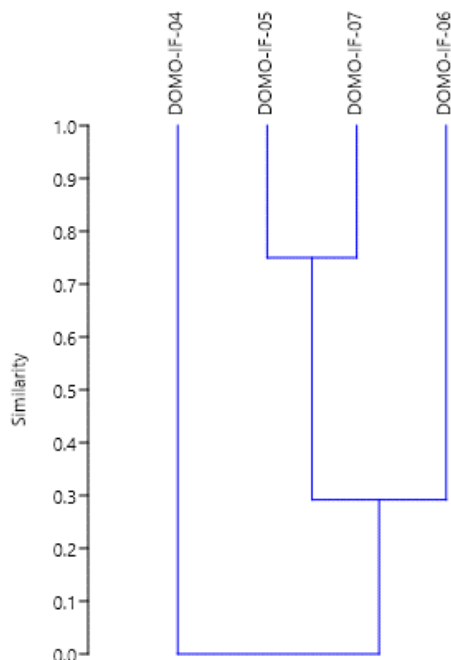


Figura 5-265 Clúster del Índice de Similitud de Jaccard

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

A continuación, se detallará la riqueza, abundancias y diversidad de cada punto de muestreo considerado para el análisis de la microcuenca.

Análisis por Punto de Muestreo

Punto DOMO-IF-04

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 10 individuos pertenecientes una especie, un género, una familia y un orden.

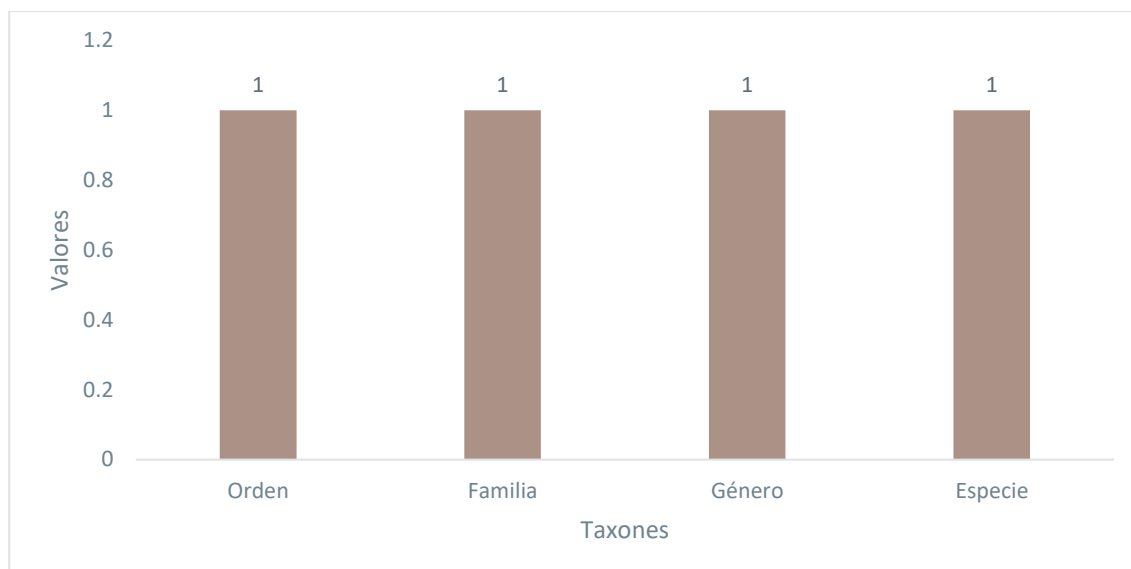


Figura 5-266 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-04

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto, donde Cyprinodontiformes es representado por la familia Poeciliidae con su único género (*Pseudopoecilia*) y una especie que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-217 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-04

Orden	Familia	Especie
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Pseudopoecilia festae</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 10 individuos donde la especie *Pseudopoecilia festae* mostró una abundancia de 10 individuos.

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca del área del proyecto determinó que la familia Poeciliidae ocupa el 100 % del total de las especies; *Pseudopoecilia festae*, con un 100 % (n = 10; Pi = 1,00).

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 0,0; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,0, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,0 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Punto DOMO-IF-05

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 13 individuos pertenecientes tres especies, un género, una familia y un orden.

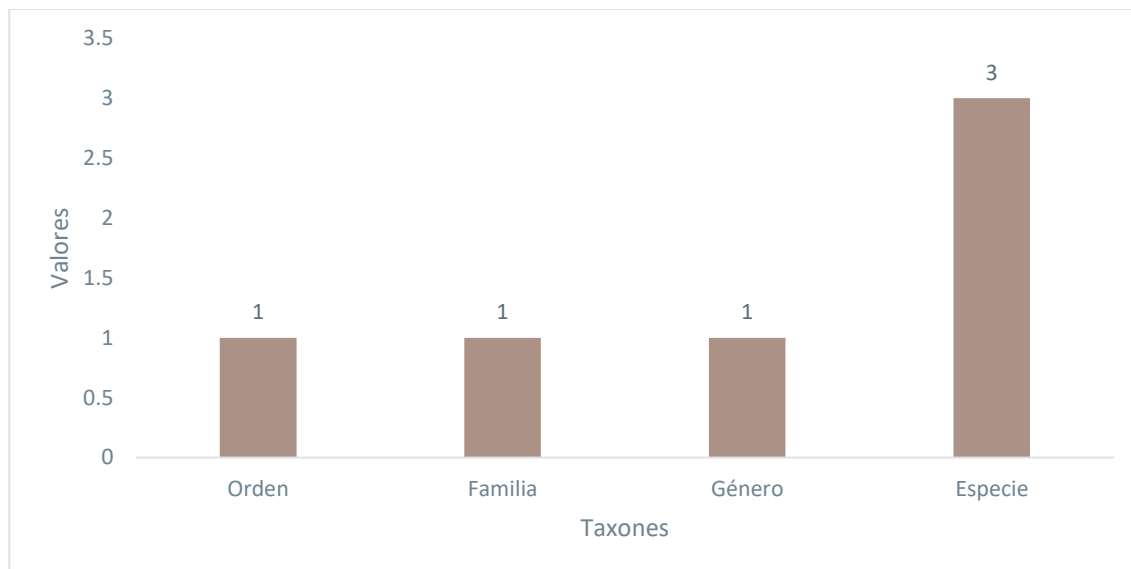


Figura 5-267 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-05

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las tres especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-218 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-05

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 13 individuos donde la especie *Astroblepus chapmani* presentó un total de seis individuos; *Astroblepus trifasciatus*, con cuatro individuos; y *Astroblepus cyclopus* mostró una abundancia de tres individuos.

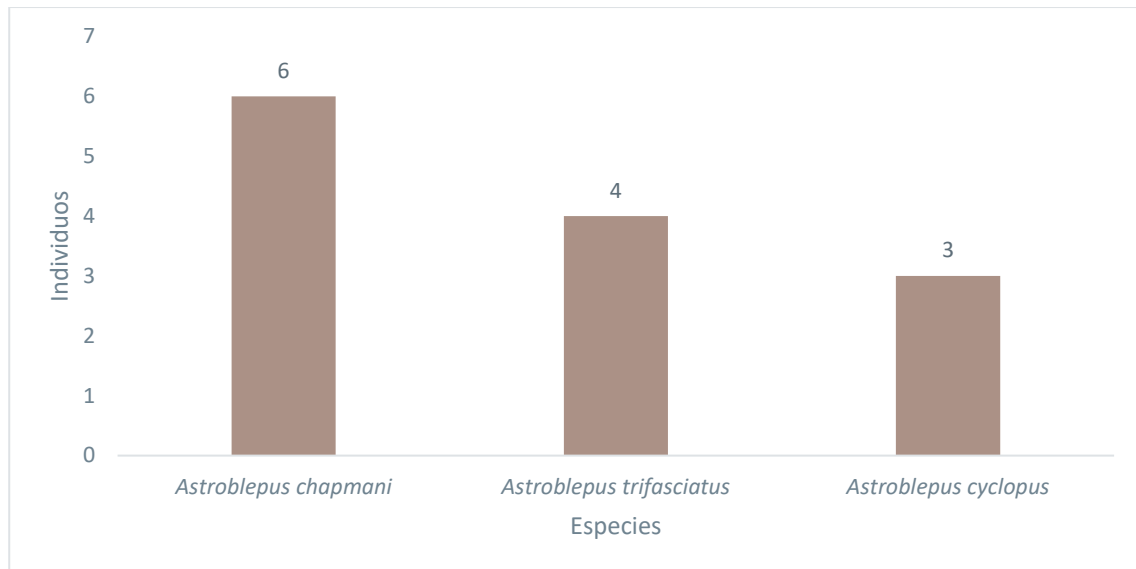


Figura 5-268 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-05

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus chapmani*, con un 46 % (n = 6; $P_i = 0,46$); *Astroblepus trifasciatus*, con un 31 % (n = 4; $P_i = 0,31$); y *Astroblepus cyclopus*, con un 23 % (n = 3; $P_i = 0,23$).

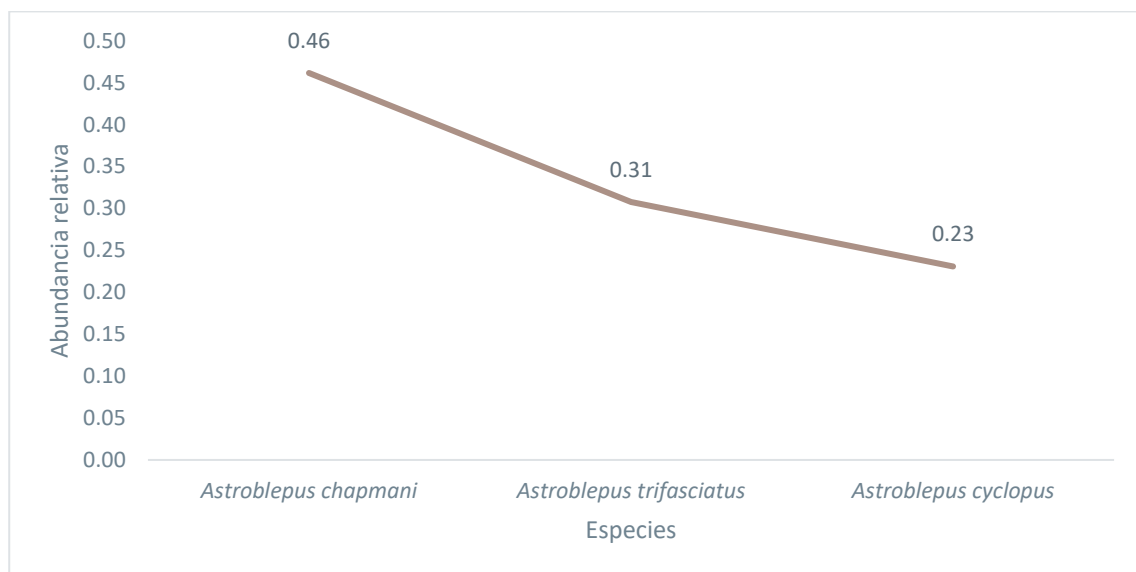


Figura 5-269 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-05

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,058; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,639, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,962 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-219 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-05

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,6391
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,058
Índice de Equidad (J') =	0,962

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-IF-06

Riqueza

Para este punto de muestreo se registró un individuo perteneciente una especie, un género, una familia y un orden.

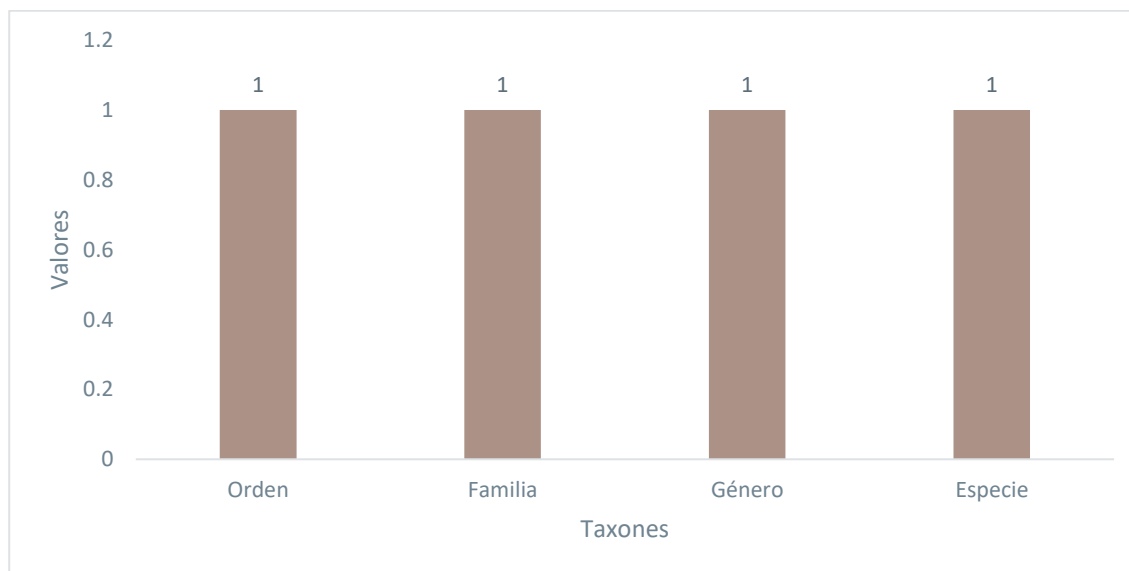


Figura 5-270 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-06

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto, donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y una especie que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 5-220 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-06

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de un individuo donde la especie *Astroblepus cyclopus* presentó un individuo.

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuena del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus cyclopus*, con un 100 % (n = 1; Pi = 1,0).

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuena, el resultado fue de 0,0; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,0, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,0 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Punto DOMO-IF-07

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 19 individuos pertenecientes cuatro especies, un género, una familia y un orden.

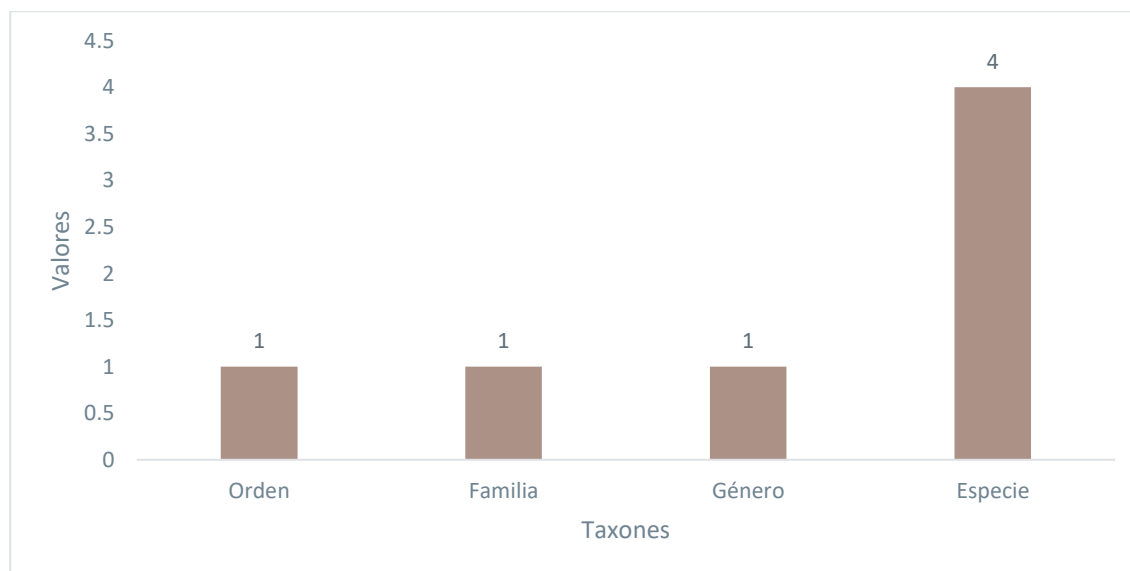


Figura 5-271 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-07

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto, donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las cuatro especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-221 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-07

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus longifilis</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 19 individuos donde la especie más abundante fue *Astroblepus longifilis*, con siete individuos; la especie *Astroblepus cyclopus*, con cinco individuos; la especie *Astroblepus trifasciatus*, con cuatro individuos; y *Astroblepus chapmani* mostró una abundancia de tres individuos.

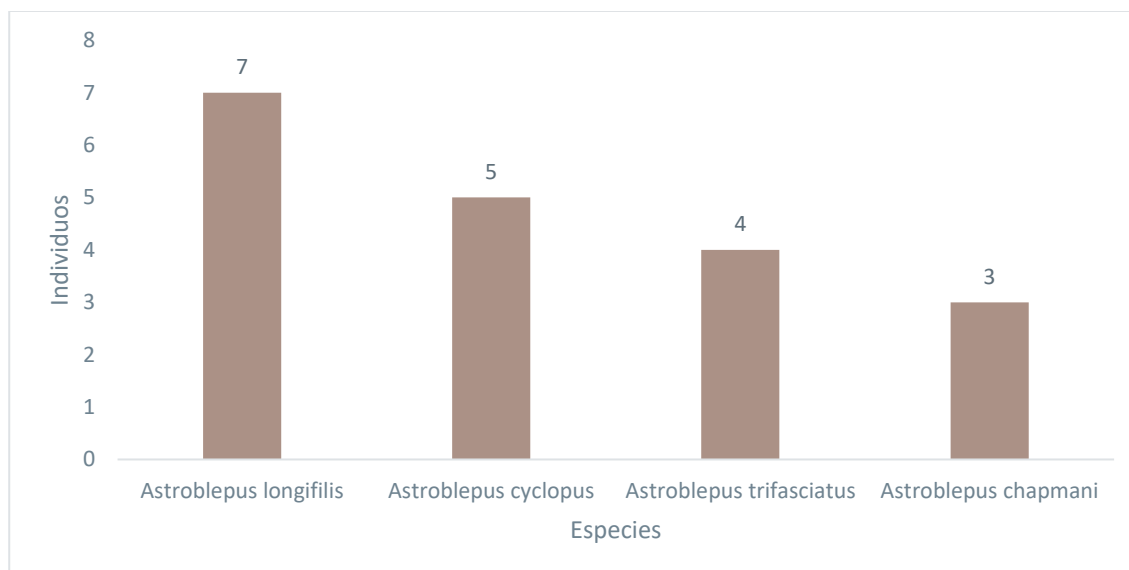


Figura 5-272 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-07

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuencia del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus longifilis*, con 37 % (n = 7; $P_i = 0,37$); *Astroblepus cyclopus*, con 26 % (n = 5; $P_i = 0,26$); *Astroblepus trifasciatus*, con 21 % (n = 4; $P_i = 0,21$); y *Astroblepus chapmani*, con 16 % (n = 3; $P_i = 0,16$).

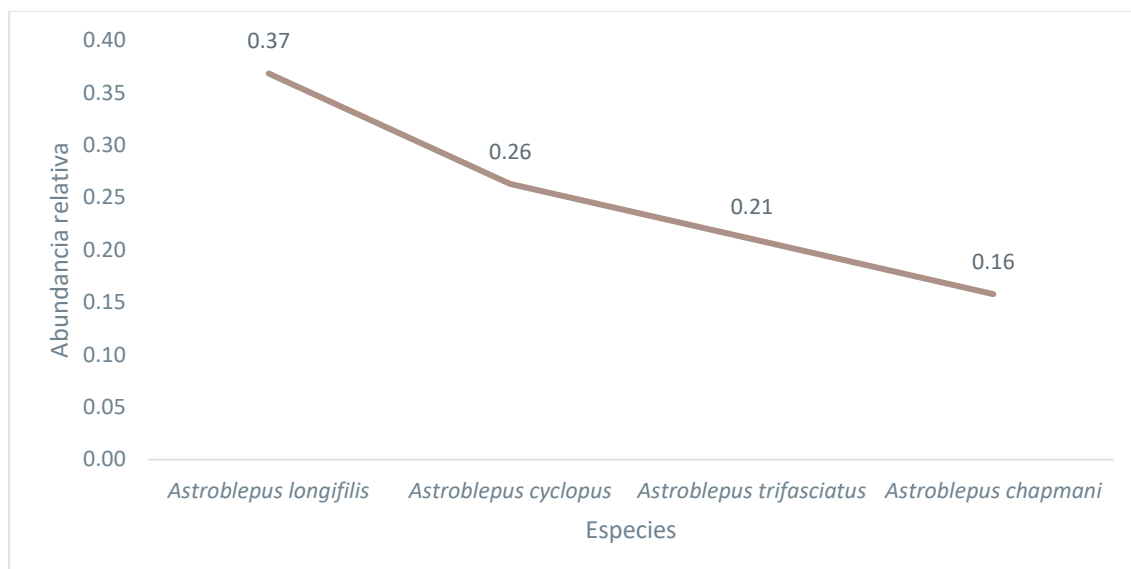


Figura 5-273 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-07

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,339; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,725, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,965 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-222 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-14

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,7258
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,339
Índice de Equidad (J') =	0,9656

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis de la Microcuenca-4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09 y DOMO-IF-10)

Para el sistema hídrico se consideró la presencia de cuatro puntos de muestreo DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09 y DOMO-IF-10 para sus respectivos análisis, tanto de manera conjunta como individual.

Riqueza

Para este sistema hídrico del área de la concesión minera Curimining se registraron 45 individuos pertenecientes a cuatro especies, un género, una familia y un orden.

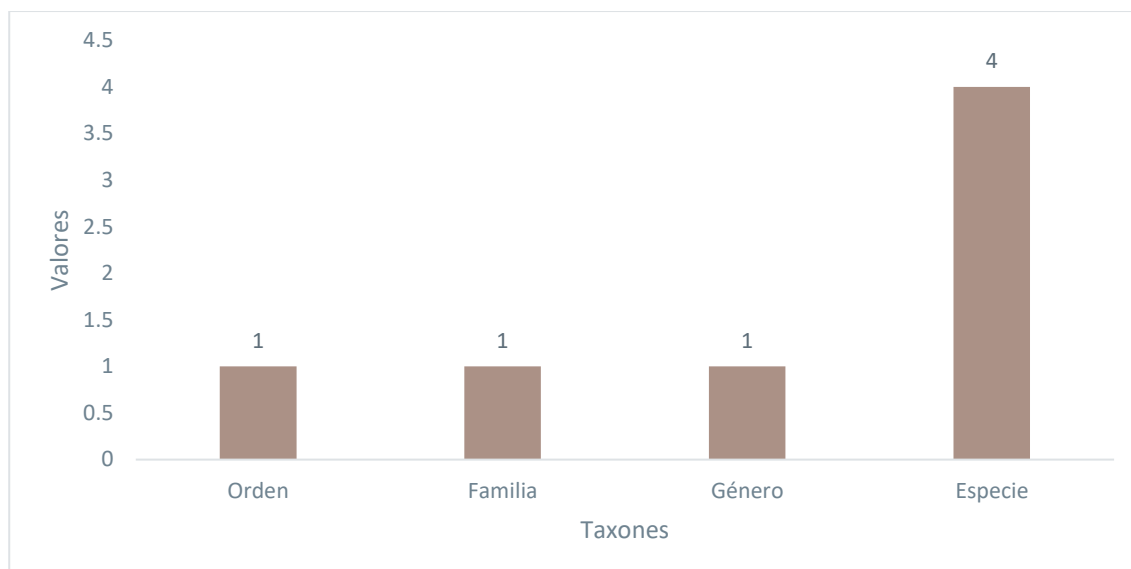


Figura 5-274 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09 y DOMO-IF-10)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Para este cuerpo de agua se registró un orden, donde Siluriformes es el mejor representado por la familia Astroblepidae, con cuatro especies. En la tabla a continuación se detallan las especies.

Tabla 5-223 Ictiofauna Registrada en la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09 y DOMO-IF-10)

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus longifilis</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 45 individuos, donde las especies *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus trifasciatus* se mostraron como las más abundantes, con 15 individuos cada una; la especie *Astroblepus chapmani* registró ocho individuos; y la especie *Astroblepus longifilis*, con siete individuos.

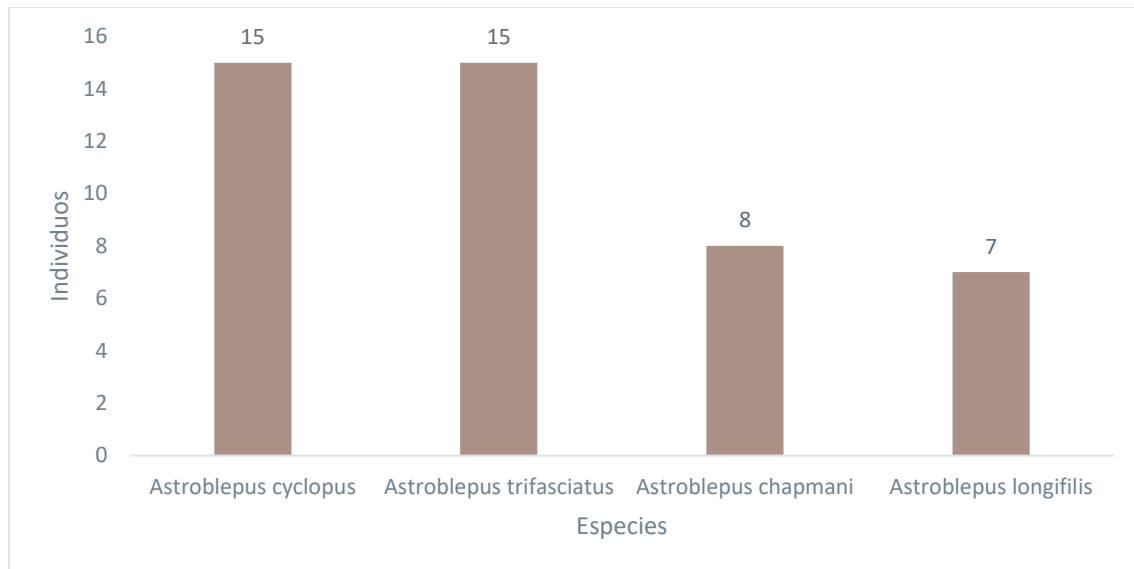


Figura 5-275 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09, DOMO-IF-10)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca dentro del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus cyclopus*, con 33 % (n = 15; $P_i = 0,33$); *Astroblepus trifasciatus*, con 33 % (n = 15; $P_i = 0,33$); *Astroblepus chapmani*, con 0,18 % (n = 8; $P_i = 0,18$); y *Astroblepus longifilis*, con 16 % (n = 7; $P_i = 0,16$).

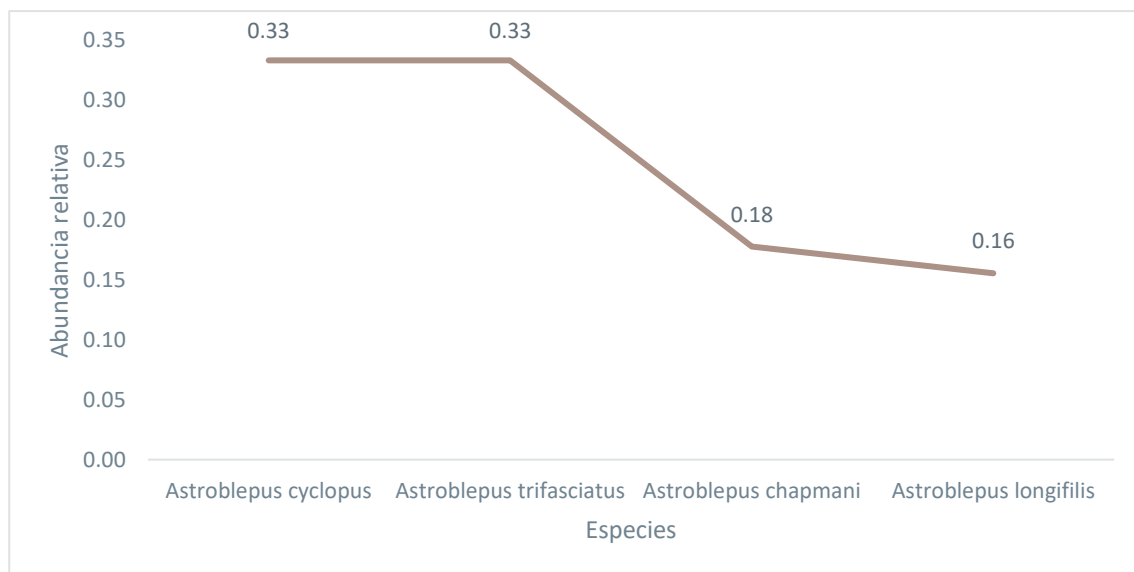


Figura 5-276 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09, DOMO-IF-10)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice Chao1 y Curva de Acumulación

El valor obtenido por el estimador Chao 1 fue de cuatro especies; para el actual estudio el número de especies registradas fue de cuatro, dando como resultado el 100 % del total de especies esperadas para este sistema, por lo que el esfuerzo de muestreo aplicado se considera aceptable.

La curva muestra que los resultados obtenidos no crean aún la asíntota; sin embargo, la estimación final del número de especies podría aumentar al tener en cuenta elementos como una ampliación del área de muestreo y de microhábitats, el tiempo y estacionalidad para las colectas.

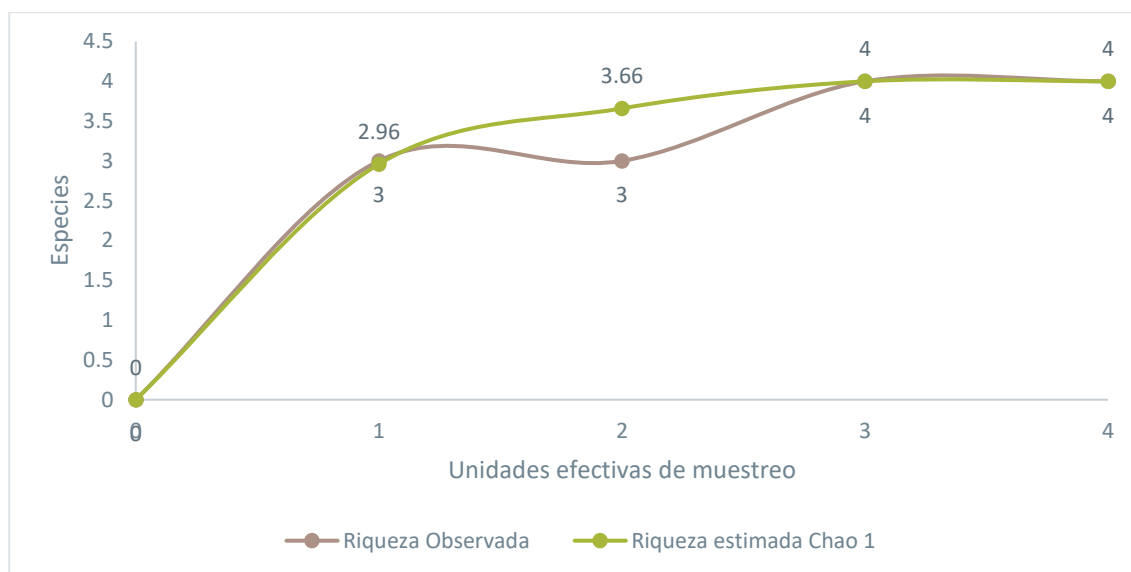


Figura 5-277 Curva de Acumulación y Chao 1 de Especies de Ictiofauna de la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09, DOMO-IF-10)

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,007; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,609, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,944 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-224 Índices de Diversidad Aplicados en la Microcuenca 4 (DOMO-IF-01, DOMO-IF-02, DOMO-IF-09, DOMO-IF-10)

Índice	DOMO-IF-02	DOMO-IF-01	DOMO-IF-09	DOMO-IF-10	TOTAL (microcuenca)
Índice de Simpson (D)	0,4898	0,6612	0,7266	0,562	0,609
Índice de Shannon Wiener (H') =	0,6829	1,09	1,342	0,9165	1,007
Índice de Equidad (J') =	0,9852	0,9922	0,9681	0,8342	0,944

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice de Similitud de Jaccard

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

Se observa en el clúster que los puntos con mayor similitud (75 %) en la composición de peces son el DOMO-IF-01 y DOMO-IF-09; mientras que los puntos DOMO-IF-10 y DOMO-IF-02 comparten una similitud del 68 %; los puntos restantes tienen una similitud menor.

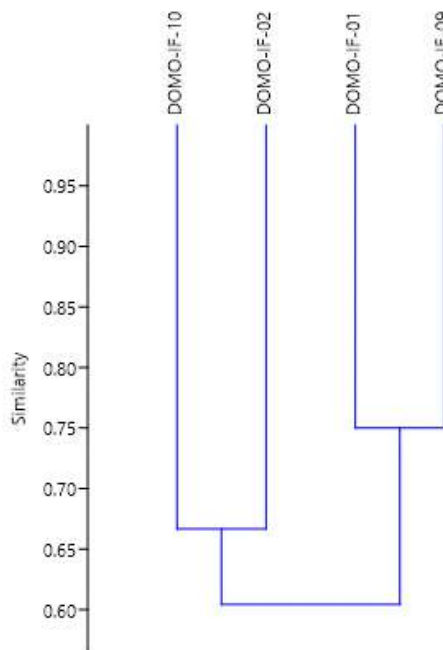


Figura 5-278 Clúster del Índice de Similitud de Jaccard

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

A continuación, se detalla la riqueza, abundancias y diversidad de cada punto de muestreo considerado para el análisis de la microcuena.

Análisis por Punto de Muestreo

Punto DOMO-IF-01

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 11 individuos pertenecientes tres especies, un género, una familia y un orden.

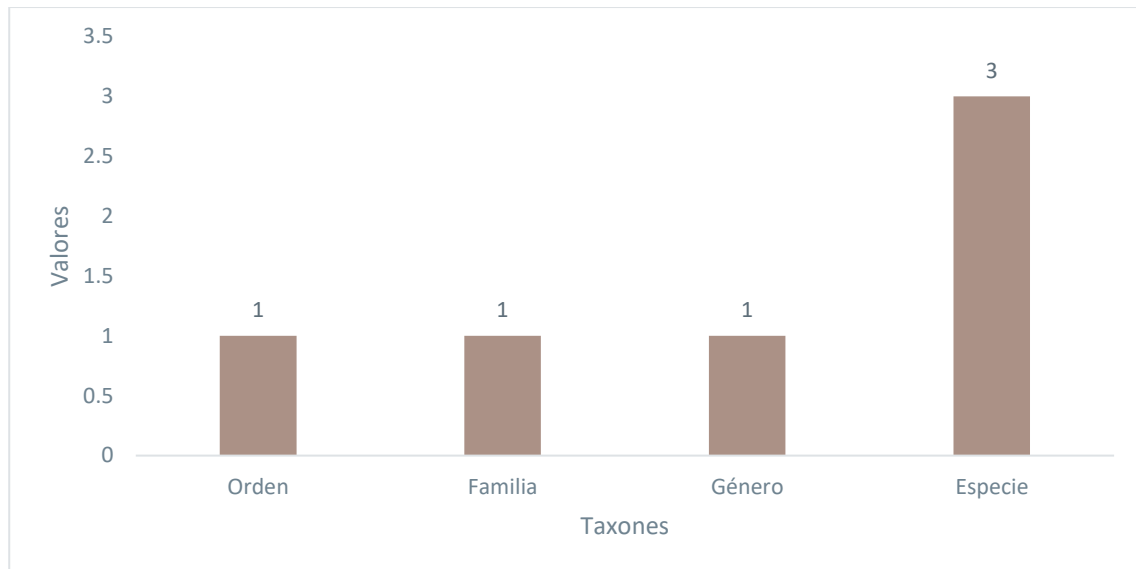


Figura 5-279 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto, donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las tres especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-225 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-01

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 11 individuos, donde las especies *Astroblepus trifasciatus* y *Astroblepus chapmani* mostraron una abundancia de cuatro individuos y *Astroblepus cyclopus* contó con tres individuos.

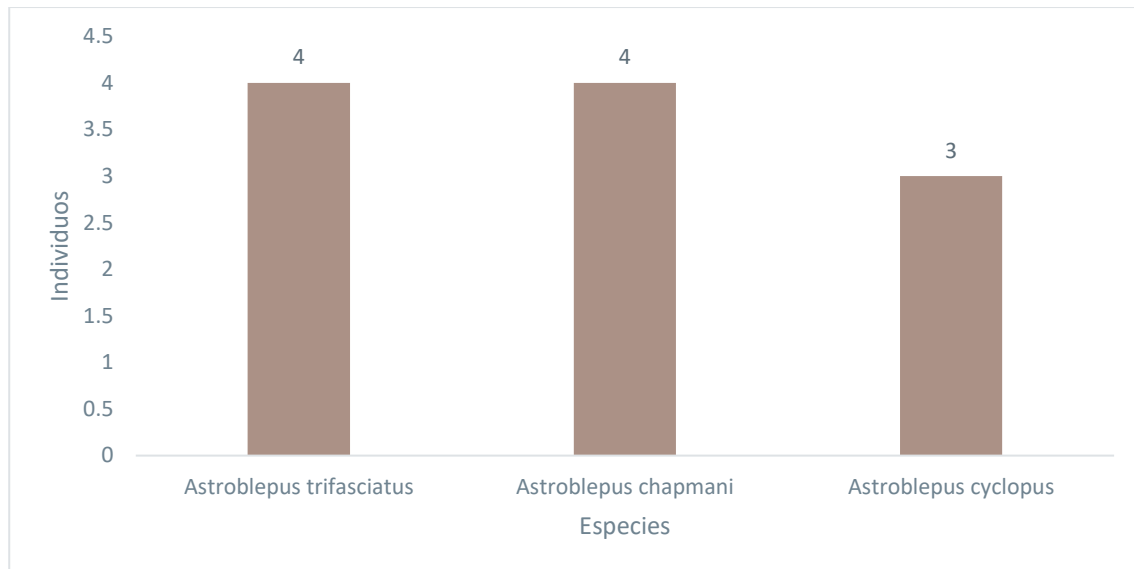


Figura 5-280 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuencia del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus trifasciatus* y *Astroblepus chapmani*, con un 36 % (n = 4; $P_i = 0,36$); y *Astroblepus cyclopus*, con un 27 % (n = 3; $P_i = 0,27$).

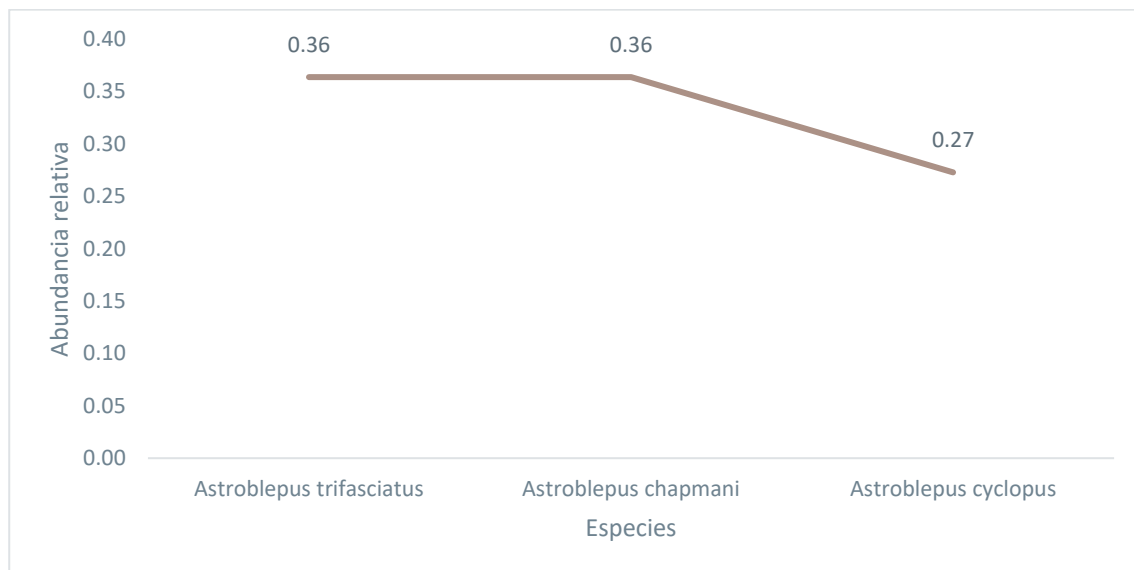


Figura 5-281 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,09; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,661, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,992 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-226 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-01

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,6612
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,09
Índice de Equidad (J') =	0,9922

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-IF-02

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron siete individuos pertenecientes dos especies, un género, una familia y un orden.

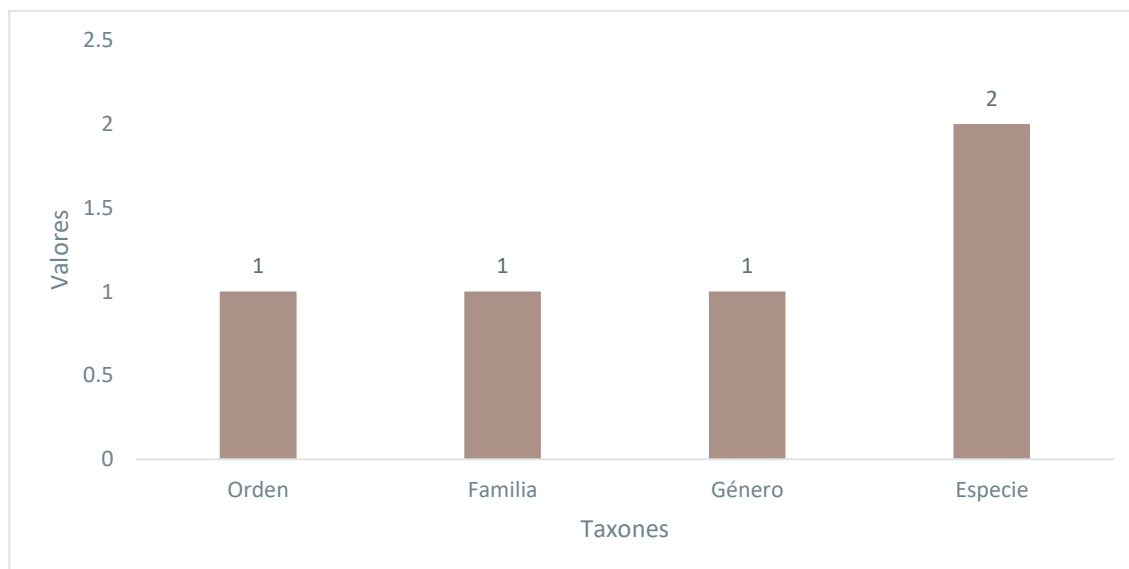


Figura 5-282 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto, donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las dos especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-227 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-02

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de siete individuos donde la especie *Astroblepus trifasciatus* presentó un total de cuatro individuos; y *Astroblepus cyclopus*, con tres individuos.

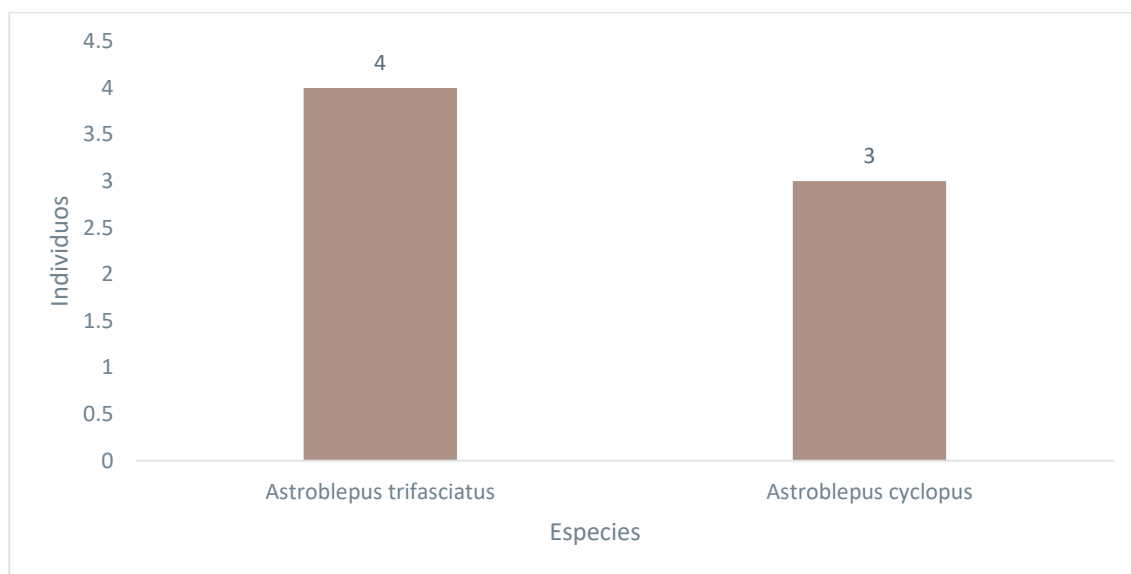


Figura 5-283 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus trifasciatus*, con un 57 % (n = 4; Pi = 0,57); y *Astroblepus cyclopus*, con un 43 % (n = 3; Pi = 0,43).

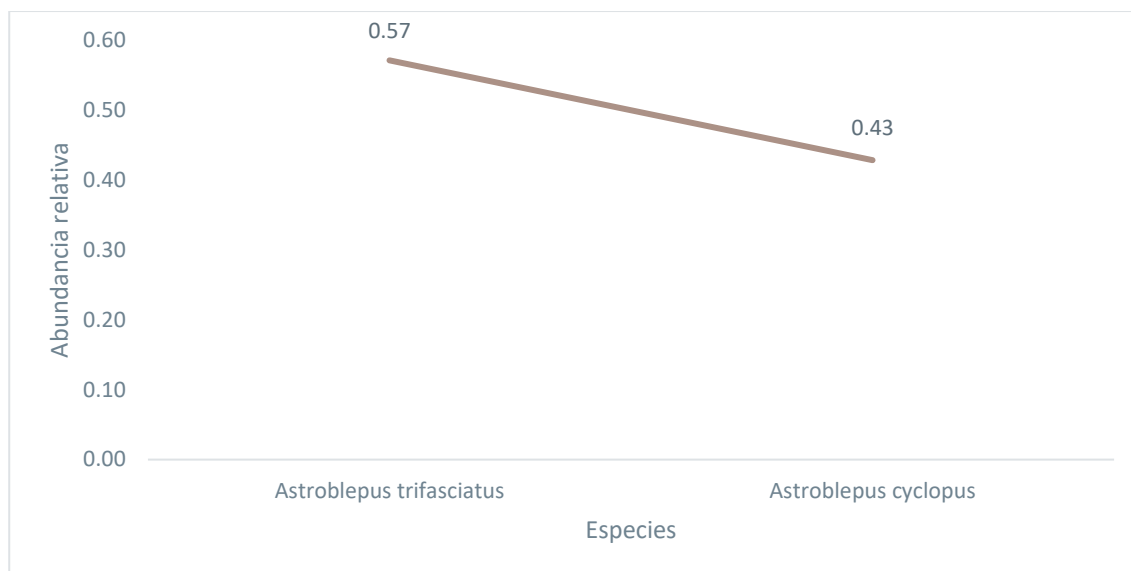


Figura 5-284 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuencua, el resultado fue de 0,682; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,489, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,985 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-228 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-02

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,4898
Índice de Shannon Wiener (H') =	0,6829
Índice de Equidad (J') =	0,9852

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-IF-09

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 16 individuos pertenecientes a cuatro especies, un género, una familia y un orden.

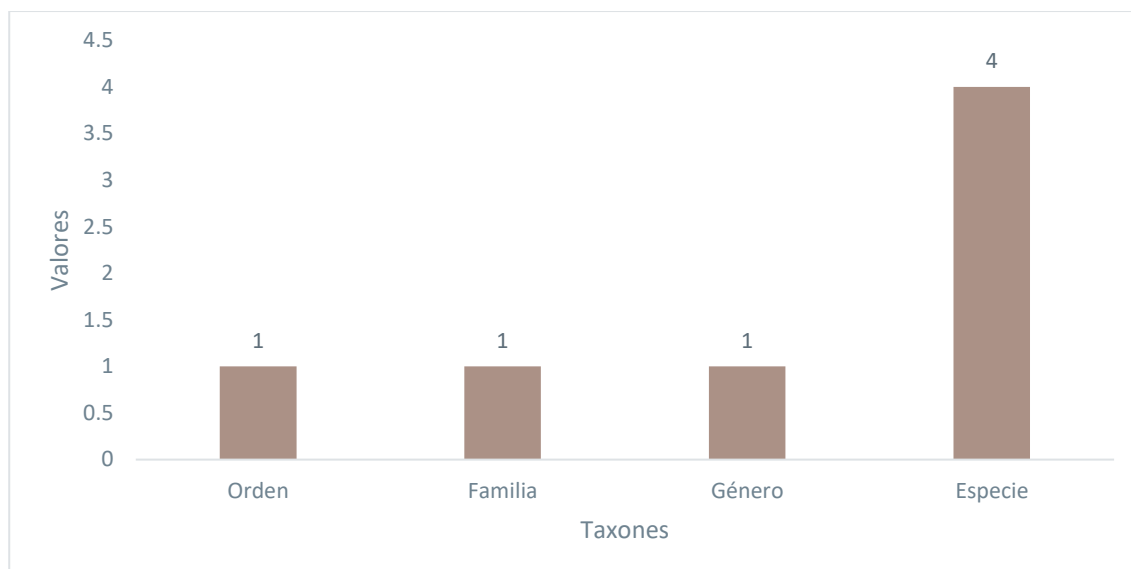


Figura 5-285 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-09

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto, donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las cuatro especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-229 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-09

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus longifilis</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chapmani</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 16 individuos donde la especie con mayor abundancia fue *Astroblepus longifilis*, con seis individuos; la especie *Astroblepus chapmani* tuvo cuatro individuos; y *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus trifasciatus* contaron con tres individuos cada una.

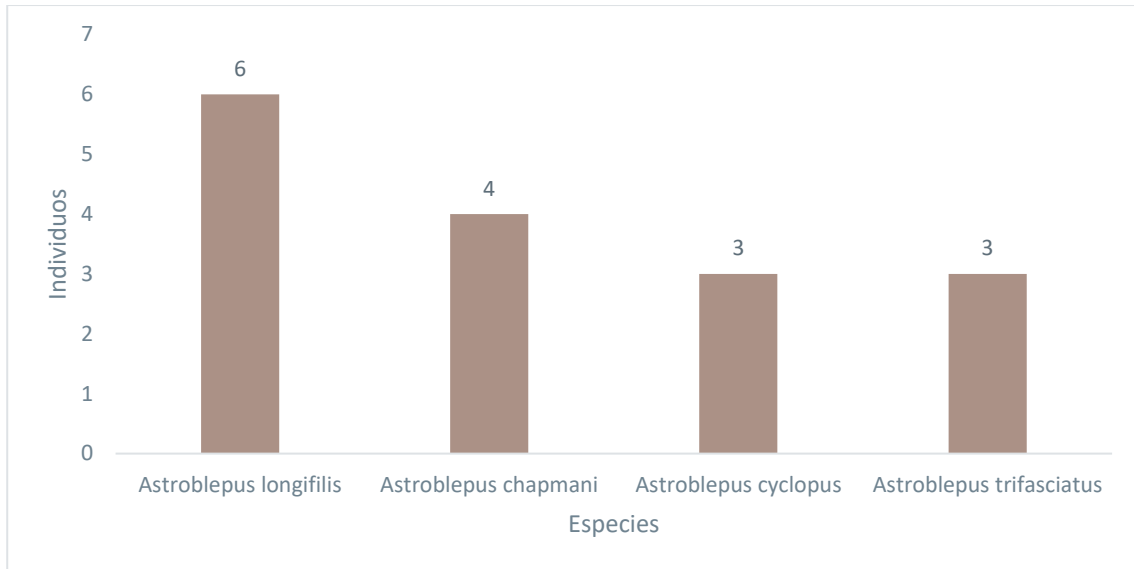


Figura 5-286 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-09

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuenca del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus longifilis*, con 38 % (n = 6; $P_i = 0,38$); *Astroblepus chapmani*, con 25 % (n = 4; $P_i = 0,25$); y *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus trifasciatus*, con 19 % (n = 3; $P_i = 0,19$) cada una.

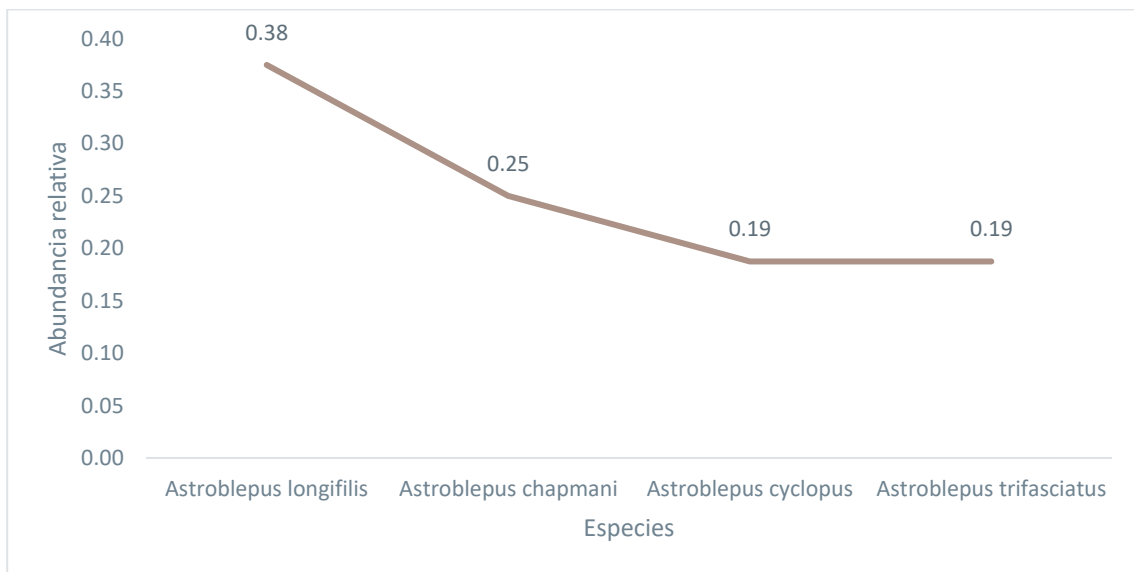


Figura 5-287 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-09

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 1,342; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,726, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,968 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-230 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-09

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,7266
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,342
Índice de Equidad (J') =	0,9681

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-IF-10

Riqueza

Para este punto de muestreo se registraron 11 individuos pertenecientes tres especies, un género, una familia y un orden.

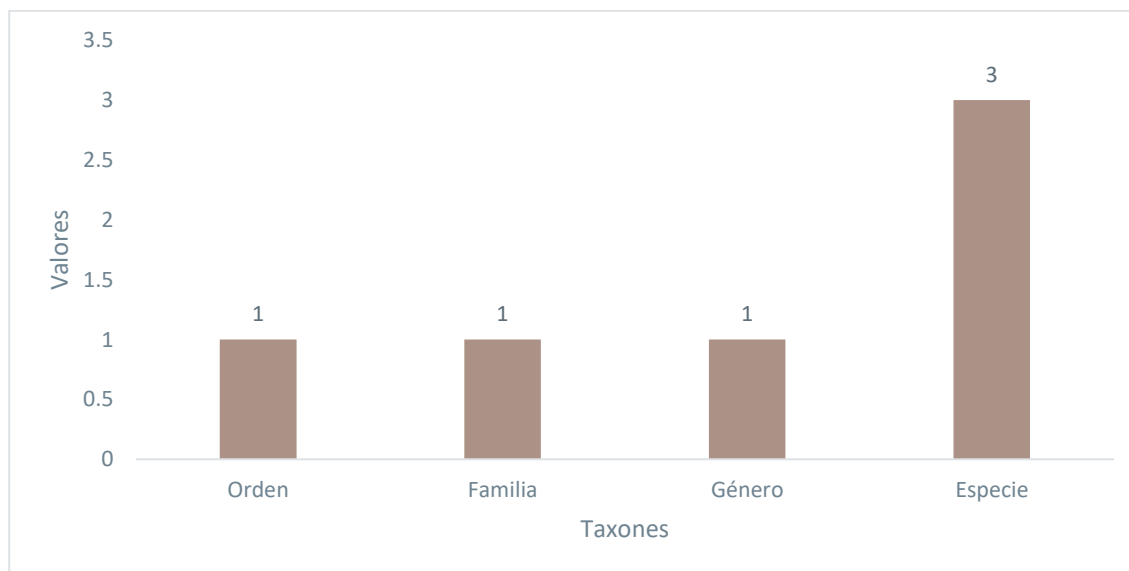


Figura 5-288 Riqueza de Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-10

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Se registró un solo orden en este punto, donde Siluriformes es representado por la familia Astroblepidae con su único género (*Astroblepus*) y las tres especies que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5-231 Ictiofauna Registrada en el Punto DOMO-IF-10

Orden	Familia	Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus trifasciatus</i>
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus longifilis</i>

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

Se registró un total de 11 individuos, donde la especie más abundante fue *Astroblepus cyclopus*, con seis individuos; *Astroblepus trifasciatus*, con cuatro individuos; y *Astroblepus longifilis*, con una abundancia de un individuo.

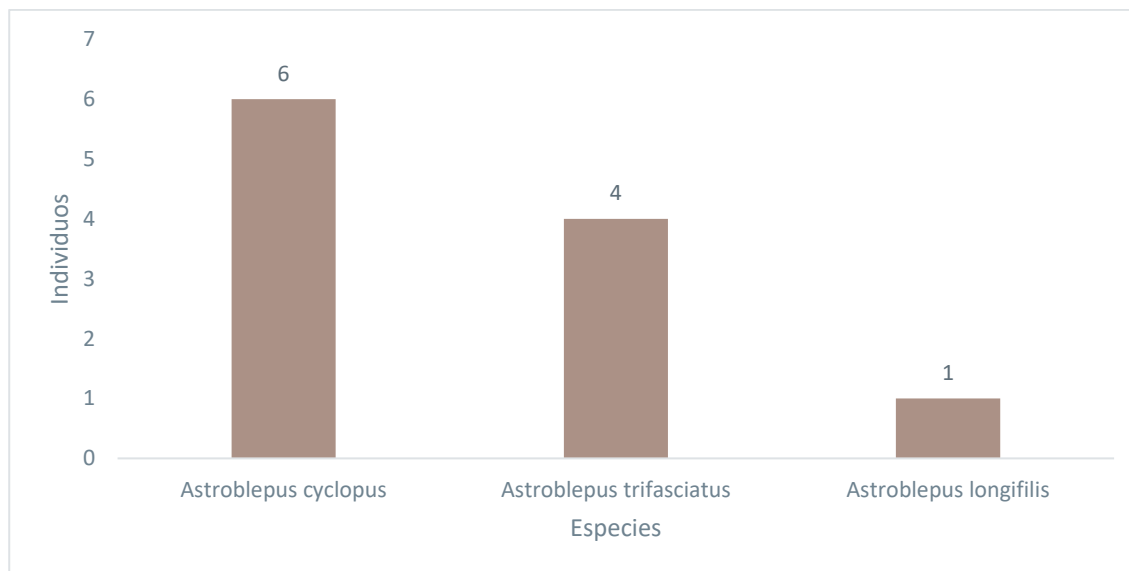


Figura 5-289 Abundancia Absoluta de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-10

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

El resultado de abundancia relativa calculada en la microcuencia del área del proyecto determinó que la familia Astroblepidae ocupa el 100 % del total de las especies: *Astroblepus cyclopus* representa 55 % (n = 6; $P_i = 0,55$); *Astroblepus trifasciatus*, 36 % (n = 4; $P_i = 0,36$); y *Astroblepus logifilis*, con 9 % (n = 1; $P_i = 0,09$).

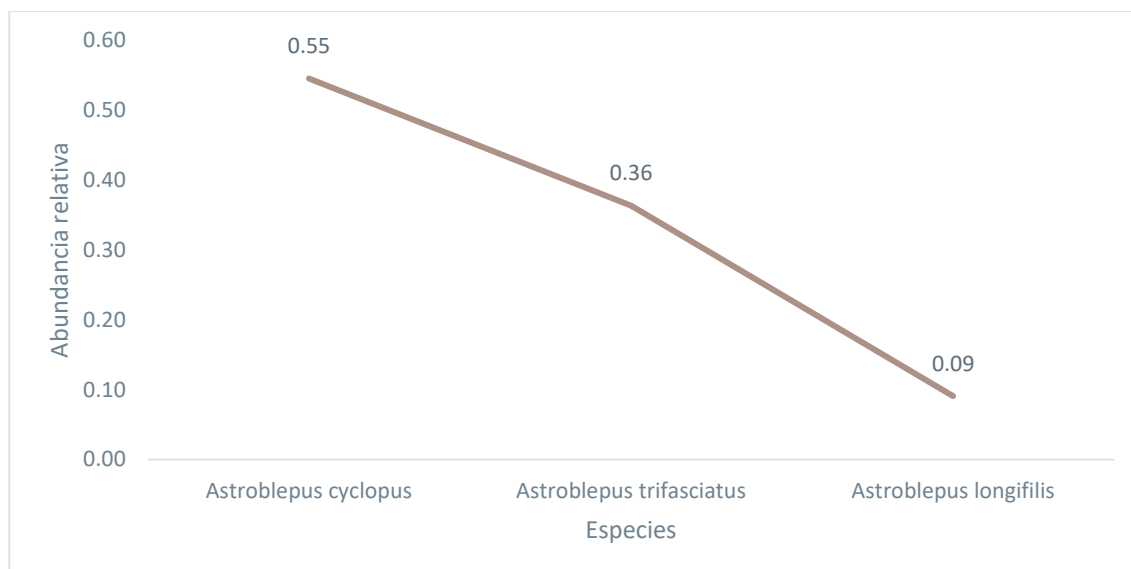


Figura 5-290 Curva de Abundancia-Diversidad de la Ictiofauna Evaluada en el Punto DOMO-IF-10

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

Según el valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis para la microcuenca, el resultado fue de 0,9165; la diversidad en promedio es baja pues se encuentra dentro del rango 0 a 1,5 (Magurran, 1989), lo que permitiría concluir que el ecosistema se encuentra alterado. Mientras que para el Índice de Simpson el valor obtenido fue de 0,562, lo que denota una alta dominancia de una especie registrada en este cuerpo de agua. El valor de la Equitatividad J' que fue de 0,834 indica que la comunidad íctica presente en este ecosistema acuático muestra una distribución uniforme determinando un desequilibrio de las poblaciones ícticas de este punto.

Tabla 5-232 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-IF-10

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,562
Índice de Shannon Wiener (H') =	0,9165
Índice de Equidad (J') =	0,8342

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Aspectos Ecológicos

Gremio Trófico

La preferencia alimenticia de las especies registradas presenta una amplia gama de recursos utilizados y apetecidos de acuerdo con el hábitat donde se desarrolla la ecomorfología de cada especie, así como requerimientos energéticos exclusivos de cada una (Granado, 2002; Maldonado-Ocampo y otros, 2005).

En relación con la composición trófica, de las cinco especies de peces registradas en el área de estudio todas corresponden a los gremios de los peces insectívoros, con 100 %.

Se parte de la premisa que todo alimento en casi la totalidad de las especies se toma por la boca. Lo que se observa que ha comido (análisis de contenido estomacal) depende de la estacionalidad de los recursos y su rapidez de digestión (Granado L. , 2002), y en este caso particular se puede clasificar de la siguiente manera:

Insectívoros: consumen insectos de origen autóctono (macroinvertebrados acuáticos) tanto como alóctono (insectos terrestres) proporcionados principalmente por la vegetación ribereña. Dentro de este grupo generalmente constan especies de los carácidos que usualmente presentan preferencia por coleópteros, himenópteros, hemípteros, crisomélidos, dermópteros, dípteros, entre otros, como es el caso de ciertas especies del género *Brycon* (Galvis y otros, 2006).

En este caso particular, el género *Astroblepus* representa la mayor proporción de los peces que presentan hábitos insectívoros, debido a que estas especies se alimentan de insectos y macroinvertebrados acuáticos que se encuentran disponibles en el medio acuático, preferentemente bentónicos. Esto es un buen indicador, pues revela el buen estado de conservación del cuerpo de agua para el desarrollo de este género **Fuente especificada no válida..**

Estado de Conservación

De acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2021), cuatro especies constan en la categoría Preocupación menor (LC) y una especie en categoría No evaluada NE.

Las cinco especies son No evaluadas NE en los apéndices del Convenio Internacional para el Tráfico Ilegal de Especies (CITES, Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna, 2014). También se los analizó con la lista roja de peces del Ecuador y no se los registró en ninguna categoría.

Tabla 5-233 Especies Registradas en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Nombre Científico	Nombre Común	UICN (2021)	CITES 2021	Lista Roja (2019)
<i>Astroblepus trifasciatus</i>	Bagre	(LC) Preocupación menor	(NE) No evaluado	N/A
<i>Astroblepus cyclopus</i>	Bagre	(LC) Preocupación menor	(NE) No evaluado	N/A
<i>Astroblepus chapmani</i>	Bagre	(LC) Preocupación menor	(NE) No evaluado	N/A
<i>Astroblepus longifilis</i>	Bagre	(LC) Preocupación menor	(NE) No evaluado	N/A
<i>Pseudopoecilia festae</i>	Guppy	(NE) No evaluado	(NE) No evaluado	N/A
UICN: EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; LC = Preocupación Menor; DD = Datos Deficientes; NE = No Evaluado				

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Uso del Recurso

En cuanto al recurso, el agua es utilizada como fuente de hidratación del ganado de varios propietarios de la zona para regadío de los cultivos de maíz, naranjilla, plátano, guayaba, guanábana entre otras; asimismo, se la utiliza para circulación constante en piscinas. Uno de los usos que podría estar causando alteraciones dentro de los cuerpos de agua es el lavado de cabuya, que se lo realiza en la mayoría de los ríos de la zona. Sin embargo, no se registra uso alguno para las especies ícticas registradas en la zona.

Comparación con Estudios Anteriores

Dentro del análisis comparativo de los monitoreos bióticos del componente de ictiofauna se ha considerado importante mencionar los monitoreos realizados en noviembre 2019, noviembre 2020 y marzo 2021, donde se especifica la diversidad y abundancia registrada en 20 puntos evaluados; sin embargo, es muy importante mencionar que este análisis se realiza únicamente a nivel de riqueza dado que el número de puntos muestreados y la metodología empleada en dichos monitoreos difieren en la ubicación, metodología y número de puntos trabajados durante la campaña de septiembre 2021.

Para el efecto, durante los tres primeros muestreos donde se trabajó con el método de electro-pesca en 20 puntos efectivos se evidenció la presencia de 26 especies y 1433 individuos (noviembre 2019); 27 especies y 1402 individuos (noviembre 2020) y 21 especies con 568 individuos (marzo, 2021); a diferencia del muestreo realizado durante septiembre de 2021, donde con el uso de redes de mano y red arrastre se obtuvo un total de cinco especies identificadas y 237 individuos capturados en 15 puntos efectivos.

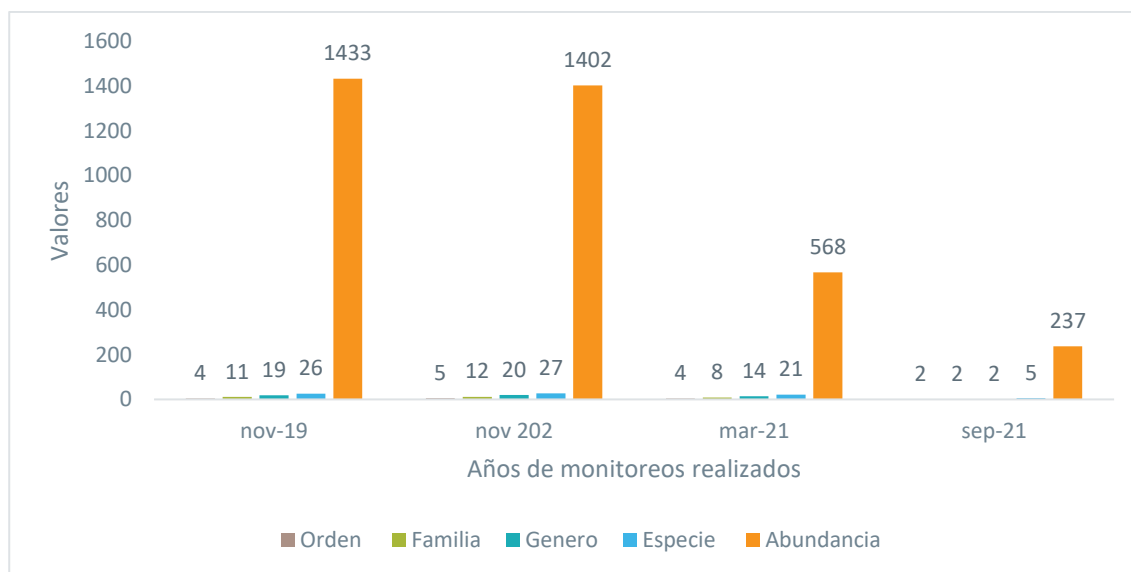


Figura 5-291 Riquezas y Abundancias Registradas en los Monitoreos Realizados en el Área del Proyecto El Domo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Discusión

El mayor número de especies encontradas en el área de estudio pertenece al género *Astroblepus* (cuatro de cinco), el cual es endémico de la región andina y está representado por aproximadamente 81 especies válidas que habitan ríos de alta montaña desde Panamá hasta Bolivia (Eschmeyer & Fong, 2017). Dentro del Ecuador se han registrado 24 especies (Barriga R., 2012) que se caracterizan por estar presentes en cuerpos de agua de estribaciones andinas alrededor de los 500 y 2100 m de altitud (Rivadeneira & Anderson, 2010). El género *Astroblepus* habita exclusivamente en los ríos de los Andes y tiene un conjunto de adaptaciones morfológicas que le permite escalar superficies rocosas verticales (Andrade-López, 2019), es por estos particulares que se debe realizar constantes monitoreos que permitan llevar un registro del comportamiento de la especie mediante la obtención cuantificable de su composición y abundancia dentro del área de estudio. La presencia del género *Astroblepus* revela que los cuerpos de agua se encuentran en buenas condiciones, ya que son de gran sensibilidad, además de ser considerados bioindicadores debido a que requieren de aguas limpias y altamente oxigenadas para su desarrollo (Briñez-Vásquez, 2004). Su taxonomía todavía mantiene inestable a este grupo a nivel de especie y en términos de diversidad, ya que sus características morfológicas se solapan mucho entre especies. El alto

endemismo que este grupo presenta es también comprensible por sus características comportamentales y de hábitat, aunque es posible que con estudios en profundidad se encuentre un alto grado de sinonimia, haciendo muy necesarios estudios de tipo genético (Torres Noboa y otros, 2015). El género *Astroblepus* presenta una diversificación algo particular, por lo que la determinación taxonómica de las especies conlleva grandes dificultades, debido a la variabilidad de criterios que poseen los especialistas en establecer características propias de cada especie para poder diferenciarlas de las demás (Tufiño P. B., 2013).

5.2.5.3.2 Macroinvertebrados Acuáticos

A continuación, se muestran los resultados del componente hallados durante la fase de campo levanta para el presente estudio y cuyos respaldos se presentan en la sección Anexos se pueden revisar: Anexo C. Respaldos LB, C.2 Componente Biótico, C.2.2 Tablas Bióticas, C.2.3 Hojas de Campo; F. Registro Fotográfico, F.2 Biótico.

Análisis General

Riqueza

El área de estudio registró 1938 individuos agrupados en cinco phylum, siete clases, 17 órdenes, 49 familias y 83 morfoespecies.

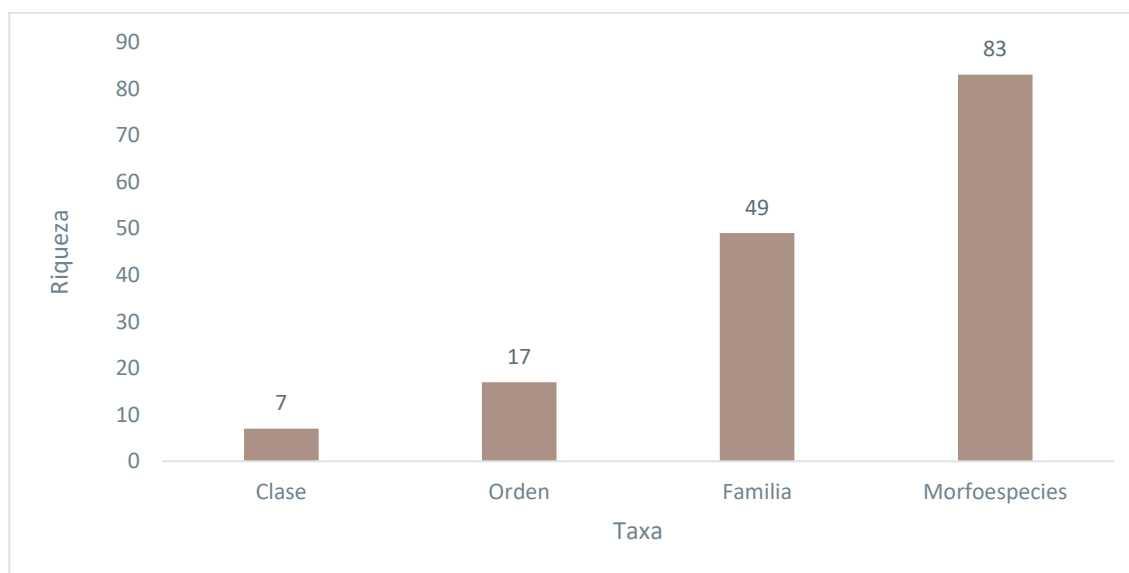


Figura 5-292 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Influencia del Proyecto Curipamba

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

La Figura 5-293 muestra la riqueza de morfoespecies en cada uno de los puntos de muestreo, así: DOMO-MB-13 contó con la mayor cantidad de morfoespecies (47); seguido del punto DOMO-MB-11, con 37 morfoespecies; en tercer lugar, el punto DOMO-MB-10, con 34 morfoespecies; mientras que los puntos con menor riqueza fueron DOMO-MB-03 y DOMO-MB-07, ambos con 12; y DOMO-MB-09, con solo nueve morfoespecies.

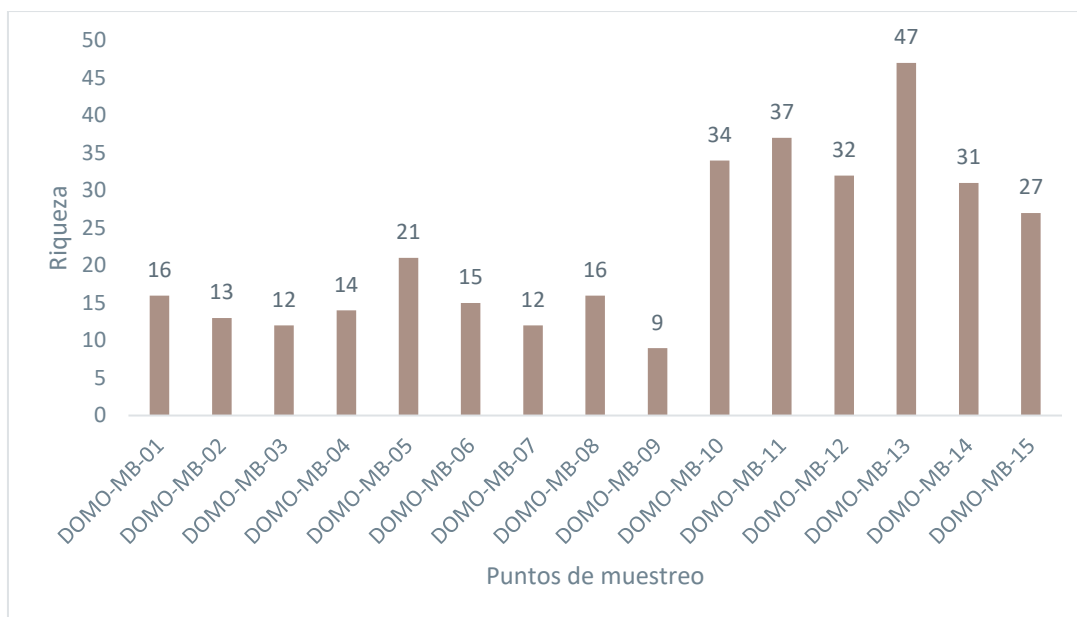


Figura 5-293 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos por Punto de Muestreo

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Tabla 5-234 Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el área de influencia del Proyecto Curipamba

Orden	Familia	Morfoespecie
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.
Blattodea	Blaberidae	<i>Blaberidae</i> mfe. 1
		<i>Epilamprinae</i> sp.
	Blattellidae	<i>Blattidae</i> mfe. 1
Coleoptera	Dryopidae	<i>Helichus</i> sp.
	Dytiscidae	<i>Copelatinae</i> sp. 1
		<i>Copelatus</i> sp.
	Elmidae	<i>Austrolimnius</i> sp. 1
		<i>Cylloepus</i> sp.
		<i>Disersus</i> sp.
		<i>Heterelmis</i> sp.
		<i>Hexachorus</i> sp.
		<i>Macrelmis</i> sp.
		<i>Neocylloepus</i> sp.
		<i>Neoelmis</i> sp.
		<i>Notelmis</i>
		<i>Pharceonus</i> sp.
<i>Pseudodisersus</i> sp.		

Orden	Familia	Morfoespecie
	Lampyridae	cf. <i>Psilocladus</i> sp.
	Lutrochidae	<i>Lutrochus</i> sp.
	Psephenopsidae	<i>Psephenops</i> sp.
	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.
	Scirtidae	<i>Elodes</i> sp.
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Hypolobocera aequatorialis</i>
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.
		<i>Palpomyia</i> sp. 1
	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.
		<i>Orthoclaadiinae</i> mfe. 1
		<i>Tanypodinae</i> mfe. 1
		<i>Tanytarsinii</i> mfe. 1
	Limoniidae	<i>Hexatoma</i> sp.
<i>Molophilus</i> sp.		
Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	
Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i> sp.
		<i>Baetis</i> sp.
		<i>Baetodes</i> sp.
		<i>Mayobaetis</i> sp.
	Euthyplociidae	<i>Euthyplocia</i> sp.
	Leptohyphidae	<i>Haplohyphes</i> sp.
		<i>Leptohyphes</i> sp.
		<i>Traveryphe</i> sp.
	Leptophlebiidae	<i>Ecuaphlebia</i> sp. 1
		<i>Farrodes</i> sp.
		<i>Terpides</i> sp. 1
<i>Traulodes</i> sp.		
Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i> sp.	
Gordioidea	Gordiidae	<i>Gordiidae</i> sp.
Haplotaxida	Glossoscolecidae	<i>Glossoscolecidae</i> mfe. 1
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus</i> sp.
Hemiptera	Gelastocoridae	<i>Nerthra</i> sp.
	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.
		<i>Limnocoris</i> sp.
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp. 1
<i>Rhagovelia</i> sp. 2		

Orden	Familia	Morfoespecie
Lepidoptera	Crambidae	cf. <i>Paraponyx</i> sp.
Littorinimorpha	Hydrobiidae	<i>Hydrobiidae</i> sp.
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.
Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp.
	Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp.
	Gomphidae	<i>Ephigomphus</i> sp.
		<i>Phyllogomphoides</i> sp.
	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.
		<i>Perithemis</i> sp.
	Megapodagrionidae	<i>Teinopodagrion</i> sp.
Platystictidae	<i>Palaemnema</i> sp.	
Polythoridae	<i>Polythoridae</i> mfe. 1	
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.
	Glossosomatidae	<i>Glossosomatidae</i> mfe. 1
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.
		<i>Smicridea</i> sp.
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.
		<i>Oecetis</i> sp.
		<i>Triplectides</i> sp.
	Odontoceridae	<i>Baryphentus</i> sp. 1
		<i>Marilia</i> sp.
Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	
Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	
Triclantida	Dugesiidae	<i>Girardia</i> sp.
Trombidiformes	Limnocharidae	<i>Rhyncholimnochaes</i> sp.

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

El área de estudio en general registró 1938 individuos, de los cuales los puntos con mayor cantidad de individuos fueron DOMO-MB-11, con 422 y DOMO-MB-13, con 262 individuos. En contraposición, los puntos con baja abundancia fueron DOMO-MB-03 y DOMO-MB-09, con 25 individuos, mientras que DOMO-MB-04, registró solo tres individuos (Figura 5-294).

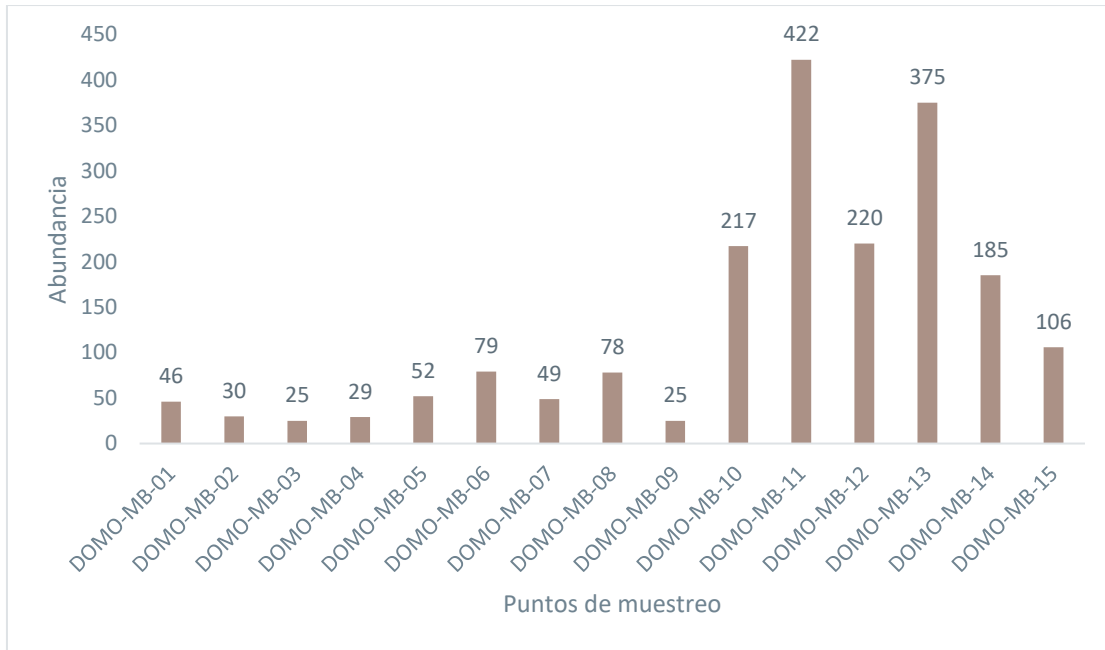


Figura 5-294 Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-295 muestra la dominancia-diversidad de los macroinvertebrados bentónicos colectados en el área de estudio, indicando que *Farrodes* sp. (8,8 %), *Nectopsyche* sp. (8,7 %), *Leptonema* sp. (8,4 %), *Heterelmis* sp. (5 %) y *Phylloicus* sp. (4,8 %) fueron consideradas las morfoespecies más dominantes.

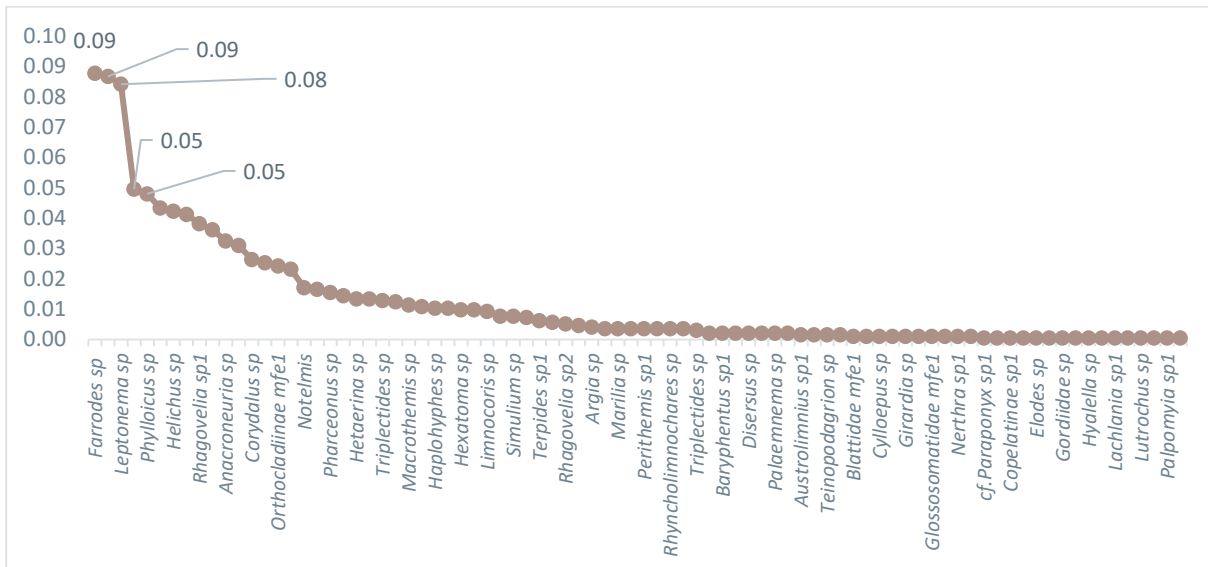


Figura 5-295 Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis general de todos los cuerpos de agua de la zona de influencia del proyecto Curipamba – El Domo fue de 2,53, lo cual muestra una diversidad media. El valor de la Equitatividad J' en los puntos de muestreo fue de 0,85, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en estos cuerpos de agua se halla uniformemente distribuida en un 85 %, como se evidencia en la Tabla 5-235.

Tabla 5-235 Índices de Diversidad Aplicados en los Cuerpos de Agua del Proyecto Minero Curipamba - El Domo

Índice	TOTAL
Índice de Simpson (D)	0,87
Índice de Shannon Wiener (H') =	2,53
Índice de Equidad (J') =	0,85

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El equilibrio de las comunidades se mantiene en casi todos los cuerpos de agua, a excepción del punto DOMO-MB-07 que como lo muestran la diversidad de Simpson y los respectivos intervalos de confianza es el único valor diferente dentro de los rangos encontrados en el resto de los puntos. En la diversidad de Shannon también se mantiene relativamente el equilibrio, excepto en el mismo punto descrito anteriormente (DOMO-MB-07), que es el que presentó la más baja diversidad. Mientras tanto, los puntos con alta diversidad fueron DOMO-MB-10, DOMO-MB-11, DOMO-MB-12 y DOMO-MB-13.

Índice de Similitud de Jaccard

Para determinar la similitud de especies se tomó en cuenta 15 cuerpos de agua pertenecientes a la zona de influencia del proyecto Curipamba. La Tabla 5-236 permite observar los valores de similitud entre los puntos de muestreo.

Tabla 5-236 Matriz de Similitud de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de influencia del Proyecto Curipamba

	DOMO-MB-01	DOMO-MB-02	DOMO-MB-03	DOMO-MB-04	DOMO-MB-05	DOMO-MB-06	DOMO-MB-07	DOMO-MB-08	DOMO-MB-09	DOMO-MB-10	DOMO-MB-11	DOMO-MB-12	DOMO-MB-13	DOMO-MB-14	DOMO-MB-15
DOMO-MB-01	1	0,26	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,23	0,167	0,205	0,194
DOMO-MB-02		1	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,098	0,154	0,158	0,111
DOMO-MB-03			1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,073	0,073	0,075	0,083
DOMO-MB-04				1	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2	0,179	0,196	0,154	0,139
DOMO-MB-05					1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,233	0,283	0,209	0,2
DOMO-MB-06						1	0,4	0,1	0,4	0,3	0,2	0,119	0,192	0,179	0,135
DOMO-MB-07							1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,189	0,157	0,162	0,147
DOMO-MB-08								1	0,2	0,3	0,2	0,231	0,189	0,205	0,194
DOMO-MB-09									1	0,2	0,1	0,139	0,12	0,081	0,125
DOMO-MB-10										1	0,5	0,375	0,558	0,444	0,356
DOMO-MB-11											1	0,437	0,5	0,511	0,362
DOMO-MB-12												1	0,411	0,5	0,513
DOMO-MB-13													1	0,471	0,37
DOMO-MB-14														1	0,45
DOMO-MB-15															1

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Página en blanco

Este índice relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas de cada punto. El índice arrojó como resultado que los puntos con mayor similitud son DOMO-MB-10 y DOMO-MB-13, con el 56 % de especies compartidas; seguidos por los puntos DOMO-MB-12 y DOMO-MB-15, con el 51 %. Mientras tanto, DOMO-MB-03 y DOMO-MB-12 son los puntos de menor similitud (7 %). Estos resultados se observan tanto en la Tabla 5-236 como en el clúster de la siguiente figura.

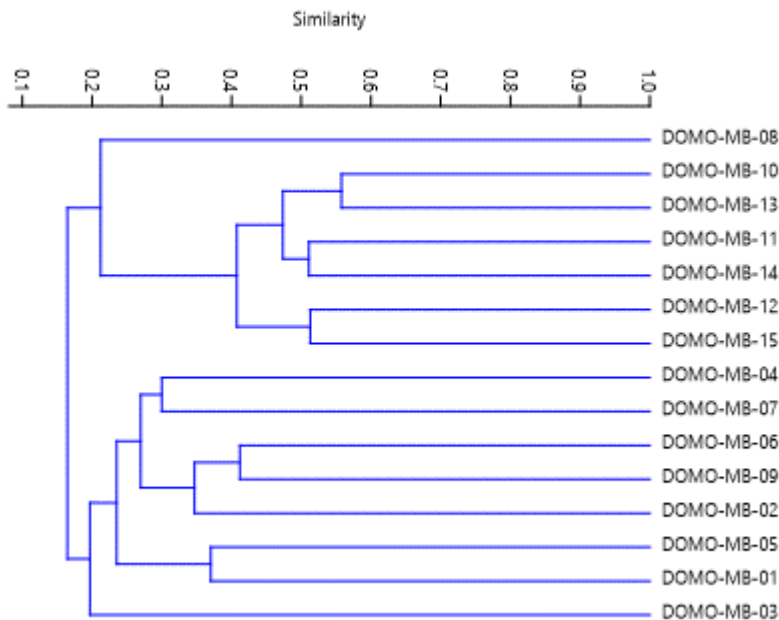


Figura 5-296 Clúster del índice de Similitud de Jaccard

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Curva de Acumulación de Especies e Índice Chao 1

La curva de acumulación de especies se realizó agrupando los datos obtenidos en todos los puntos de muestreo utilizando el número total de morfoespecies encontradas.

La curva muestra que los resultados obtenidos no han alcanzado la asíntota; sin embargo, se evidencia una ligera tendencia a la estabilización, por lo que el número de especies podría asemejarse más al ampliar el tiempo de muestreo. Es fundamental considerar que la riqueza de especies depende en gran medida de la estacionalidad y la estructura de los puntos de muestreo.

El valor obtenido en Chao 1 fue de 94; mientras que en este muestreo se registraron 83 especies, lo que representa un 88,29 % del total de la riqueza de macroinvertebrados que podrían hallarse en la zona de estudio.

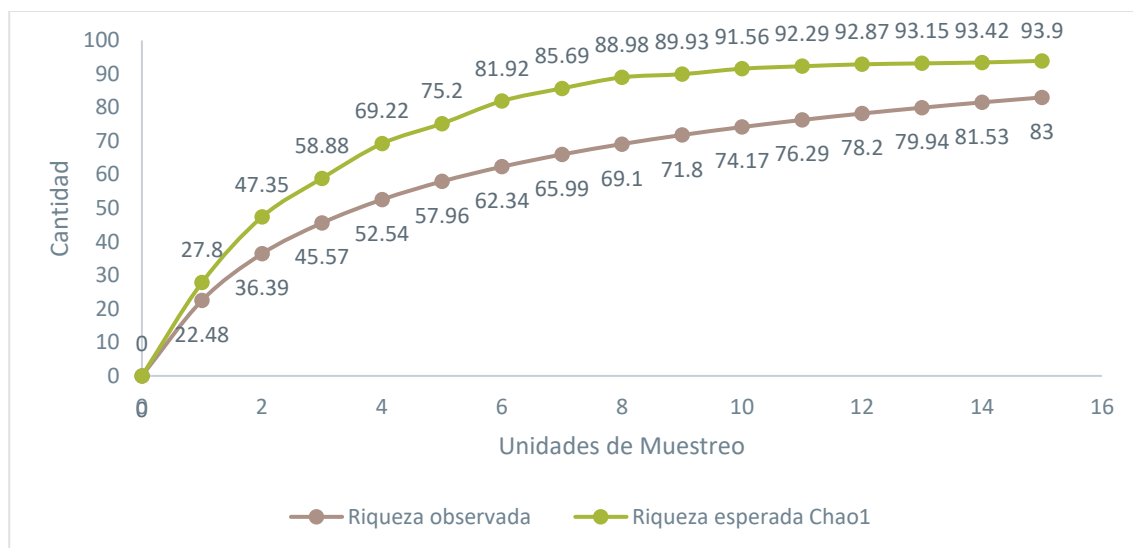


Figura 5-297 Curva de Acumulación de Macroinvertebrados Acuáticos

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índices Ecológicos

Índice EPT

El resultado del índice EPT demuestra que el estado de salud ecológica del ambiente acuático es muy bueno, lo que refleja que las fuentes de agua desde su origen, pasando por esteros, pequeñas quebradas y remansos hasta su confluencia con los ríos grandes, en gran medida no tienen variaciones en su estructura y dinámica. En el tipo de 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. Sin embargo, no hay que dejar de tomar en cuenta a la estacionalidad, que es un factor que determina mucho la abundancia de algunos individuos, lo cual influye directamente en los resultados del cálculo de este índice que es específico de grupos bioindicadores.

Tabla 5-237 Estado de Salud Ecológica de los Cuerpos de Agua (conjunto) de la Zona de Influencia del Proyecto Curipamba

EPT General	
Grupos	
Chironomidae	72
Oligochaeta	3
EPT	1000
EPT+CH+OL	1075
Abundancia total	1938
EPT/EPT+CH+OL	0,93
Calidad de agua %	93,00 %
	Muy Buena

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Mediante la aplicación del índice EPT se observó que todos los puntos de muestreo presentaron una calidad de agua Muy Buena (Tabla 5-238), sugiriendo que los hábitats son óptimos para el desarrollo de organismos sensibles, lo que ayuda a mantener un buen funcionamiento y equilibrio el ecosistema acuático.

Tabla 5-238 Calidad de Agua según el Índice EPT

Sitio	EPT	Calidad
DOMO-MB-01	91,3	Muy buena
DOMO-MB-02	81,8	Muy buena
DOMO-MB-03	92,9	Muy buena
DOMO-MB-04	100	Muy buena
DOMO-MB-05	100	Muy buena
DOMO-MB-06	100	Muy buena
DOMO-MB-07	100	Muy buena
DOMO-MB-08	100	Muy buena
DOMO-MB-09	100	Muy buena
DOMO-MB-10	94,7	Muy buena
DOMO-MB-11	97,8	Muy buena
DOMO-MB-12	83,8	Muy buena
DOMO-MB-13	96,1	Muy buena
DOMO-MB-14	85,8	Muy buena
DOMO-MB-15	93,4	Muy buena

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Índice BMWP/Col

Mediante la aplicación del índice BMWP/Col, de acuerdo con la composición de macroinvertebrados bentónicos de cada punto se determinó que ocho de quince sitios muestreados se ubican en el rango de calidad Muy buena con aguas muy limpias; sin embargo, también se registraron dos puntos (DOMO-MB-06 y DOMO-MB-07) con calidad de agua Buena y aguas limpias; el resto de los puntos fueron clasificados en la categoría Aceptable con aguas ligeramente contaminadas. La presencia de especies de diferentes grados de sensibilidad en los cuerpos de agua ayuda a mantener un equilibrio en la red trófica.

Además, se ubicó a los puntos de monitoreo en sus respectivas clases, descritas en la Tabla 5-239.

Tabla 5-239 Calidad de Agua según el índice BMWP/Col

Sitio	BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado	Color
DOMO-MB-01	123	I	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul
DOMO-MB-02	83	III	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
DOMO-MB-03	68	III	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
DOMO-MB-04	87	III	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
DOMO-MB-05	126	I	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul
DOMO-MB-06	118	II	Buena	Aguas limpias	Azul claro

Sitio	BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado	Color
DOMO-MB-07	101	II	Buena	Aguas limpias	Azul claro
DOMO-MB-08	100	III	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
DOMO-MB-09	71	III	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
DOMO-MB-10	159	I	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul
DOMO-MB-11	189	I	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul
DOMO-MB-12	161	I	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul
DOMO-MB-13	257	I	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul
DOMO-MB-14	159	I	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul
DOMO-MB-15	157	I	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

QBR

Los resultados del índice QBR demuestran que el estado de salud de la zona de ribera de los puntos DOMO-MB-01, DOMO-MB-05, CURRI-JER-08 y DOMO-MB-13 es de calidad muy buena y posee características de estado natural, es decir, es un sitio saludable en términos de cobertura y estructura vegetal, patrón que guarda en algo consistencia con la expresión de los resultados obtenidos en el análisis de la biota acuática que se reflejó en los índices de calidad de agua: Buena/Excelente.

En los puntos DOMO-MB-04, DOMO-MB-06, DOMO-MB-07, DOMO-MB-11, DOMO-MB-14 y DOMO-MB-15 la calidad de ribera se caracterizó por el inicio de alteraciones importantes (calidad intermedia), las características de la cobertura vegetal en este sitio están afectadas principalmente por procesos propios de degradación de la cobertura vegetal. Finalmente, en los puntos DOMO-MB-02, DOMO-MB-03, DOMO-MB-08, DOMO-MB-10 y DOMO-MB12 se muestra una alteración fuerte y calidad mala.

Tabla 5-240 Calidad de Vegetación de Ribera según el Índice QBR por Punto de Muestreo en la Zona de influencia del Proyecto Curipamba

ÍNDICE-QBR	DOMO-MB-01	DOMO-MB-02	DOMO-MB-03	DOMO-MB-04	DOMO-MB-05	DOMO-MB-06	DOMO-MB-07	DOMO-MB-08	DOMO-MB-09	DOMO-MB-10	DOMO-MB-11	DOMO-MB-12	DOMO-MB-13	DOMO-MB-14	DOMO-MB-15
Criterios de Calificación de la Zona Riparia															
Grado de cubierta vegetal	25	5	5	25	25	10	10	5	10	10	5	10	25	5	10
Estructura de la cubierta vegetal	25	5	10	10	25	10	10	5	10	0	10	0	25	10	10
Calidad de la cubierta vegetal	25	5	5	5	25	10	10	5	25	5	20	5	25	20	20
Grado de naturalidad del canal fluvial	25	10	25	25	25	25	25	25	25	10	25	10	25	25	25
Tipo de desnivel de la zona riparia	6	10	2	2	6	6	6	4	6	2	4	2	4	4	4
% de sustrato duro con capacidad para que	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	4	4	0	4	4	4

ÍNDICE-QBR	DOMO-MB-01	DOMO-MB-02	DOMO-MB-03	DOMO-MB-04	DOMO-MB-05	DOMO-MB-06	DOMO-MB-07	DOMO-MB-08	DOMO-MB-09	DOMO-MB-10	DOMO-MB-11	DOMO-MB-12	DOMO-MB-13	DOMO-MB-14	DOMO-MB-15
Criterios de Calificación de la Zona Riparia															
enraíce una masa vegetal permanente															
Total, índice QBR:	105	35	47	67	106	61	60	44	76	31	68	27	108	68	73

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Análisis por Punto de Muestreo

Punto DOMO-MB-01

Riqueza

En el punto DOMO-MB-01 se registró un total de 46 individuos, agrupados en siete órdenes, 16 familias y 16 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-298). Los órdenes con la mayor riqueza de morfoespecies fueron Odonata, con cinco y Trichoptera, con tres. Los órdenes restantes estuvieron representados por una o dos morfoespecies.

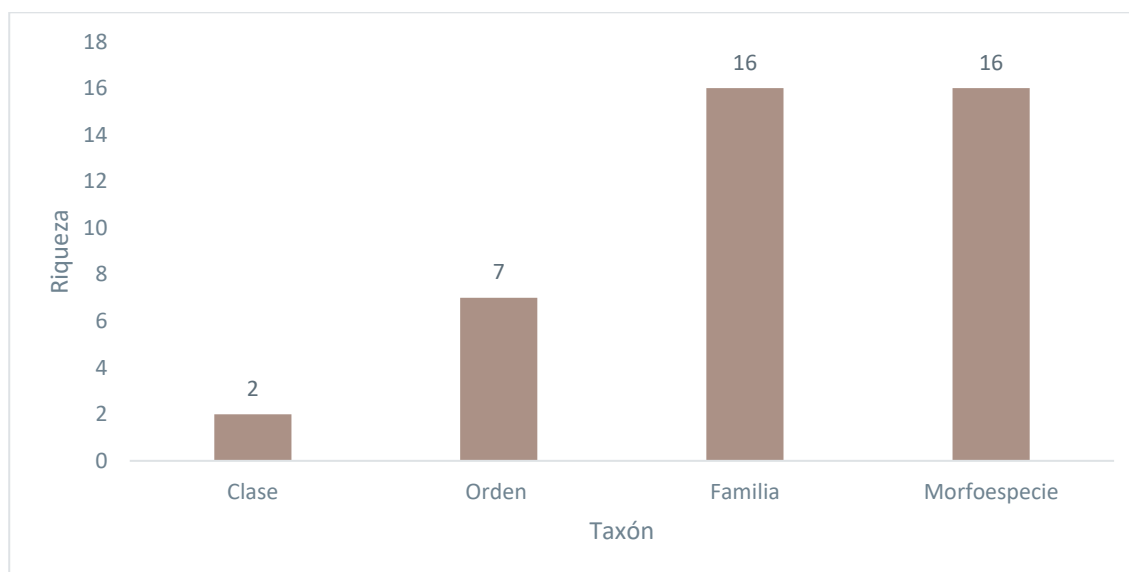


Figura 5-298 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 114 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-01, la morfoespecie *Helichus* sp. registra la mayor abundancia, con 11 individuos; seguida por *Farrodes* sp. y *Leptohyphes* sp., con siete y cinco respectivamente (Figura 5-299). Las demás especies tuvieron valores menores a 5 individuos.

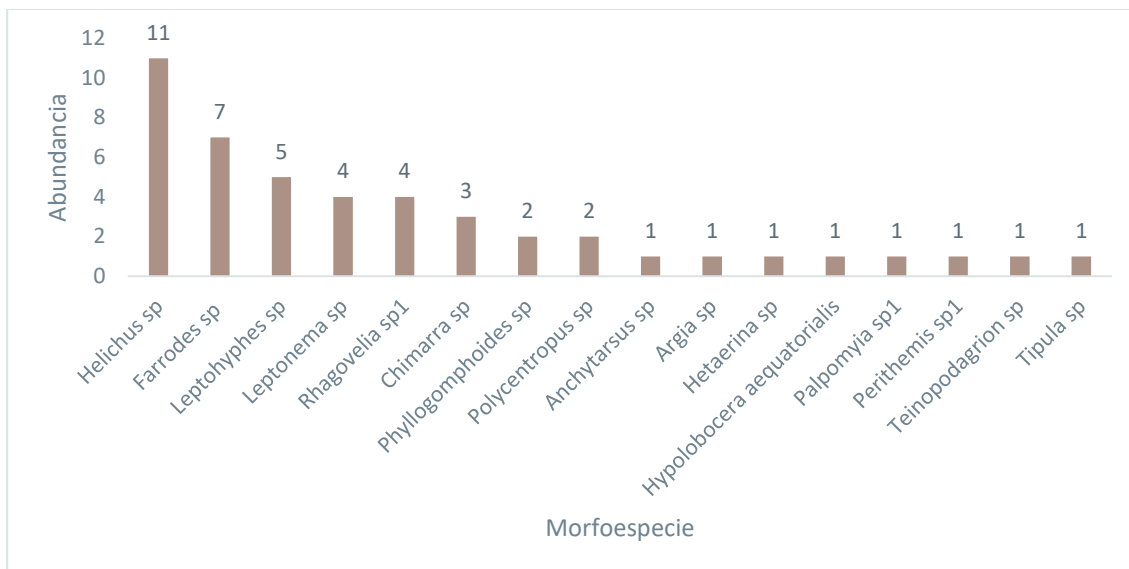


Figura 5-299 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-300 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-01, en donde *Helichus sp.* y *Farrodes sp.* representan el 25 % y 15 % cada una consideradas como las morfoespecies más dominantes, mientras que las restantes morfoespecies (60 %) fueron consideradas como menos dominantes.

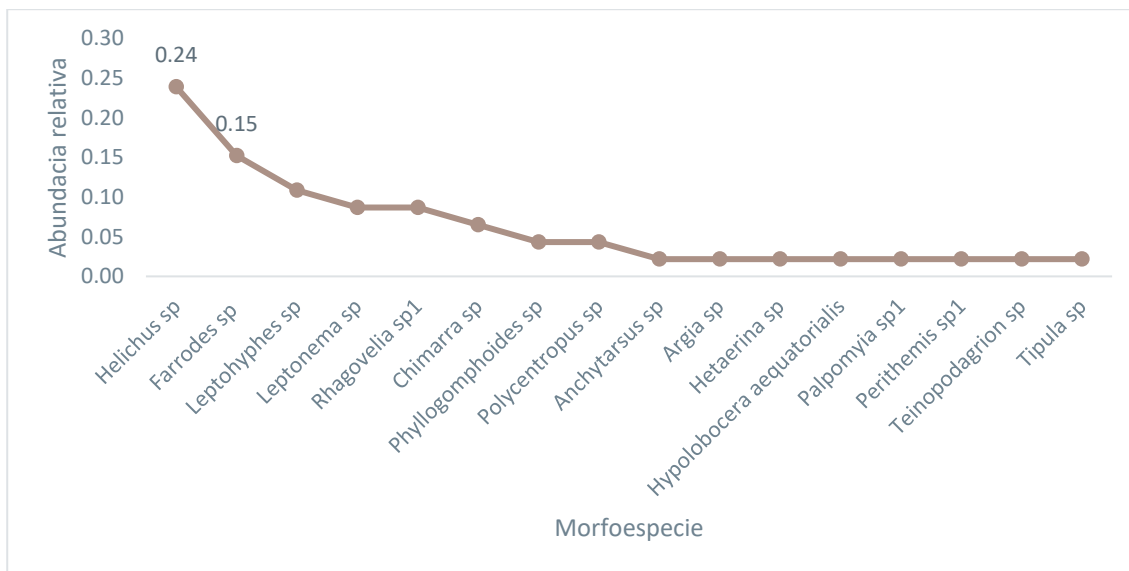


Figura 5-300 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-01

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-01 fue de 2,41, lo que indica que la diversidad promedio es media comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,87, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 87 % que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-241).

Tabla 5-241 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-01

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,88
Índice de Shannon Wiener (H') =	2,41
Índice de Equidad (J') =	0,87

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-02

Riqueza

En el punto DOMO-MB-02 se registró un total de 30 individuos, agrupados en ocho órdenes, 11 familias y 13 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-301). Todos los órdenes poseen la misma riqueza, dos morfoespecies en cada uno.

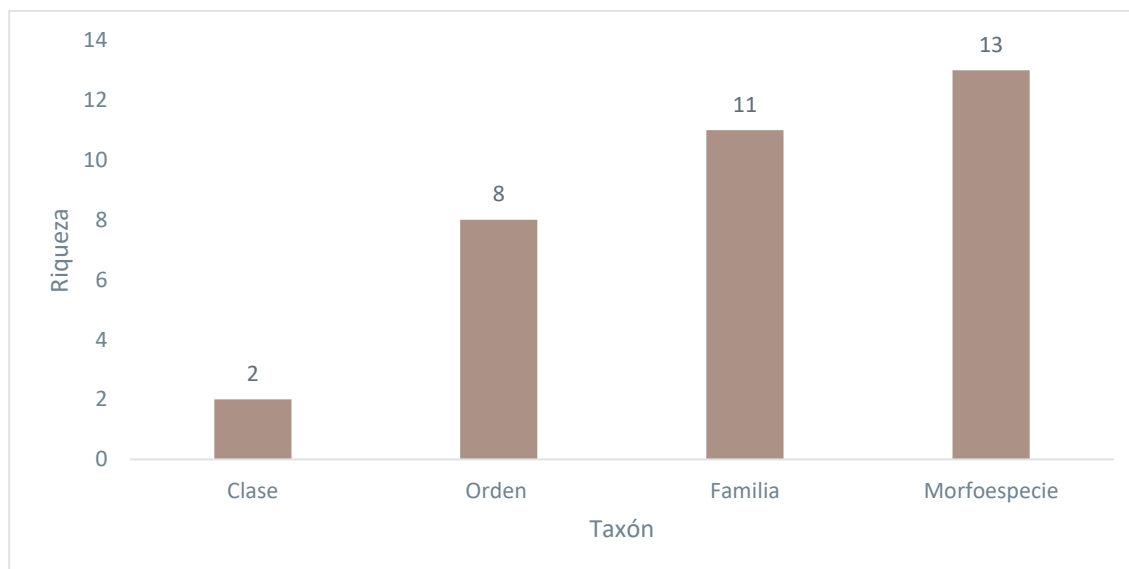


Figura 5-301 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 30 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-02, la morfoespecie *Macrelmis* sp. registra la mayor abundancia, con siete individuos; seguida por *Leptonema* sp. y *Cryphocricos* sp., con cinco y cuatro respectivamente (Figura 5-302). Las morfoespecies restantes registraron dos y un individuo.

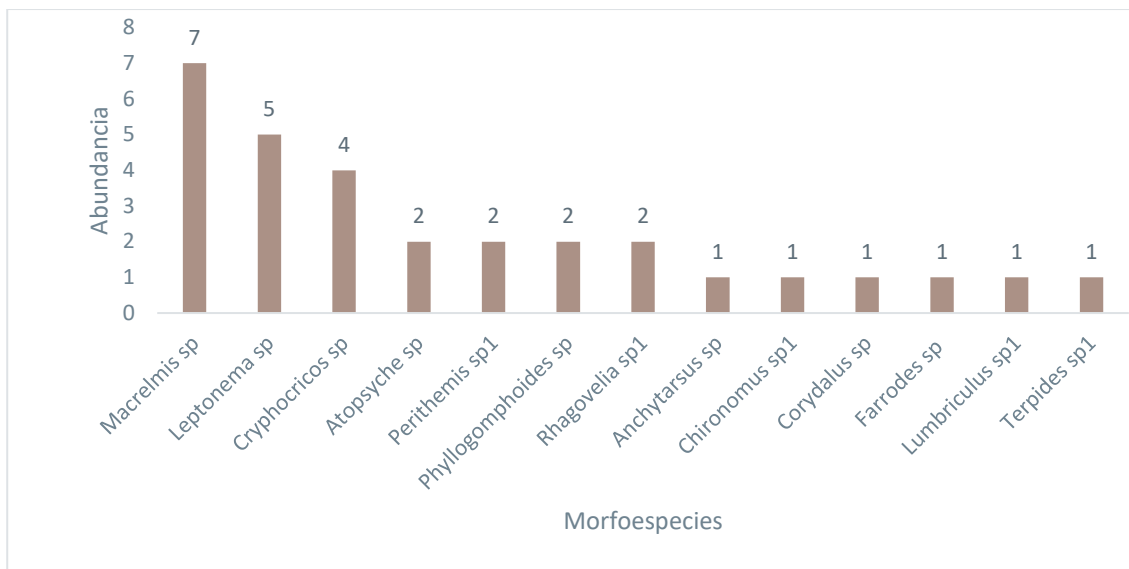


Figura 5-302 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-303 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-02, en donde *Macrelmis sp.* y *Leptonema sp.* representan el 23 % y 17 % respectivamente consideradas como las morfoespecies más dominantes, mientras que las restantes morfoespecies (60 %) fueron consideradas como menos dominantes.

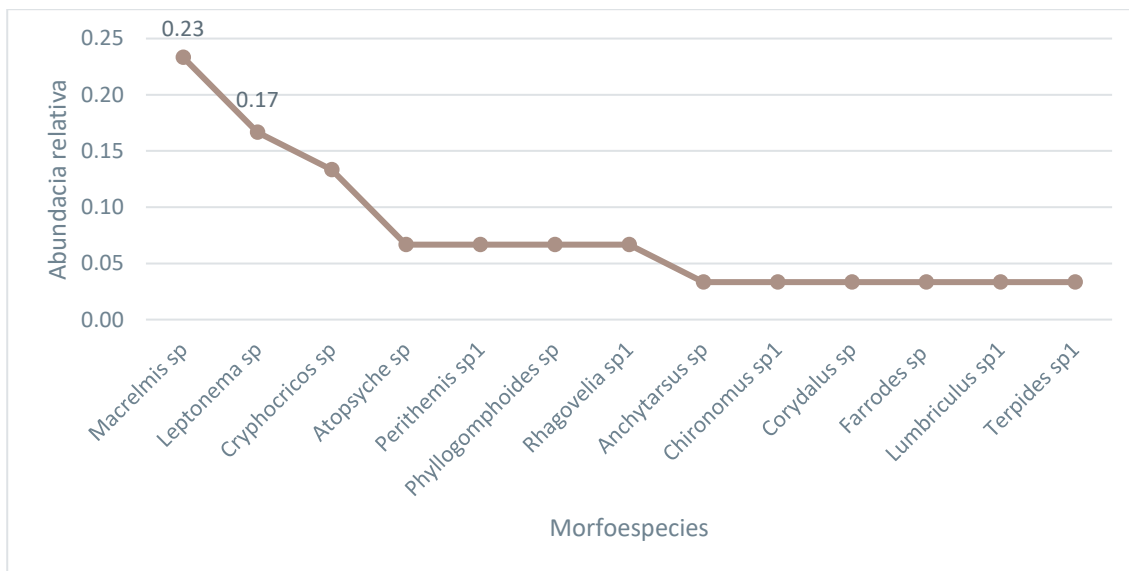


Figura 5-303 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-02

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-02 fue de 2,31, lo que indica que la diversidad promedio es media comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,90, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 90 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-242).

Tabla 5-242 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-02

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,88
Índice de Shannon Wiener (H') =	2,31
Índice de Equidad (J') =	0,9

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-03

Riqueza

En el punto DOMO-MB-03 se registró un total de 25 individuos, agrupados en siete órdenes, 10 familias y 12 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-304). El orden con mayor riqueza de morfoespecies fue Coleoptera, con tres, los órdenes restantes estuvieron representados por una o dos morfoespecies.

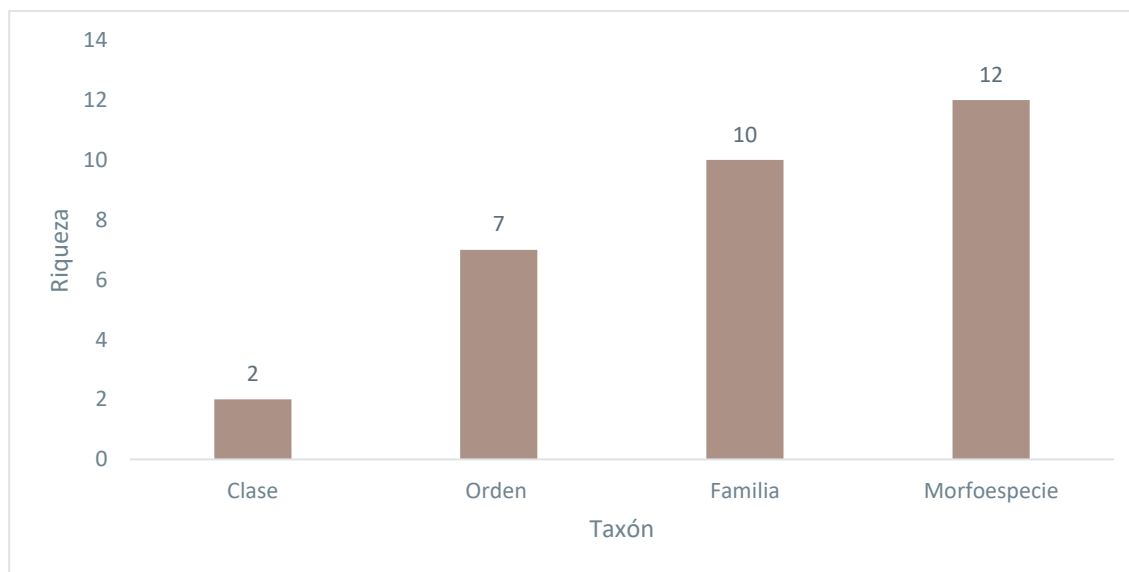


Figura 5-304 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-03

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 25 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-03, la morfoespecie *Leptonema* sp. registra la mayor abundancia, con ocho individuos; seguida por *Macrelmis* sp., con cuatro (Figura 5-305). Las morfoespecies restantes registraron solo dos y un individuo.

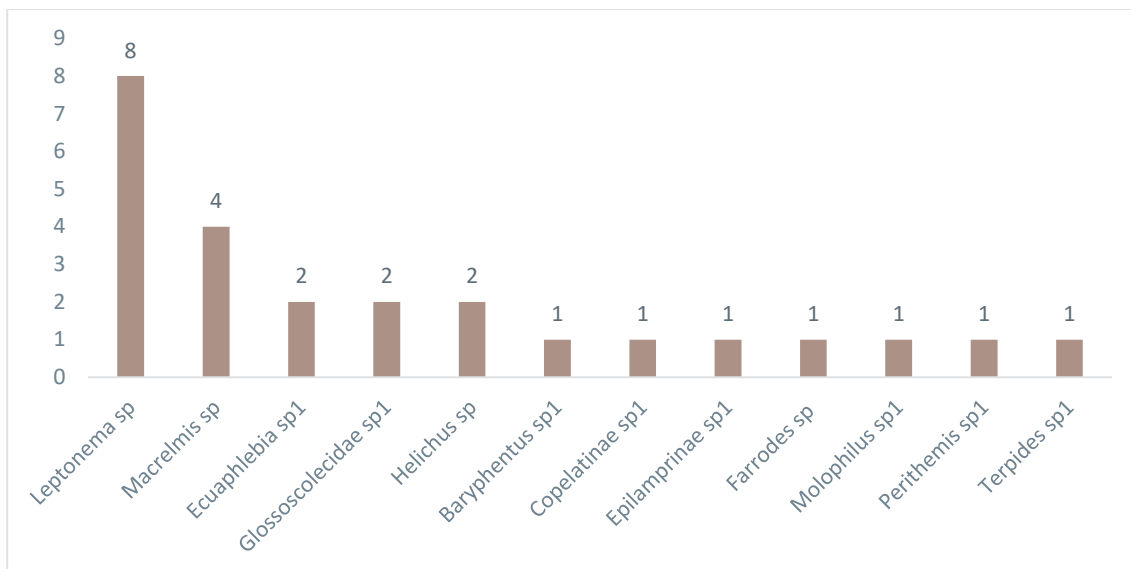


Figura 5-305 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-03

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-306 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-03, en donde *Leptonema* sp. representa el 32 %, considerada como la morfoespecie más dominante, mientras que las restantes morfoespecies (68 %) fueron consideradas como menos dominantes.

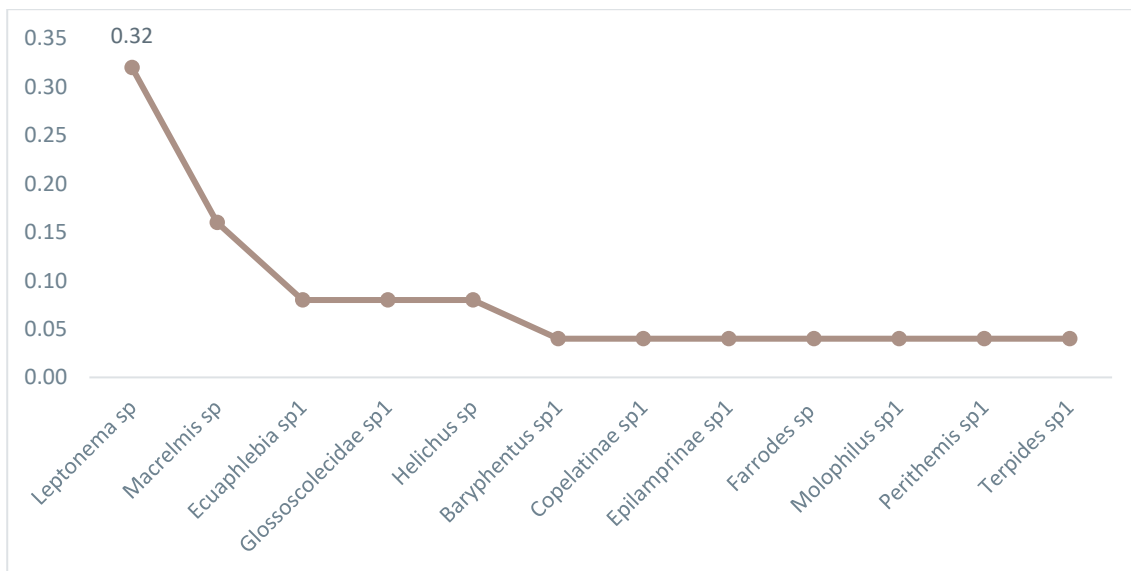


Figura 5-306 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-03

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-03 fue de 2,17, lo que indica que la diversidad promedio es media comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,87, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 87 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades

Tabla 5-243 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-03

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,84
Índice de Shannon Wiener (H') =	2,17
Índice de Equidad (J') =	0,87

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-04

Riqueza

En el punto DOMO-MB-04 se registró un total de 29 individuos, agrupados en ocho órdenes, 13 familias y 14 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-307). El orden con la mayor riqueza de morfoespecies fue Trichoptera, con tres, mientras que los órdenes restantes estuvieron representados por una o dos morfoespecies.

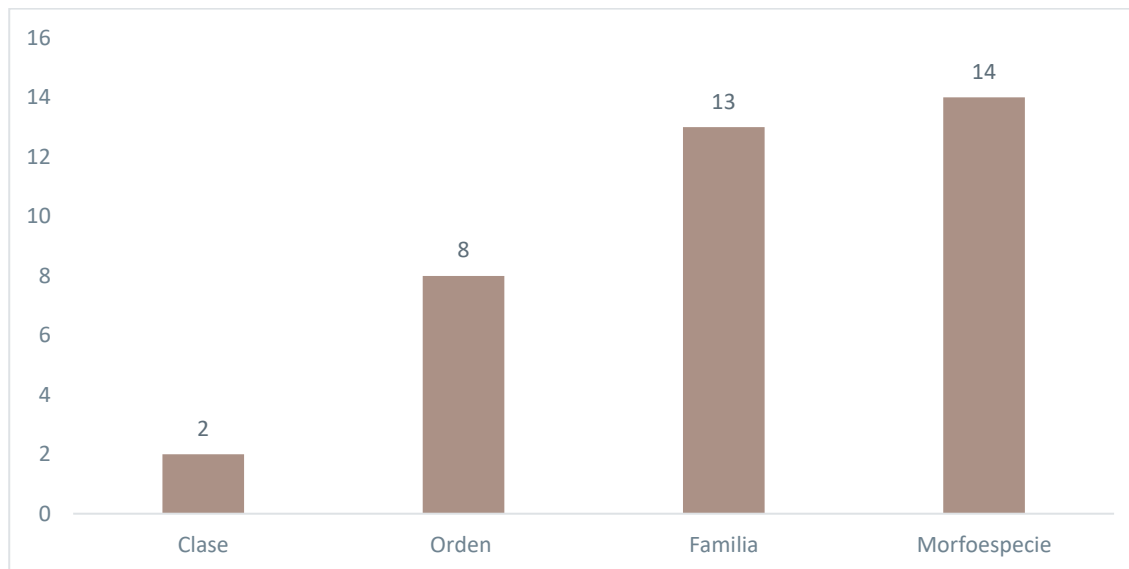


Figura 5-307 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-04

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 29 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-04, la morfoespecie *Chimarra* sp. registra la mayor abundancia, con cuatro individuos (Figura 5-308). Las morfoespecies restantes registraron entre tres, dos y un individuo.

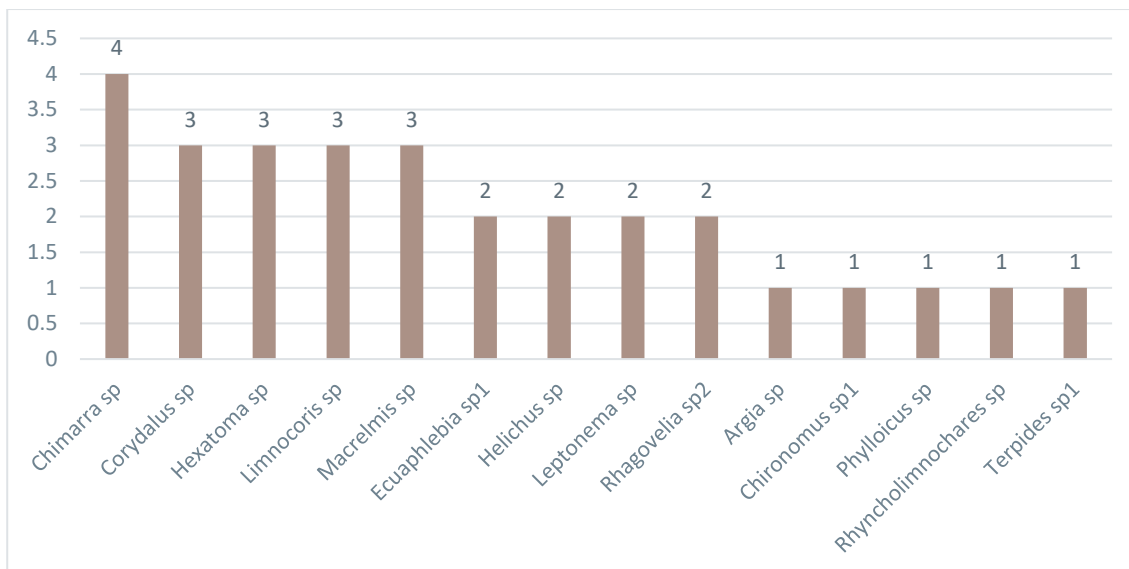


Figura 5-308 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-04

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-309 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-04, en donde *Chimarra* sp. representa el 14 %, considerada como la morfoespecie más dominante; sin embargo, el resto de las morfoespecies poseen valores muy cercanos, completando entre ellos el 86 %.

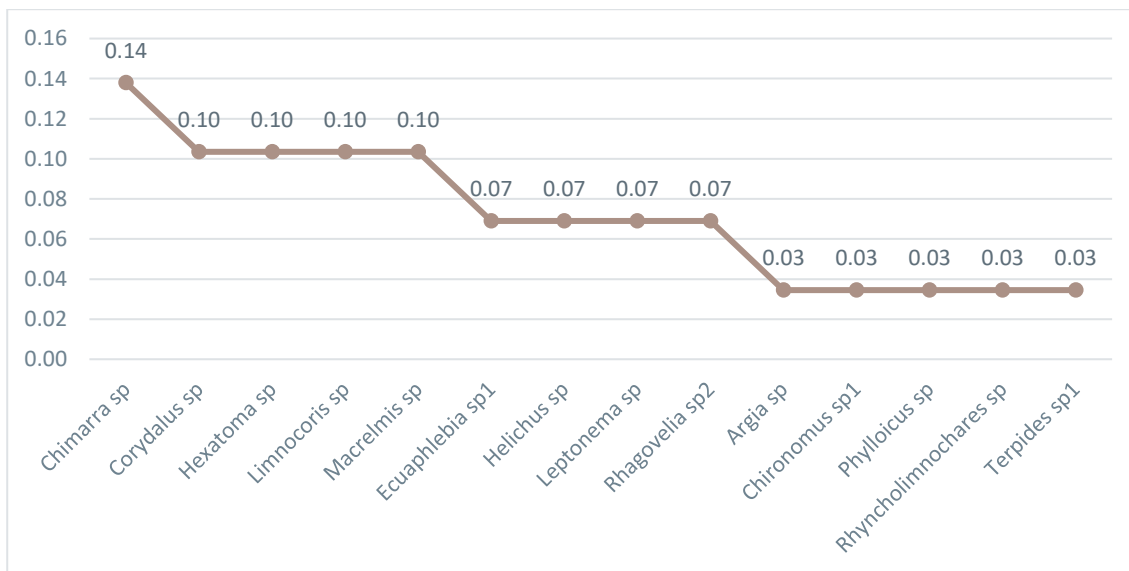


Figura 5-309 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-04

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-04 fue de 2,53, lo que indica que la diversidad promedio es media comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,96, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 96 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-244).

Tabla 5-244 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-04

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,91
Índice de Shannon Wiener (H') =	2,53
Índice de Equidad (J') =	0,96

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-05

Riqueza

En el punto DOMO-MB-05 se registró un total de 52 individuos, agrupados en ocho órdenes, 17 familias y 21 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-310). El orden con la mayor riqueza de morfoespecies fue Ephemeroptera, con cuatro; seguida por Trichoptera, con tres; los órdenes restantes estuvieron representados por una o dos morfoespecies.

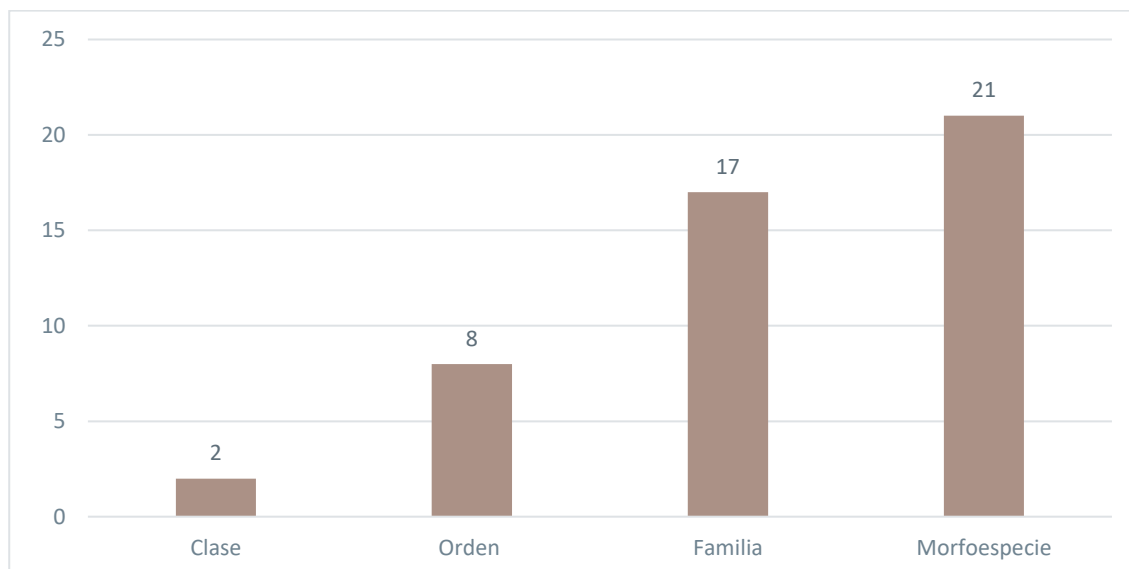


Figura 5-310 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-05

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 114 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-05, la morfoespecie *Helichus* sp. registra la mayor abundancia, con nueve individuos; seguida por *Leptonema* sp. y *Tipula* sp., con cuatro individuos cada una (Figura 5-311). Las morfoespecies restantes registraron menos de tres individuos.

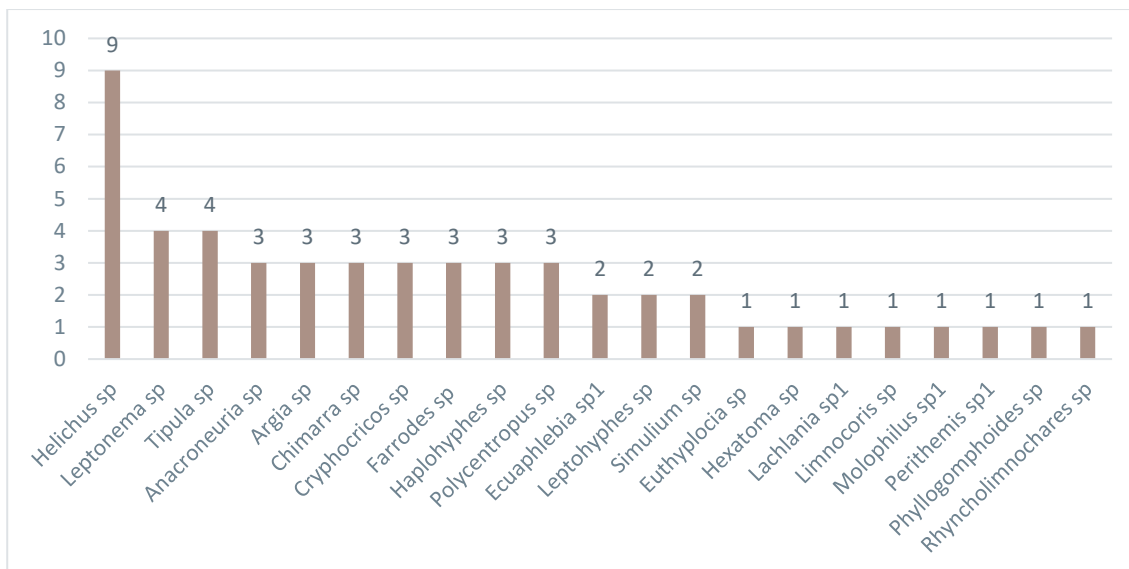


Figura 5-311 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-05

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-312 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-05, en donde *Helichus* sp. representa el 17 %, considerada como la morfoespecie más dominante; sin embargo, el resto de las morfoespecies poseen valores muy cercanos, completando entre ellas el 83 %.

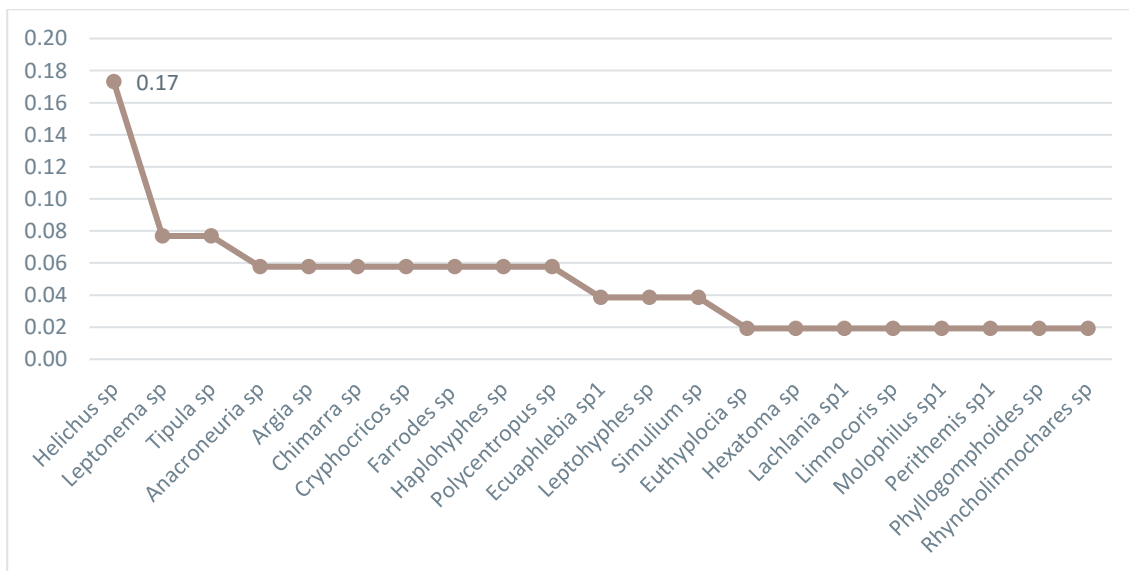


Figura 5-312 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-05

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-05 fue de 2,83, lo que indica que la diversidad promedio es media comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,93, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 93 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-245).

Tabla 5-245 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-05

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,92
Índice de Shannon Wiener (H') =	2,83
Índice de Equidad (J') =	0,93

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-06

Riqueza

En el punto DOMO-MB-06 se registró un total de 79 individuos, agrupados en nueve órdenes, 15 familias y 15 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-313). El orden con la mayor riqueza de morfoespecies fue Hemiptera, con tres; los órdenes restantes estuvieron representados por una o dos morfoespecies.

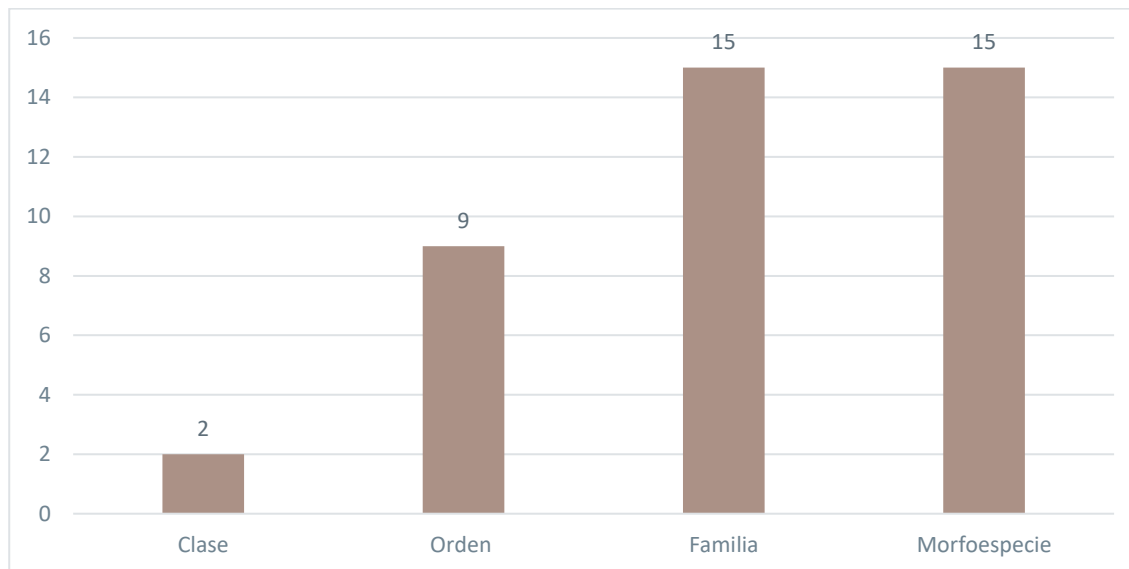


Figura 5-313 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-06

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 79 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-06, la morfoespecie *Macrelmis* sp. registra la mayor abundancia, con 27 individuos; seguida por *Rhagovelia* sp. 1 y *Eutyplocia* sp., con 11 y 10 respectivamente (Figura 5-314). Las morfoespecies restantes registraron menos de seis individuos.

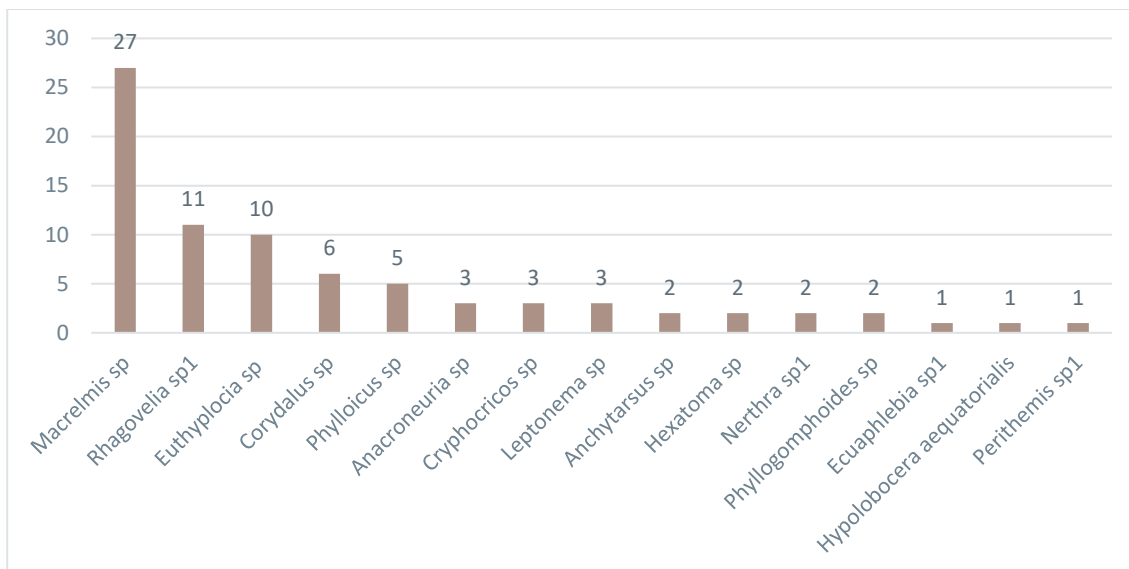


Figura 5-314 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-06

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-315 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-06, en donde *Macrelmis* sp. representa el 34 %, considerada como la morfoespecie más dominante, mientras que las restantes morfoespecies (66 %) fueron consideradas como menos dominantes.

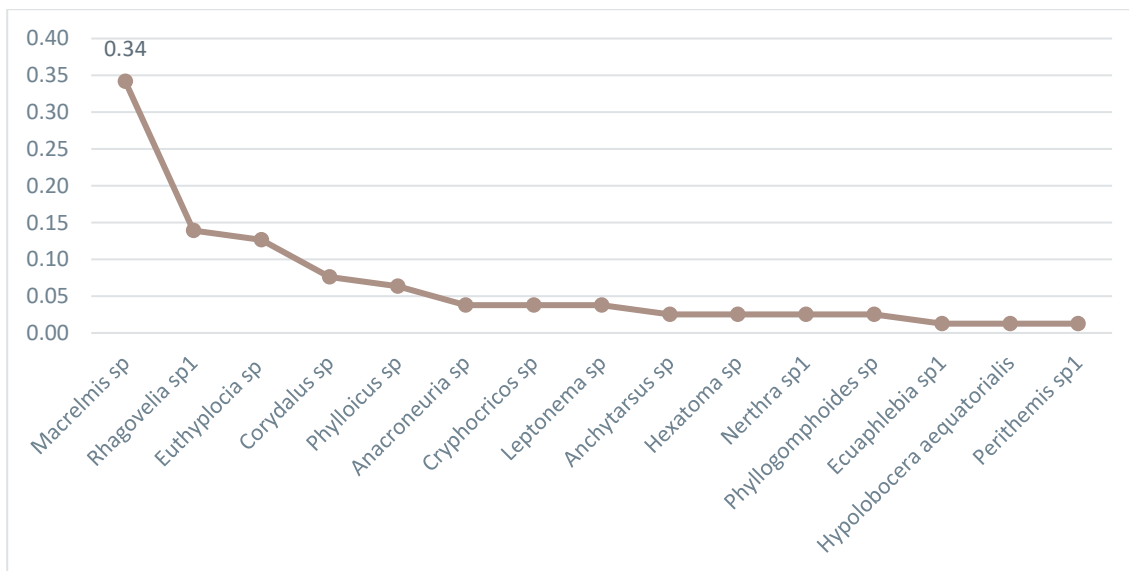


Figura 5-315 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-06

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-06 fue de 2,19, lo que indica que la diversidad promedio es media comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,81, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 81 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-246).

Tabla 5-246 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-06

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,62
Índice de Shannon Wiener (H') =	2,19
Índice de Equidad (J') =	0,81

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-07

Riqueza

En el punto DOMO-MB-07 se registró un total de 49 individuos, agrupados en siete órdenes, 12 familias y 12 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-316). El orden con la mayor riqueza de morfoespecies fue Trichoptera, con tres; los órdenes restantes estuvieron representados por una o dos morfoespecies.

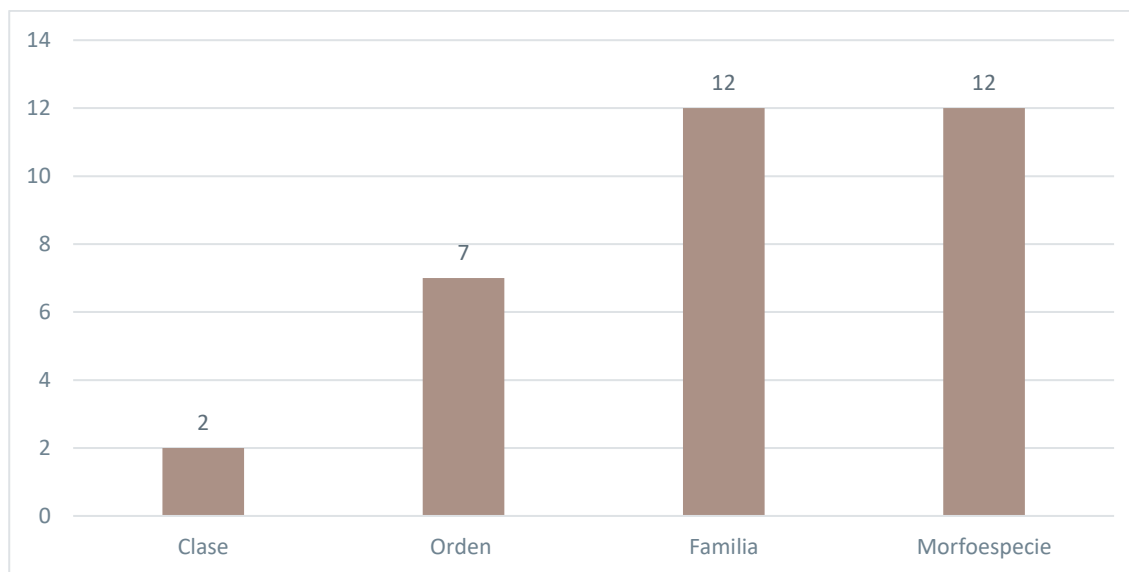


Figura 5-316 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-07

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 49 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-07 la morfoespecie *Leptonema* sp. registra la mayor abundancia, con 29 individuos (Figura 5-317). Las morfoespecies restantes registraron menos de seis individuos.

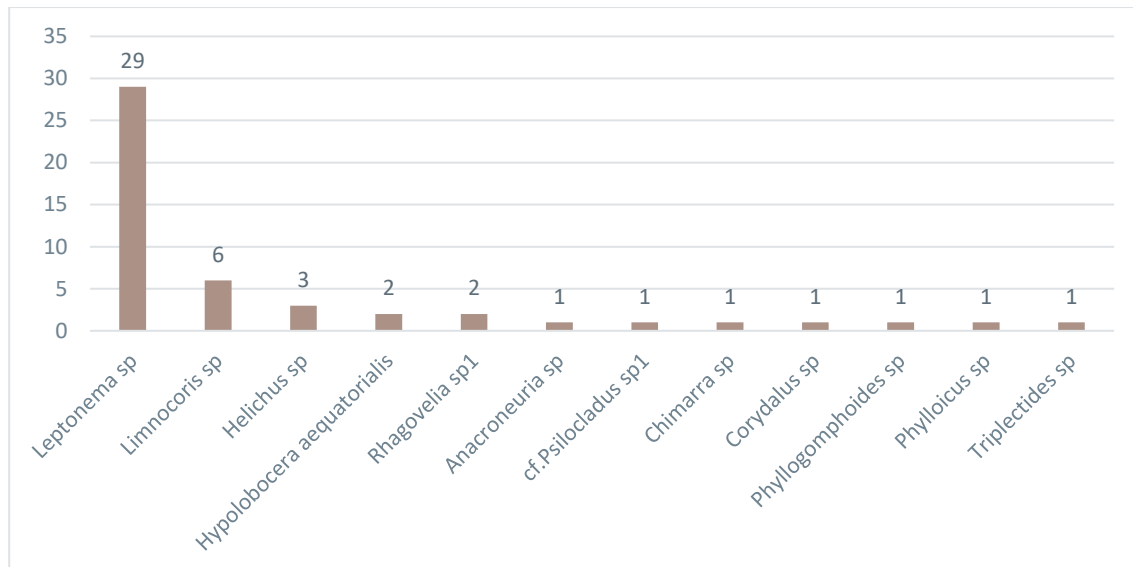


Figura 5-317 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-07

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-318 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-07, en donde *Leptonema* sp. representa el 59 %, considerada como la morfoespecie más dominante, mientras que las restantes morfoespecies (41 %) fueron consideradas como menos dominantes.

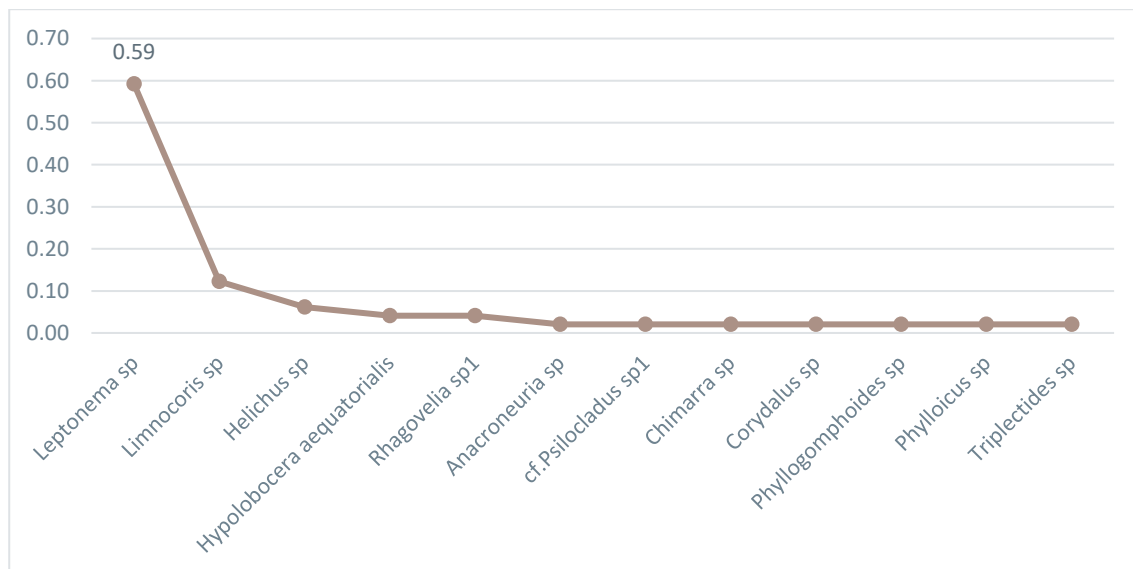


Figura 5-318 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-07

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-07 fue de 1,56, lo que indica que la diversidad promedio es baja comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,63, lo que indica que la comunidad macro bentónica presente en este cuerpo de agua no se muestra muy uniformemente distribuida en un promedio del 63 %, esto determina que el equilibrio y estabilidad en las comunidades es aún alto pero menor en comparación con el resto de puntos (Tabla 5-247).

Tabla 5-247 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-07

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,62
Índice de Shannon Wiener (H') =	1,56
Índice de Equidad (J') =	0,63

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-08

Riqueza

En el punto DOMO-MB-08 se registró un total de 78 individuos, agrupados en siete órdenes, 12 familias y 16 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-319). El orden con la mayor riqueza de morfoespecies fue Coleoptera, con cinco; los órdenes restantes estuvieron representados por una, dos y tres morfoespecies.

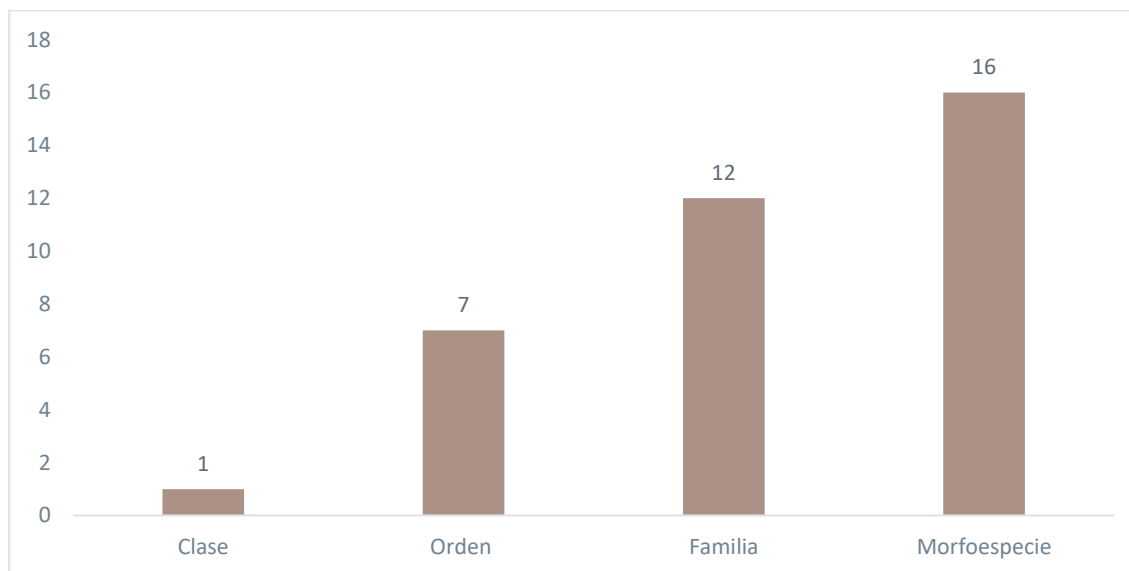


Figura 5-319 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-08

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 78 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-08 la morfoespecie *Rhagovelia* sp. 1 registra la mayor abundancia, con 18 individuos; seguida por *Helichus* sp. y *Macrelmis* sp., con 17 y 16 respectivamente (Figura 5-320). Las morfoespecies restantes registraron menos de seis individuos.

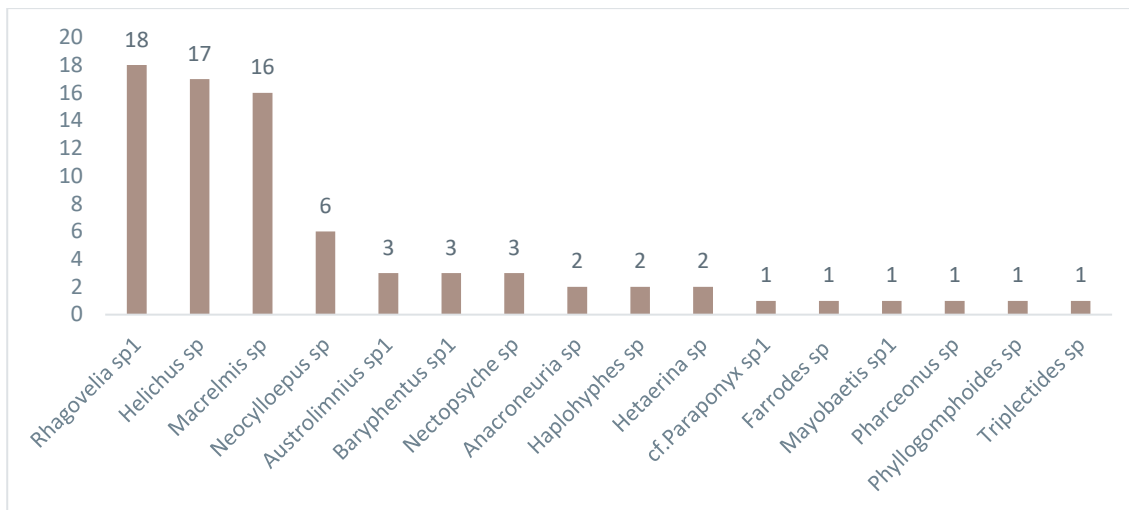


Figura 5-320 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-08

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-321 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-08, en donde *Rhagovelia* sp. 1, *Helichus* sp. y *Macrelmis* sp. representan el 66 %, consideradas como las morfoespecies más dominantes, mientras que las restantes morfoespecies (34 %) fueron consideradas como menos dominantes.

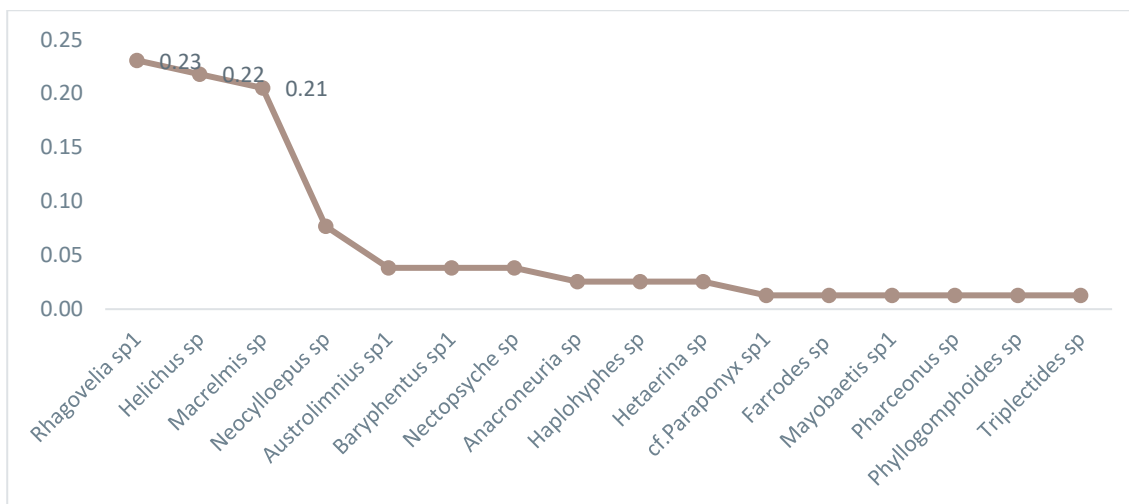


Figura 5-321 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-08

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-08 fue de 2,19, lo que indica que la diversidad promedio es media comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,79, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 79 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-248).

Tabla 5-248 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-08

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,84
Índice de Shannon Wiener (H') =	2,19
Índice de Equidad (J') =	0,79

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-09

Riqueza

En el punto DOMO-MB-09 se registró un total de 25 individuos, agrupados en siete órdenes, nueve familias y nueve morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-322). Los órdenes Trichoptera y Odonata poseen una riqueza similar, con dos morfoespecies cada uno, mientras que los órdenes restantes estuvieron representados por una morfoespecie.

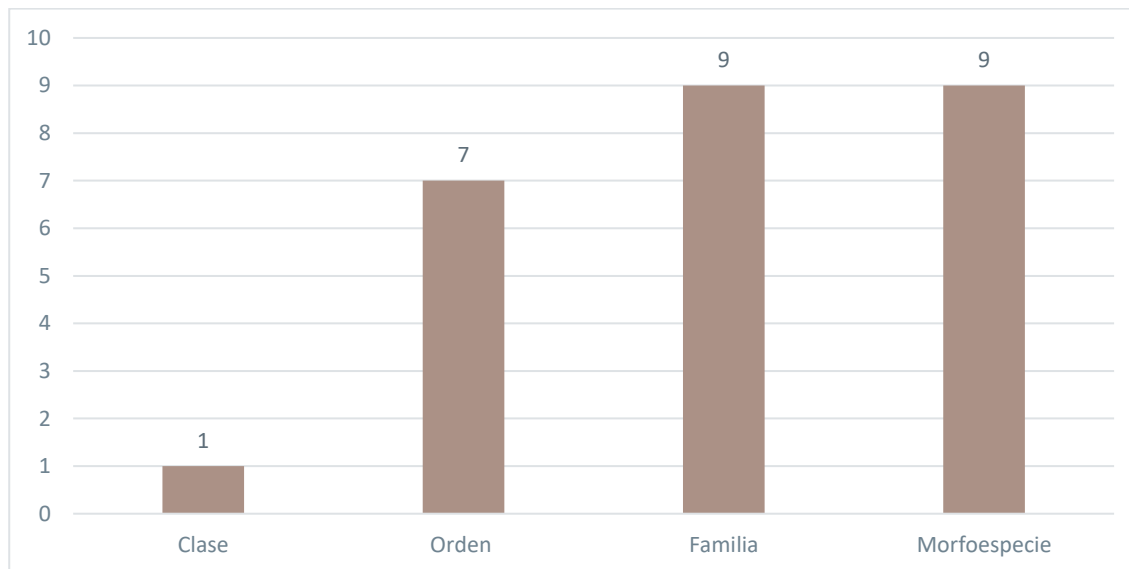


Figura 5-322 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-09

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 25 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-09, la morfoespecie *Rhagovelia* sp. 1 registra la mayor abundancia, con seis individuos. (Figura 5-323). Las demás morfoespecies le siguen con abundancias de cinco o menos.

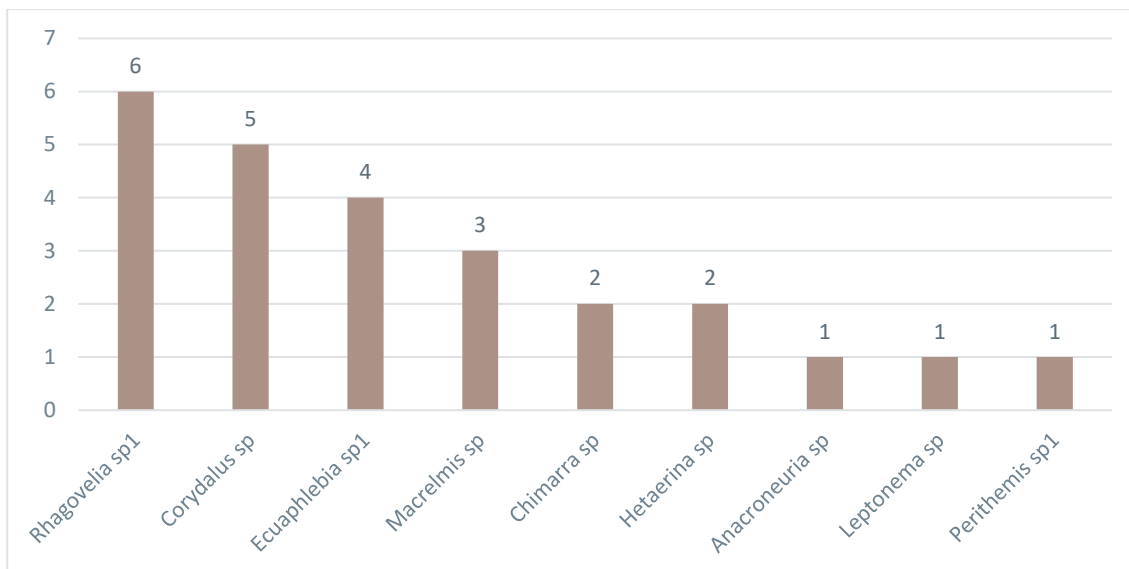


Figura 5-323 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-09

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-324 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-09, en donde todas las morfoespecies poseen valores similares; sin embargo, *Rhagovelia sp.*, *Corydalus sp.* y *Ecuaphlebia sp.* representan el 60 % y son consideradas como las morfoespecies más dominantes, mientras que las restantes morfoespecies (40 %) fueron consideradas como menos dominantes.

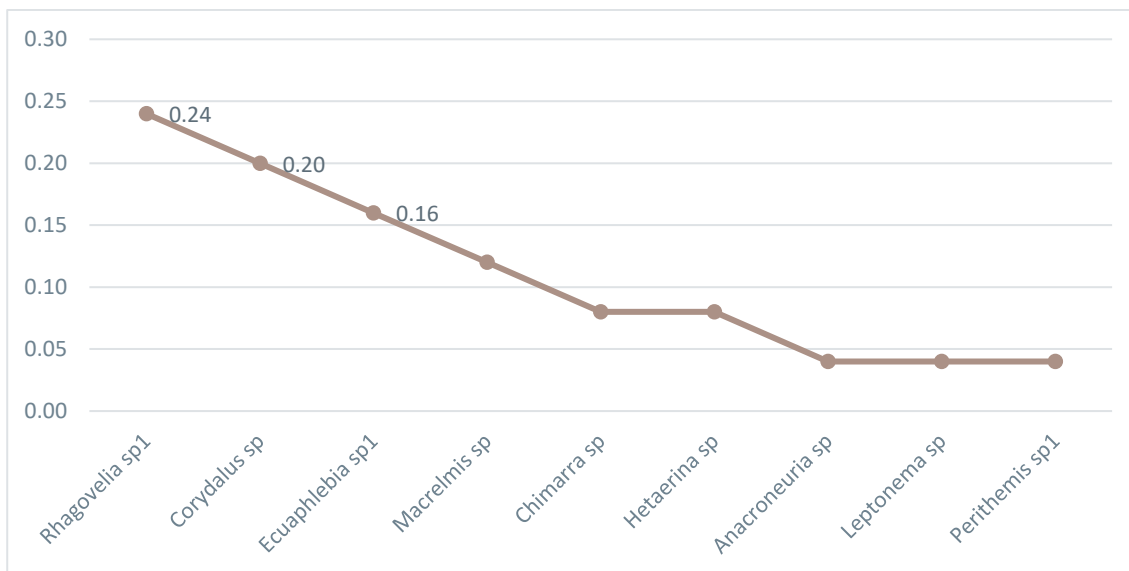


Figura 5-324 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-09

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-09 fue de 2,19, lo que indica que la diversidad promedio es media comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,79, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 79 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-249).

Tabla 5-249 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-09

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,84
Índice de Shannon Wiener (H') =	2,19
Índice de Equidad (J') =	0,79

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-10

Riqueza

En el punto DOMO-MB-10 se registró un total de 217 individuos, agrupados en nueve órdenes, 21 familias y 34 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-325). Los órdenes con la mayor riqueza de morfoespecies fueron Coleoptera, Ephemeroptera y Trichoptera, con siete; seguidos por Odonata, con cuatro morfoespecies; los órdenes restantes estuvieron representados por una o tres morfoespecies.

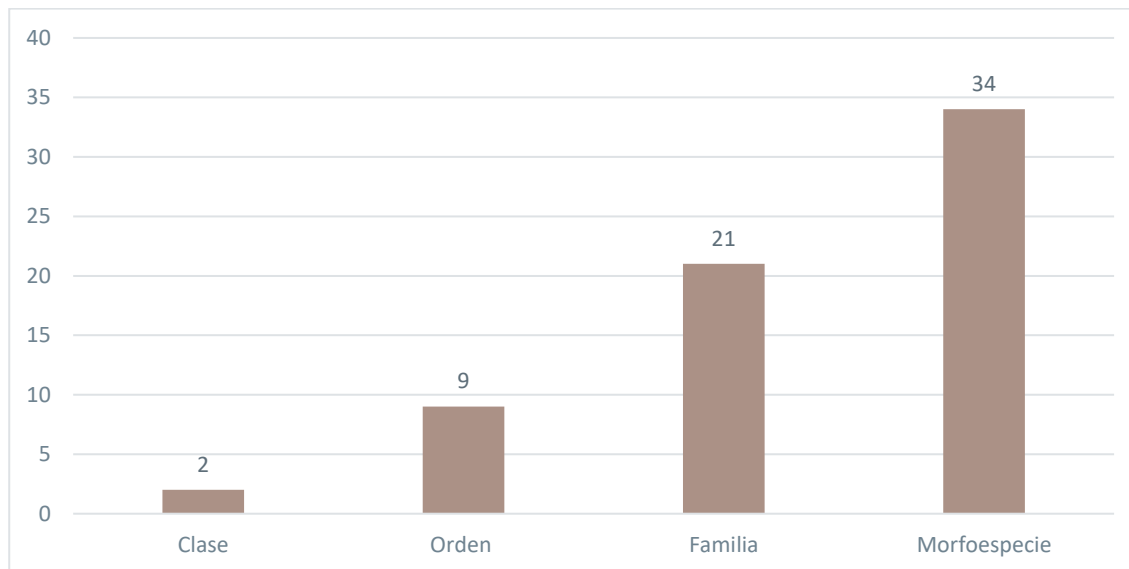


Figura 5-325 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-10

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 217 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-10, las morfoespecies *Leptohyphes* sp. y *Nectopsyche* sp. registran la mayor abundancia, con 26 y 24 individuos; seguidas por *Phylloicus* sp., con 17 (Figura 5-326); el resto de las morfoespecies poseen de 12 a 1 individuo.

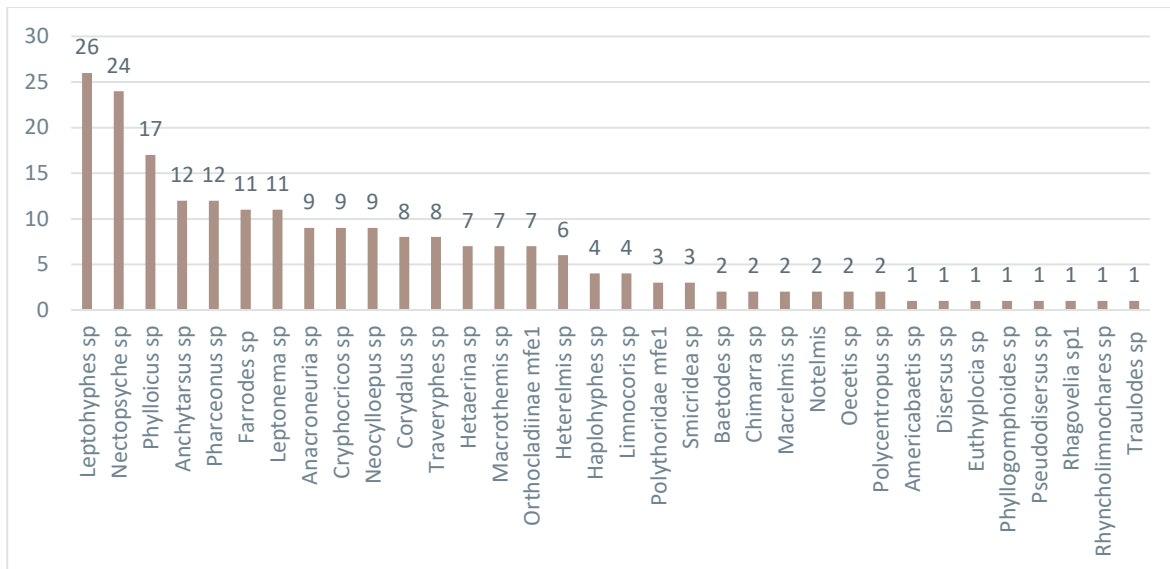


Figura 5-326 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-10

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-327 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-10, en donde *Leptohyphes* sp. y *Nectopsyche* sp. representan el 12 % y 11 % respectivamente, consideradas como las morfoespecies más dominantes, mientras que las restantes morfoespecies (76 %) fueron consideradas como menos dominantes.

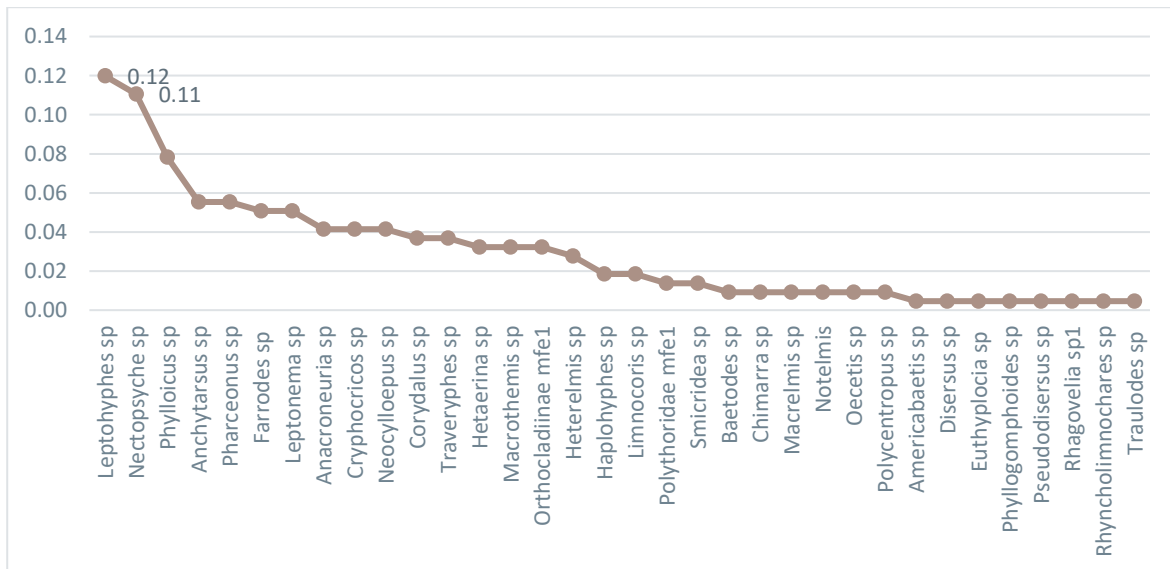


Figura 5-327 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-10

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-10 fue de 3,11, lo que indica que la diversidad promedio es alta comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,88, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 88 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-250).

Tabla 5-250 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-10

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,94
Índice de Shannon Wiener (H') =	3,11
Índice de Equidad (J') =	0,88

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-11

Riqueza

En el punto DOMO-MB-11 se registró un total de 422 individuos, agrupados en 11 órdenes, 27 familias y 37 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-328). Los órdenes con la mayor riqueza de morfoespecies fueron Coleoptera, Trichoptera, Ephemeroptera y Diptera, con nueve, siete, seis y cinco morfoespecies respectivamente; los órdenes restantes estuvieron representados por una, dos o tres morfoespecies.

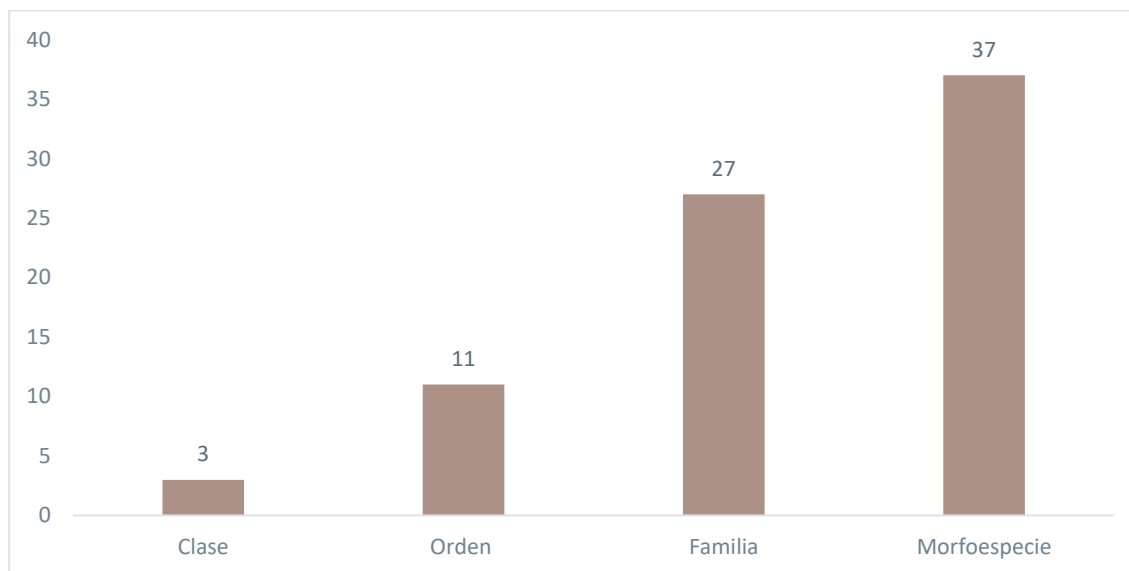


Figura 5-328 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-11

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 422 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-11, la morfoespecie *Heterelmis* sp. registra la mayor abundancia, con 61 individuos; seguida por *Neocylolepus* sp., con 41, así como también *Nectopsyche* sp. y *Farrodes* sp., con 38 y 36 respectivamente (Figura 5-329).

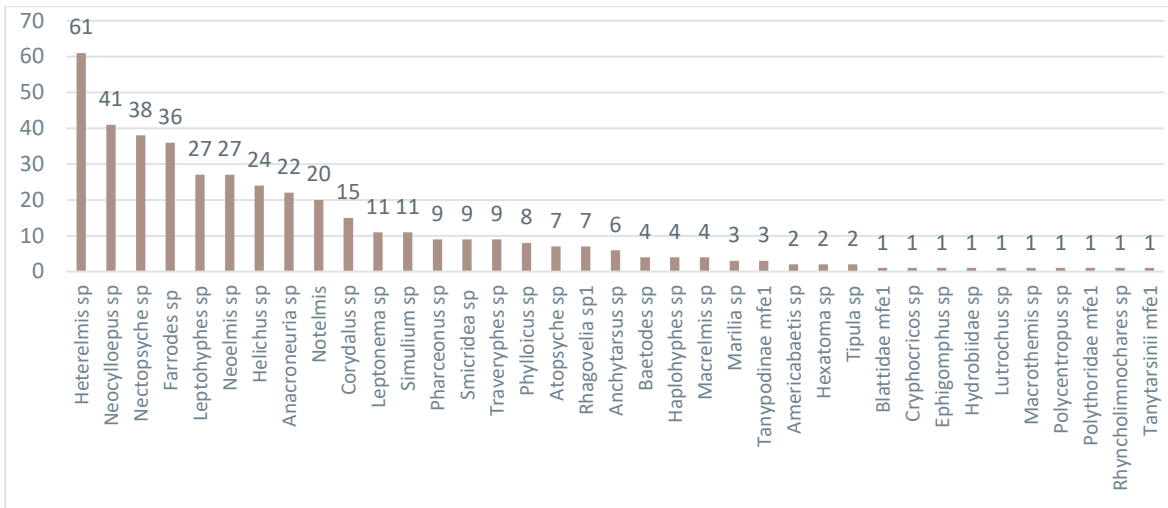


Figura 5-329 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-11

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-330 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-11, en donde *Heterelmis* sp. representa el 14 %, considerada como la morfoespecie más dominante, mientras que las restantes morfoespecies (86 %) fueron consideradas como menos dominantes.

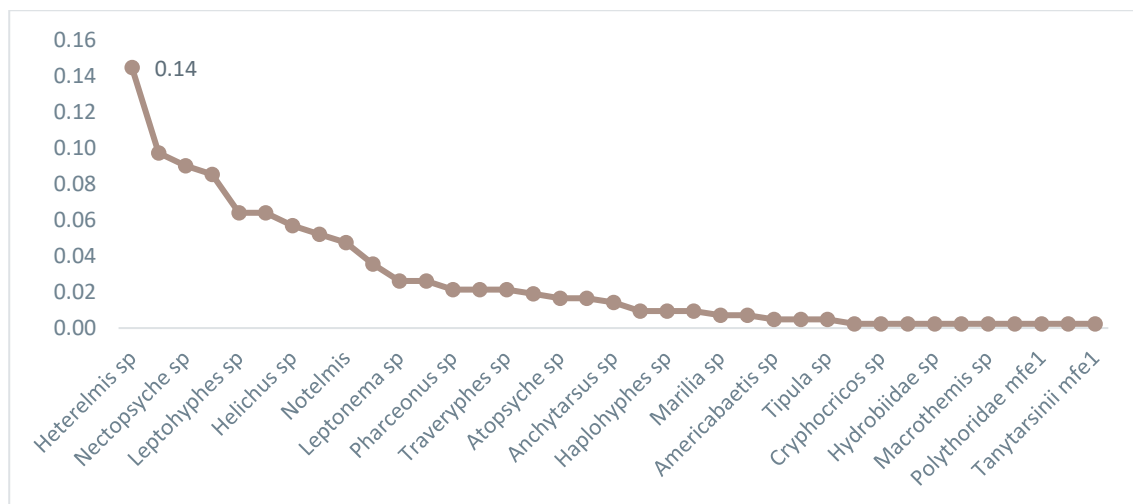


Figura 5-330 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-11

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-11 fue de 3, lo que indica que la diversidad promedio es alta comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,83, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 83 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-251).

Tabla 5-251 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-11

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,93
Índice de Shannon Wiener (H') =	3
Índice de Equidad (J') =	0,83

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-12

Riqueza

En el punto DOMO-MB-12 se registró un total de 220 individuos, agrupados en ocho órdenes, 22 familias y 32 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-331). Los órdenes con la mayor riqueza de morfoespecies fueron Trichoptera, Ephemeroptera y Diptera, con diez, seis y cinco respectivamente; los órdenes restantes estuvieron representados por cuatro a una morfoespecie.

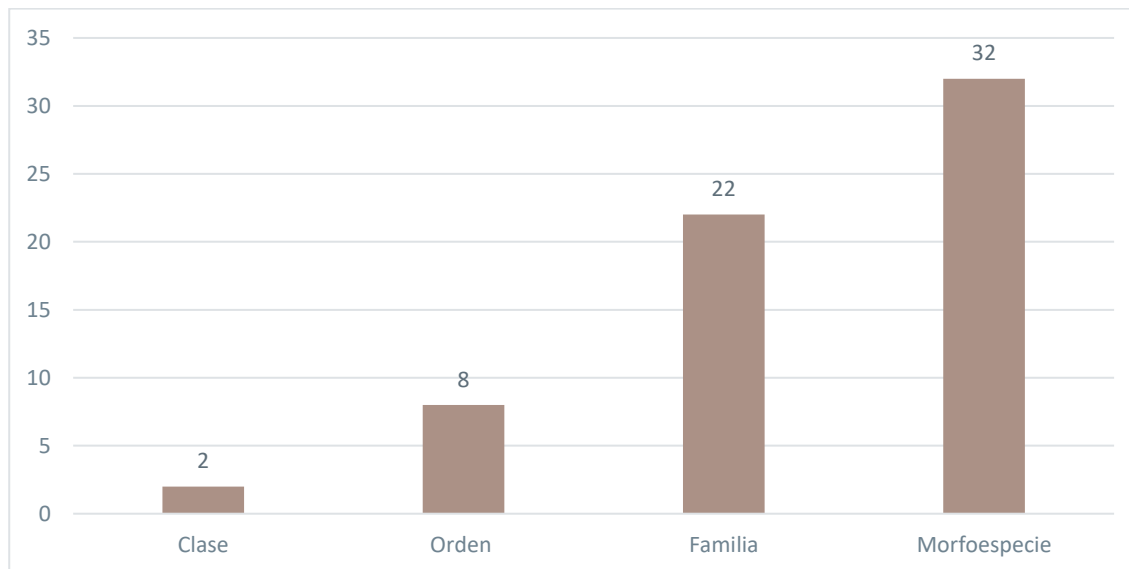


Figura 5-331 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-12

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 220 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-12, la morfoespecie *Farrodes* sp. registra la mayor abundancia, con 31 individuos; seguida por *Leptonema* sp. y *Rhagovelia* sp. 1, con 25 y 23 respectivamente (Figura 5-332).

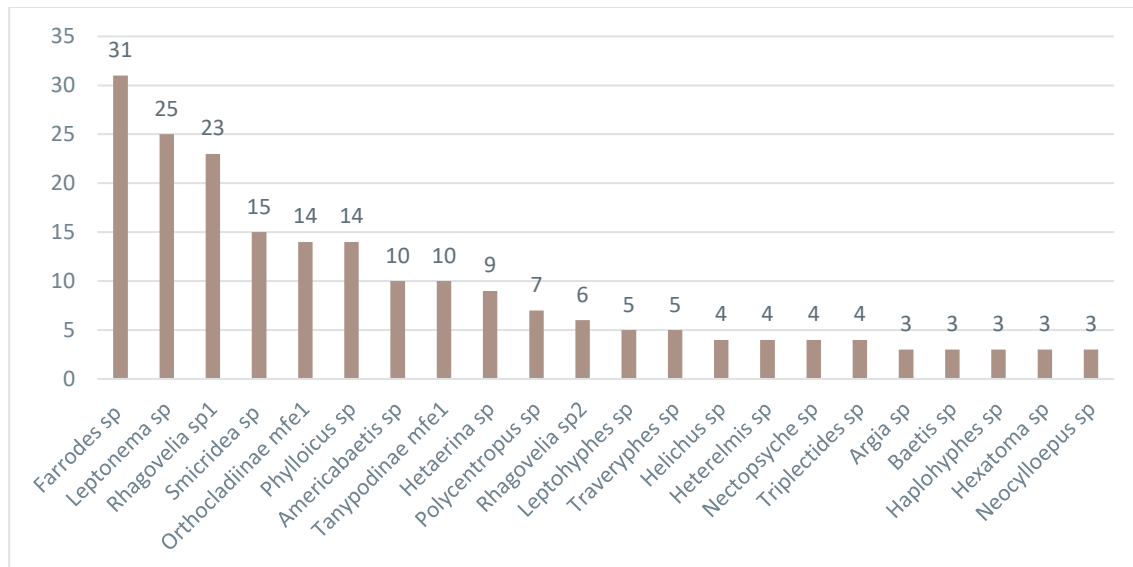


Figura 5-332 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-12

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-333 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-12, en donde *Farrodes sp.* y *Leptonema sp.* representan el 14 % y 11 % respectivamente, consideradas como las morfoespecies más dominantes, mientras que las restantes morfoespecies (75 %) fueron consideradas como menos dominantes.

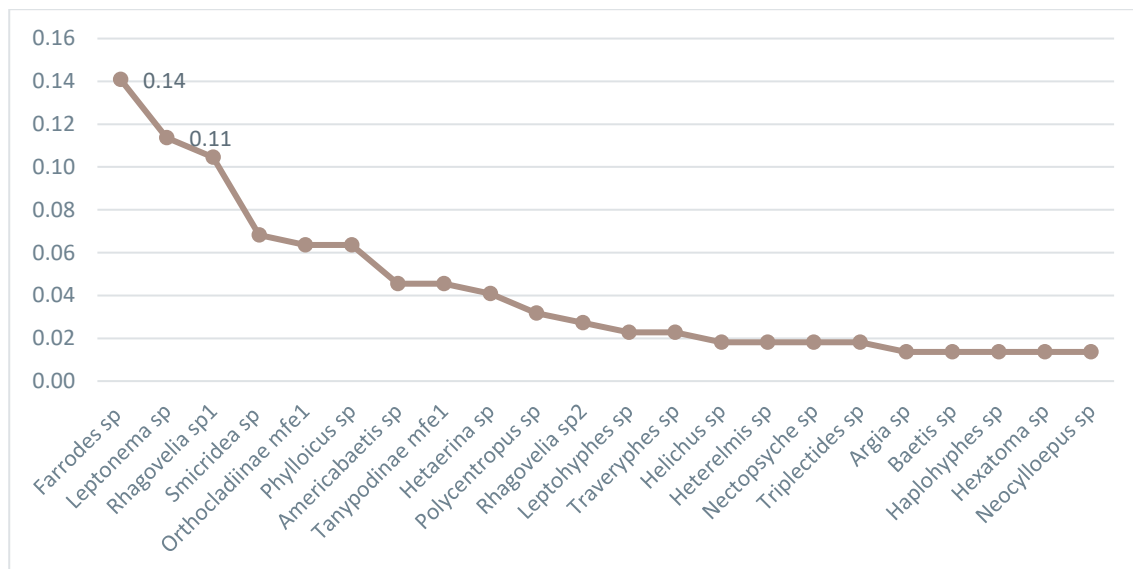


Figura 5-333 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-12

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-12 fue de 3,00, lo que indica que la diversidad promedio es alta comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,87, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 87 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-252).

Tabla 5-252 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-12

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,93
Índice de Shannon Wiener (H') =	3
Índice de Equidad (J') =	0,87

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-13

Riqueza

En el punto DOMO-MB-13 se registró un total de 375 individuos, agrupados en 12 órdenes, 34 familias y 47 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-334). Los órdenes con la mayor riqueza de morfoespecies fueron Coleoptera, con 14; y Trichoptera, con 10; los órdenes restantes estuvieron representados con una riqueza de entre cinco y uno.

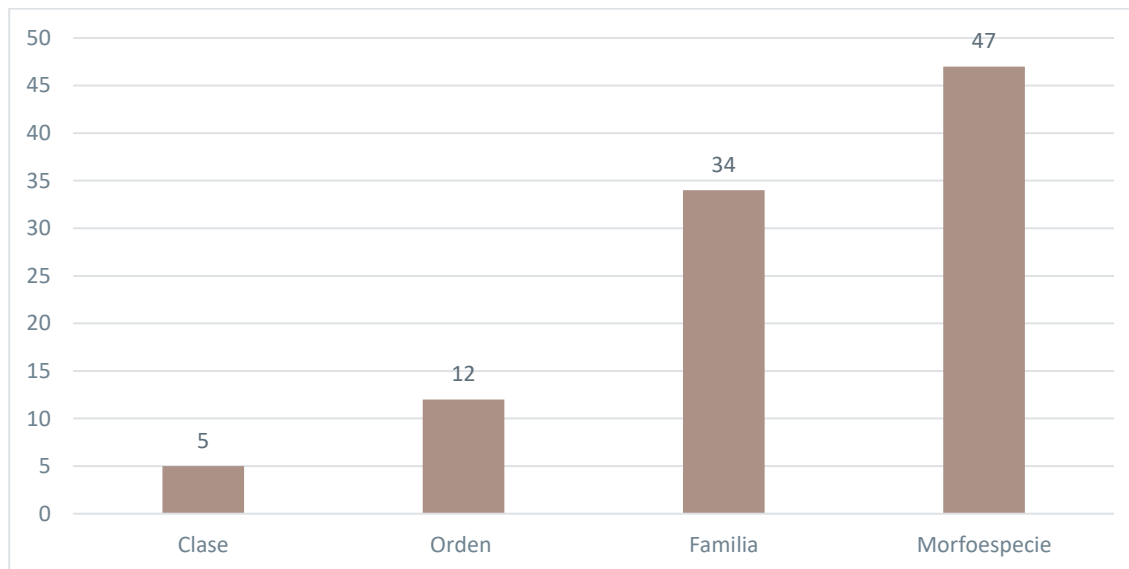


Figura 5-334 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-13

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 375 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-13, la morfoespecie *Nectopsyche* sp. registra la mayor abundancia, con 66 individuos; seguida por *Leptonema* sp. y *Anchytarsus* sp., con 34 y 32 respectivamente (Figura 5-335).

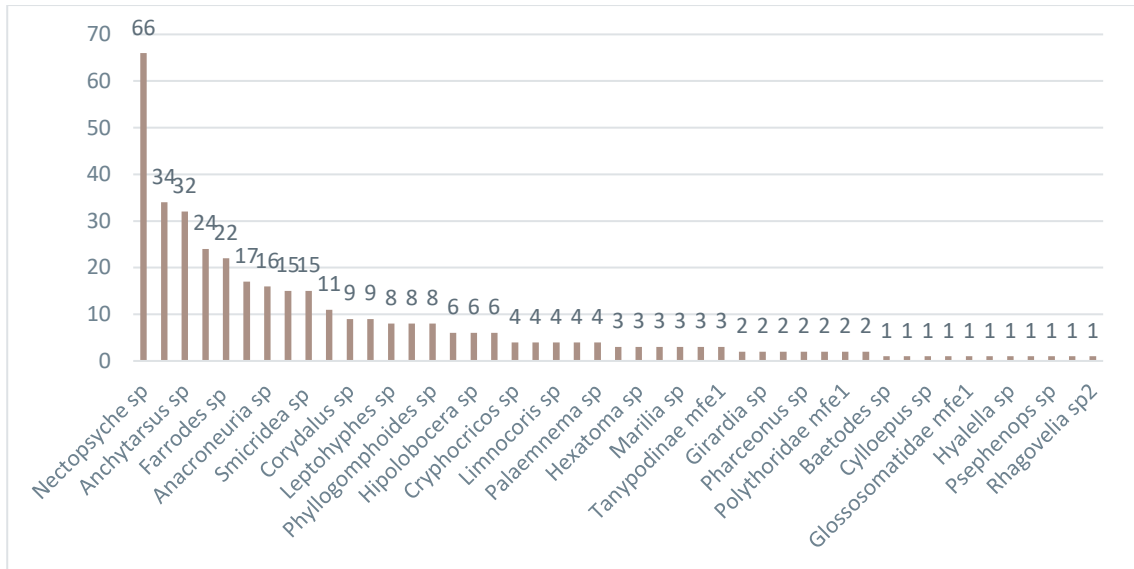


Figura 5-335 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-13

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-336 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-13, en donde *Nectopsyche* sp. representa el 18 %, considerada como la morfoespecie más dominante, mientras que las restantes morfoespecies (82 %) fueron consideradas como menos dominantes.

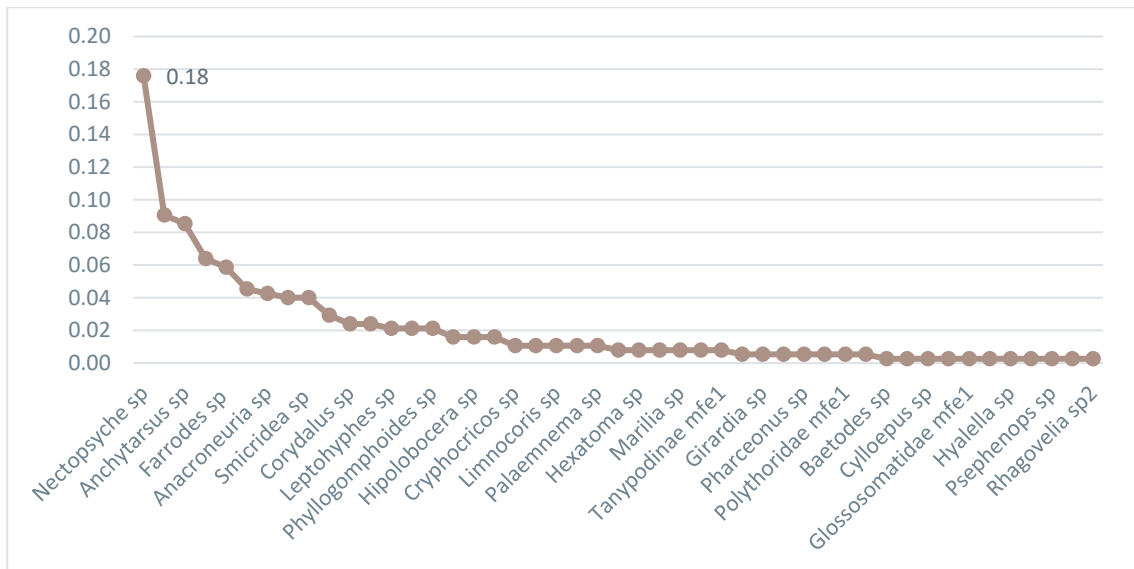


Figura 5-336 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-13

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-13 fue de 3,18, lo que indica que la diversidad promedio es alta comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,83, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 83 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-253).

Tabla 5-253 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-13

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,93
Índice de Shannon Wiener (H') =	3,18
Índice de Equidad (J') =	0,83

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-14

Riqueza

En el punto DOMO-MB-14 se registró un total de 185 individuos, agrupados en 12 órdenes, 34 familias y 31 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-337). Los órdenes con la mayor riqueza de morfoespecies fueron Coleoptera, con siete; y Trichoptera, con seis; los órdenes restantes estuvieron representados por una riqueza entre cinco y uno.

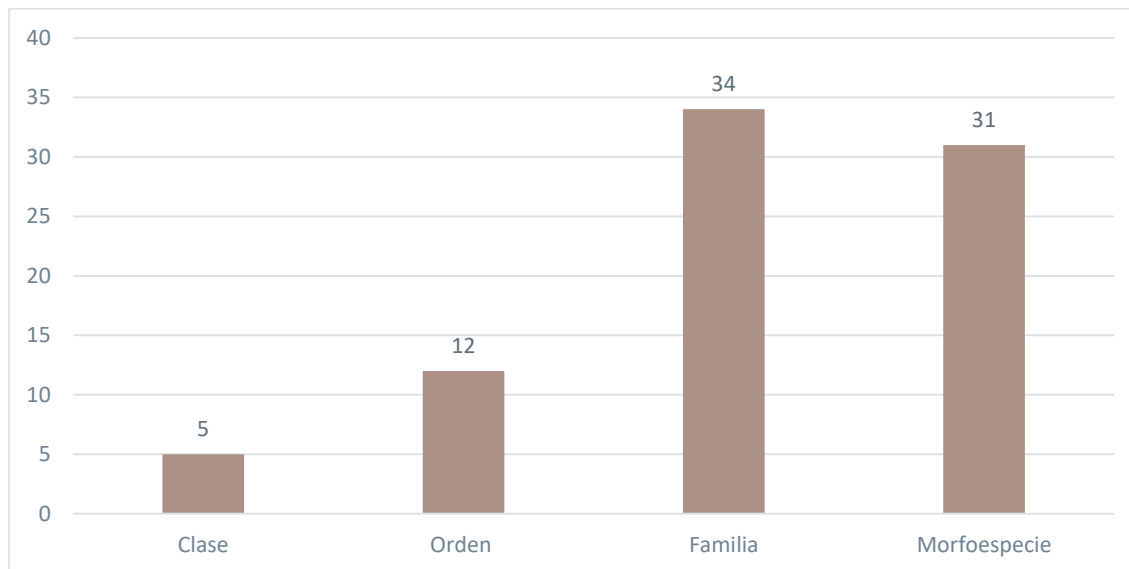


Figura 5-337 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-14

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 185 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-14, la morfoespecie *Farrodes* sp. registra la mayor abundancia, con 44 individuos; seguida por *Leptonema* sp., *Orthoclaadiinae* mfe. 1 y *Phylloicus* sp., con 24, 17 y 16 individuos respectivamente (Figura 5-338).

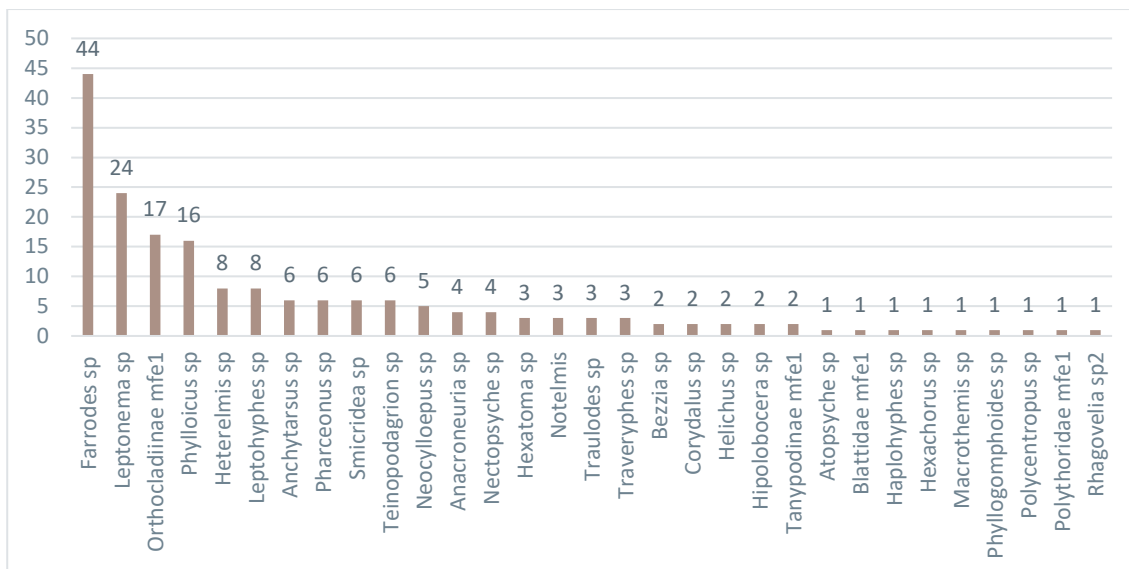


Figura 5-338 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-14

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-339 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-14, en donde *Farrodes* sp. y *Leptonema* sp. representan el 24 % y 13 % cada una, consideradas como las morfoespecies más dominantes, mientras que las restantes morfoespecies (73 %) fueron consideradas como menos dominantes.

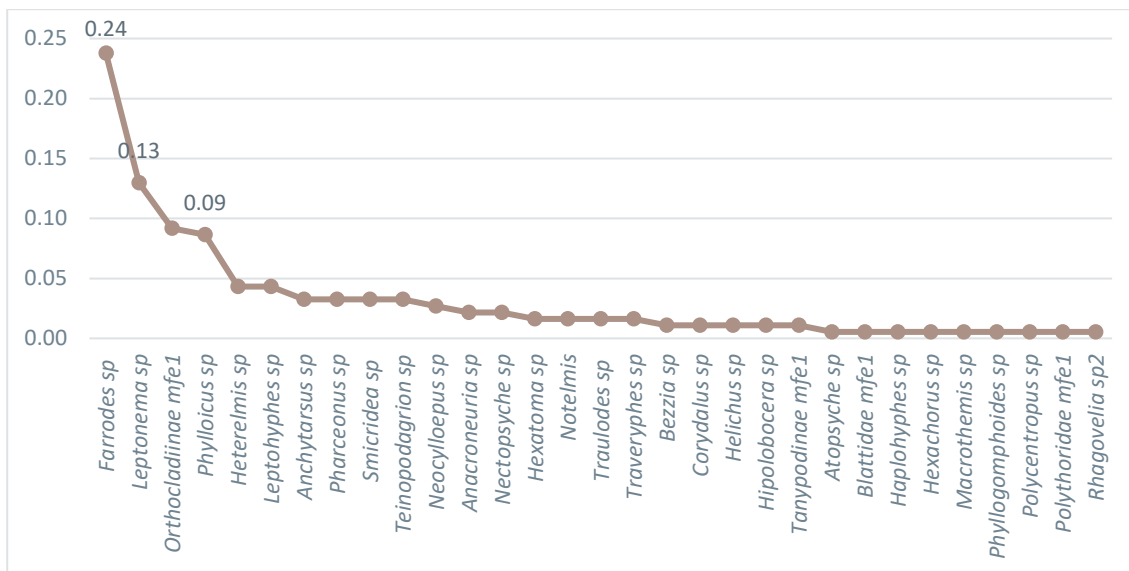


Figura 5-339 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-14

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-014 fue de 2,78, lo que indica que la diversidad promedio es media comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,81, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 81 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-254).

Tabla 5-254 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-14

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,9
Índice de Shannon Wiener (H') =	2,78
Índice de Equidad (J') =	0,81

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Punto DOMO-MB-15

Riqueza

En el punto DOMO-MB-15 se registró un total de 106 individuos, agrupados en ocho órdenes, 21 familias y 27 morfoespecies de macroinvertebrados (Figura 5-340). El orden con la mayor riqueza de morfoespecies fue Trichoptera, con ocho; los órdenes restantes estuvieron representados por una riqueza de entre cinco y uno.

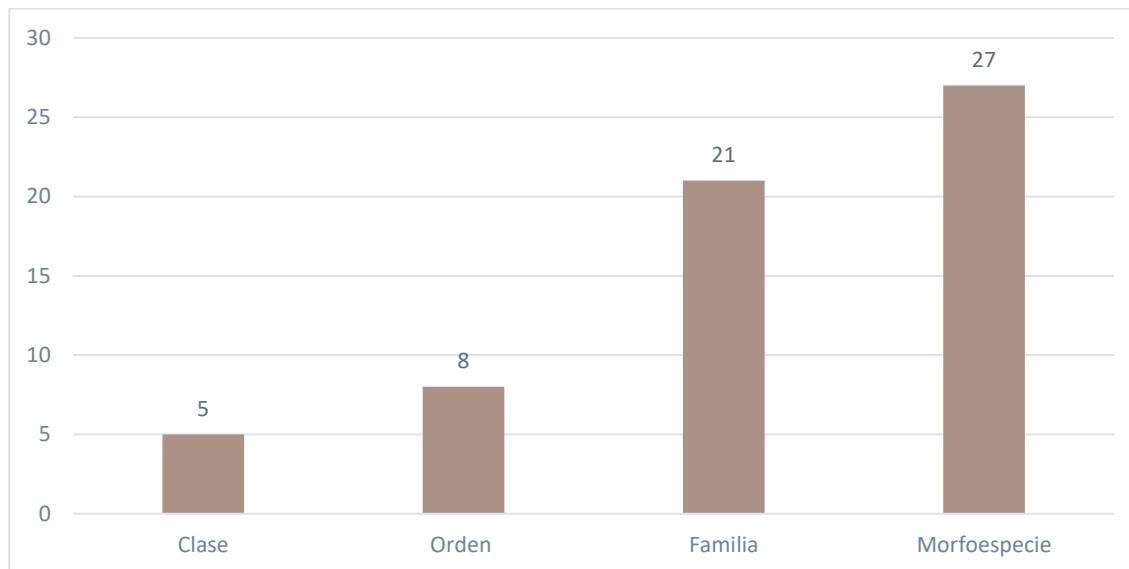


Figura 5-340 Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-15

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Absoluta

De los 106 individuos colectados en el punto de muestreo DOMO-MB-15, la morfoespecie *Nectopsyche* sp. registra la mayor abundancia, con 29 individuos; seguida por *Farrodes* sp., con 13 (Figura 5-341).

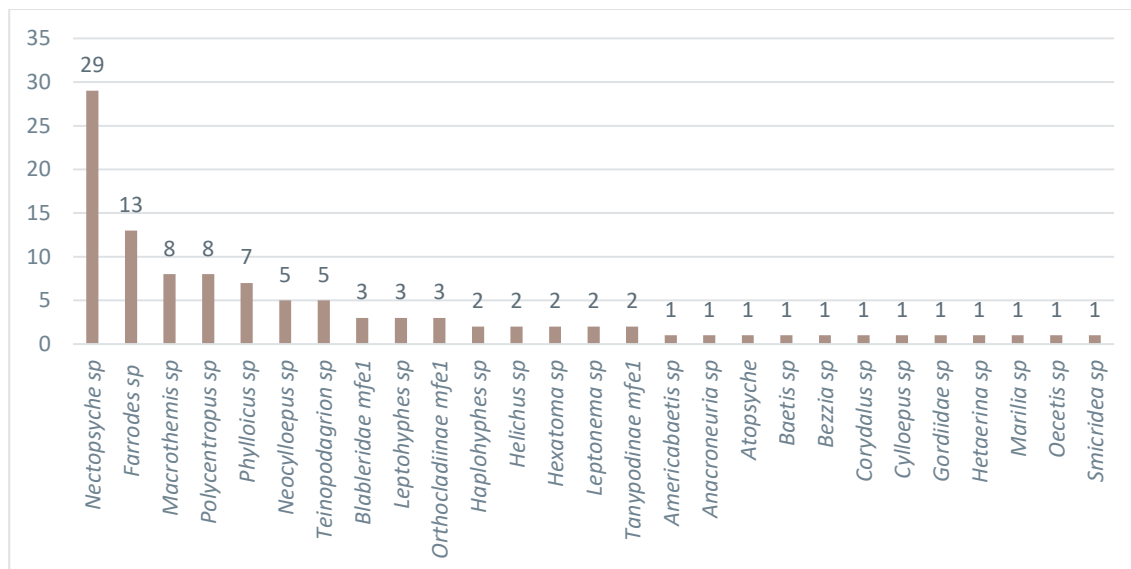


Figura 5-341 Abundancia Total de Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos en el Punto DOMO-MB-15

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Abundancia Relativa

La Figura 5-342 muestra la abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados en el punto de muestreo DOMO-MB-15, en donde *Nectopsyche sp.* y *Farrodes sp.* representan el 27 % (0,27) y 12 % (0,12) respectivamente, consideradas como las morfoespecies más dominantes, mientras que las restantes morfoespecies (61 %) fueron consideradas como menos dominantes.

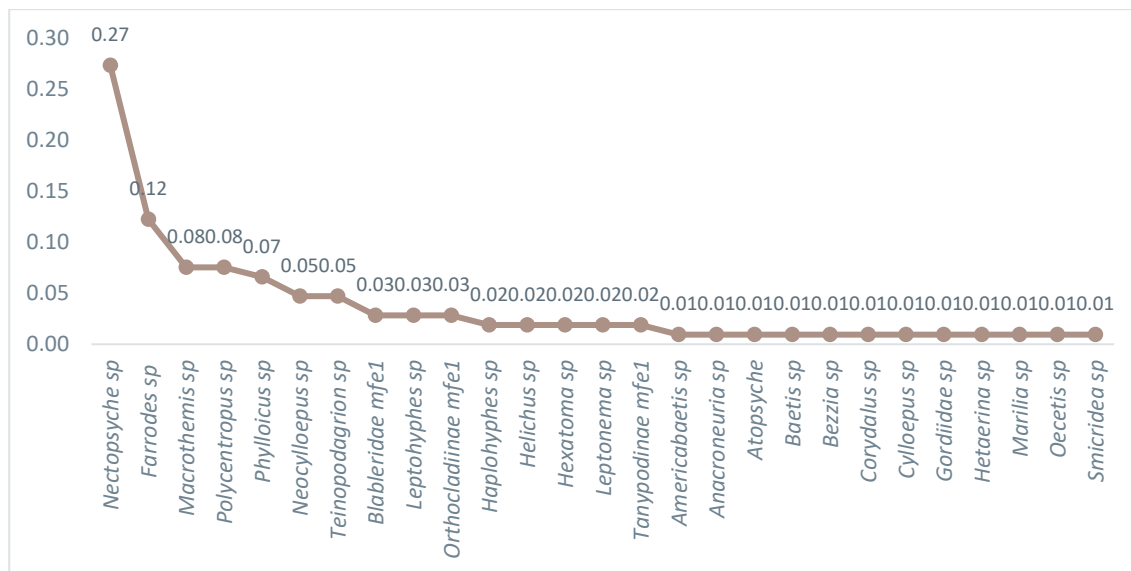


Figura 5-342 Curva de Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos en Punto DOMO-MB-15

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Diversidad

El valor obtenido para el Índice de Diversidad de Shannon en el análisis del punto DOMO-MB-15 fue de 2,68, lo que indica que la diversidad promedio es media comparada con los demás puntos. El valor de la Equitatividad J' fue de 0,81, lo que indica que la comunidad macrobentónica presente en este cuerpo de agua se halla uniformemente distribuida en un promedio del 81 %, que determina un equilibrio y estabilidad en las comunidades (Tabla 5-255).

Tabla 5-255 Índices de Diversidad Aplicados en el Punto DOMO-MB-15

Índice	Total
Índice de Simpson (D)	0,88
Índice de Shannon Wiener (H') =	2,68
Índice de Equidad (J') =	0,81

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Aspectos Ecológicos

Grupos Funcionales de Alimentación

Ramírez & Gutiérrez-Fonseca en 2014 han categorizado varios gremios tróficos: depredadores, perforadores, trituradores-herbívoros, trituradores-detritívoros, recolectores (o colectores-recolectores), filtradores (o colectores-filtradores) y raspadores. Los depredadores se alimentan de otros organismos vivos utilizando diferentes estrategias para capturarlos; los perforadores son organismos que se alimentan de las plantas vasculares al cortar o perforar el tejido con partes afiladas o masticadoras de la boca y consumen líquidos vegetales; los trituradores se alimentan de materia orgánica particulada gruesa, por lo tanto cortan o mastican trozos de material vegetal vivo (trituradores-herbívoros) o muerto (trituradores-detritívoros), incluidas todas las partes de plantas, como hojas y madera; por otro lado, los recolectores al igual que los trituradores consumen pequeños trozos de hojas pero sus partes de la boca no están adaptadas para cortar en trozos más pequeños y solo consumen materia orgánica particulada fina; los filtradores son un grupo especial de recolectores que filtran partículas directamente del agua; y los raspadores son herbívoros que se alimentan de perifitón (Swanson et al. 2007; Rivera-Usme et al. 2013; Ramírez & Gutiérrez-Fonseca 2014).

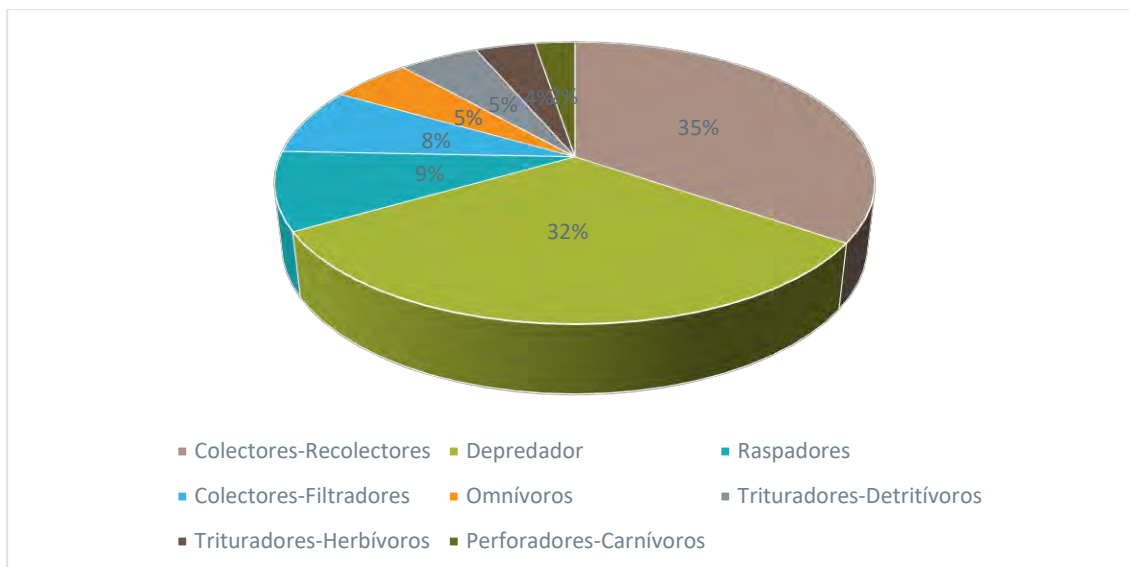


Figura 5-343 Categorías de Gremios Tróficos en los Puntos de Muestreo de la Zona de Influencia del Proyecto Curipamba

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Colectores-Recolectores

Representan el 35 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Austrolimnius* sp., *Baetis* sp., *Chironomus* sp., *Cyloopus* sp., *Disersus* sp., *Ecuaphlebia* sp., *Euthyplocia* sp., *Farrodus* sp., *Haplohyphes* sp., *Heterelmis* sp., *Hexachorus* sp., *Leptohyphes* sp., *Lutrochus* sp., *Macrelmis* sp., *Nectopsyche* sp., *Neocylloepus* sp., *Neoelmis* sp., *Notelmis* sp., *Oecetis* sp., *Orthocladiinae* mfe. 1, *Pharceonus* sp., *Pseudodisersus* sp., *Tanytarsinii* mfe. 1, *Terpides* sp., *Traveryphe* sp. y *Triplectides* sp.

Depredadores

Representan el 32 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Anacroneuria* sp., *Argia* sp., *Atopsyche* sp., *Baryphentus* sp., *Bezzia* sp., cf. *Psilocladus* sp., *Corydalus* sp., *Ephigomphus* sp., *Hetaerina* sp., *Hexatoma* sp., *Hydrobiidae* sp., *Limnocoris* sp., *Macrothemis* sp., *Nerthra* sp., *Palaemnema* sp., *Palpomyia* sp., *Perithemis* sp., *Phyllogomphoides* sp., *Polycentropus* sp., *Polythoridae* mfe. 1, *Rhagovelia* sp. 1, *Rhagovelia* sp. 2, *Rhyncholimnochares* sp., *Tanypodinae* mfe. 1 y *Teinopodagrion* sp.

Raspadores

Representan también el 9 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Baetodes* sp., *Cryphocricos* sp., *Elodes* sp., *Glossosomatidae* mfe. 1, *Hyalella* sp., *Mayobaetis* sp. y *Psephenops* sp.

Colectores-Filtradores

Representan el 8 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Chimarra* sp., *Lachlania* sp. 1, *Leptonema* sp., *Simulium* sp., *Smicridea* sp. y *Traulodes* sp.

Omnívoros

Representan el 5 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Blableridae* mfe. 1, *Blattidae* mfe. 1, *Epilamprinae* sp. 1 e *Hypolobocera aequatorialis*.

Trituradores-Detrívoros

Representan también el 5 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Anchytarsus* sp., *Molophilus* sp., *Phylloicus* sp. y *Tipula* sp.

Trituradores-Hervívoros

Representan el 4 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: cf. *Paraponyx* sp., *Helichus* sp. y *Marilia* sp.

Perforadores

Representan menos del 2 % de las morfoespecies colectadas e incluyen a las siguientes morfoespecies: *Copelatinae* sp. 1 y *Copelatus* sp.

Especies de Interés

Los macroinvertebrados acuáticos han despertado gran interés en los últimos años, sobre todo en estudios de evaluación de la integridad ecológica de ríos y quebradas. Dentro de las especies registradas se halló varias especies de interés, especialmente por la Alta sensibilidad y variabilidad a los cambios en el cuerpo de agua, estas especies son: *Anacroneuria* sp., *Anchytarsus* sp., *Argia* sp., *Atopsyche* sp., *Baryphentus* sp. 1, cf. *Paraponyx* sp. 1, cf. *Psilocladus* sp. 1, *Chimarra* sp., *Copelatinae* sp. 1, *Copelatus* sp., *Ecuaphlebia* sp. 1, *Ephigomphus* sp., *Epilamprinae* sp. 1, *Euthyplocia* sp., *Farrodes* sp., *Haplohyphes* sp., *Helichus* sp., *Hetaerina* sp., *Hypolobocera aequatorialis*, *Lachlania* sp., *Leptonema* sp., *Marilia* sp., *Mayobaetis* sp. 1, *Nectopsyche* sp., *Nerthra* sp. 1, *Oecetis* sp., *Phyllogomphoides* sp., *Phylloicus* sp., *Polycentropus* sp., *Polythoridae* mfe. 1, *Psephenops* sp., *Rhagovelia* sp. 1, *Rhagovelia* sp. 2, *Rhyncholimnochares* sp., *Simulium* sp., *Teinopodagrion* sp., *Terpides* sp. 1, *Traulodes* sp. y *Triplectides* sp.

Especies Sensibles

Los macroinvertebrados acuáticos son el grupo menos estudiado en el Ecuador. Debido a esto, no se cuenta con información para determinar la existencia de especies endémicas o amenazadas, pero 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 del índice BMWP/Col .

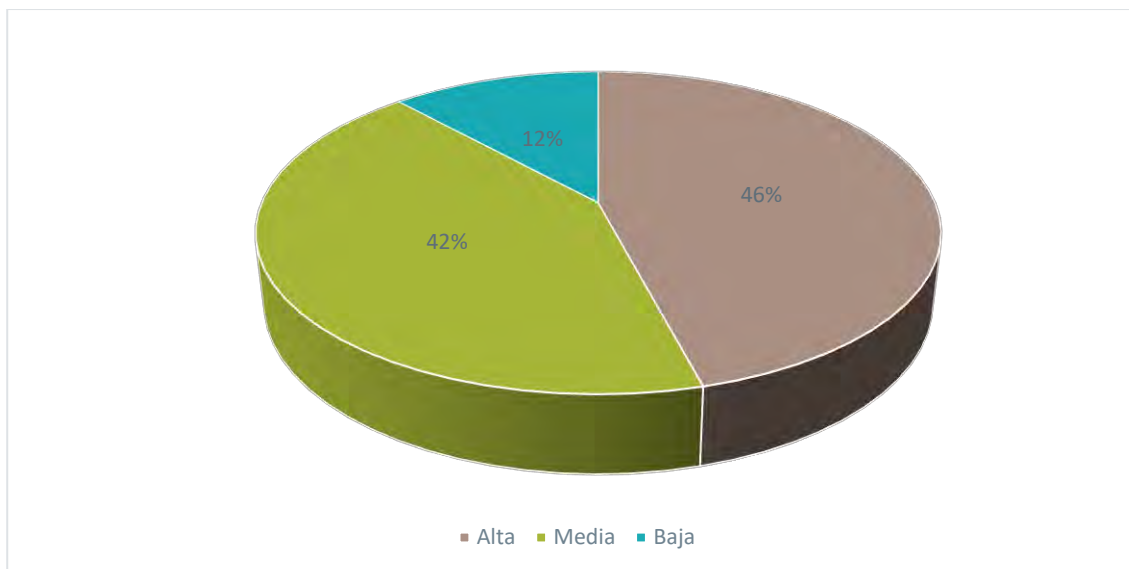


Figura 5-344 Porcentaje de los Niveles de Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en la zona de influencia del Proyecto Curipamba

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Tabla 5-256 Niveles de Sensibilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en la Zona de Influencia del Proyecto Curipamba

Macroinvertebrados	
Morfoespecies	Sensibilidad
<i>Anacroneuria</i> sp.	Alta
<i>Anchytarsus</i> sp.	Alta
<i>Argia</i> sp.	Alta
<i>Atopsyche</i> sp.	Alta
<i>Baryphentus</i> sp. 1	Alta
cf. <i>Paraponyx</i> sp.1	Alta
cf. <i>Psilocladus</i> sp.1	Alta
<i>Chimarra</i> sp.	Alta
<i>Copelatinae</i> sp. 1	Alta
<i>Copelatus</i> sp.	Alta
<i>Ecuaphlebia</i> sp. 1	Alta
<i>Ephigomphus</i> sp.	Alta
<i>Epilamprinae</i> sp. 1	Alta
<i>Euthyplocia</i> sp.	Alta
<i>Farrodes</i> sp.	Alta
<i>Haplohyphes</i> sp.	Alta
<i>Helichus</i> sp.	Alta
<i>Hetaerina</i> sp.	Alta

Macroinvertebrados	
Morfoespecies	Sensibilidad
<i>Hypolobocera aequatorialis</i>	Alta
<i>Lachlania</i> sp.	Alta
<i>Leptonema</i> sp.	Alta
<i>Marilia</i> sp.	Alta
<i>Mayobaetis</i> sp. 1	Alta
<i>Nectopsyche</i> sp.	Alta
<i>Nerthra</i> sp. 1	Alta
<i>Oecetis</i> sp.	Alta
<i>Phyllogomphoides</i> sp.	Alta
<i>Phylloicus</i> sp.	Alta
<i>Polycentropus</i> sp.	Alta
<i>Polythoridae</i> mfe. 1	Alta
<i>Psephenops</i> sp.	Alta
<i>Rhagovelia</i> sp. 1	Alta
<i>Rhagovelia</i> sp. 2	Alta
<i>Rhyncholimnochaes</i> sp.	Alta
<i>Simulium</i> sp.	Alta
<i>Teinopodagrion</i> sp.	Alta
<i>Terpides</i> sp.	Alta
<i>Traulodes</i> sp.	Alta
<i>Triplectides</i> sp.	Alta
<i>Bezzia</i> sp.	Baja
<i>Chironomus</i> sp.	Baja
Glossoscolecidae sp. 1	Baja
Hexatoma sp.	Baja
<i>Lumbriculus</i> sp.1	Baja
<i>Orthoclaadiinae</i> mfe. 1	Baja
<i>Rhyncholimnochaes</i> sp.	Baja
<i>Tanypodinae</i> mfe. 1	Baja
<i>Tanytarsinii</i> mfe. 1	Baja
<i>Tipula</i> sp.	Baja
<i>Americabaetis</i> sp.	Media
<i>Austrolimnius</i> sp.	Media
<i>Baetis</i> sp.	Media
<i>Baetodes</i> sp.	Media
<i>Blableridae</i> mfe. 1	Media

Macroinvertebrados	
Morfoespecies	Sensibilidad
<i>Blattidae</i> mfe. 1	Media
<i>Corydalus</i> sp.	Media
<i>Cryphocricos</i> sp.	Media
<i>Cylloepus</i> sp.	Media
<i>Disersus</i> sp.	Media
<i>Girardia</i> sp.	Media
<i>Glossosomatidae</i> mfe. 1	Media
<i>Haplohyphes</i> sp.	Media
<i>Helichus</i> sp.	Media
<i>Hetaerina</i> sp.	Media
<i>Heterelmis</i> sp.	Media
<i>Hexachorus</i> sp.	Media
<i>Hexatoma</i> sp.	Media
<i>Hyaella</i> sp.	Media
<i>Leptohyphes</i> sp.	Media
<i>Leptonema</i> sp.	Media
<i>Limnocoris</i> sp.	Media
<i>Lutrochus</i> sp.	Media
<i>Macrelmis</i> sp.	Media
<i>Molophilus</i> sp.	Media
<i>Neocylloepus</i> sp.	Media
<i>Neelmis</i> sp.	Media
<i>Notelmis</i> sp.	Media
<i>Palpomyia</i> sp.	Media
<i>Perithemis</i> sp.	Media
<i>Pharceonus</i> sp.	Media
<i>Polycentropus</i> sp.	Media
<i>Pseudodisersus</i> sp.	Media
<i>Smicridea</i> sp.	Media
<i>Tipula</i> sp.	Media
<i>Traveryphes</i> sp.	Media

Fuente: Cardno Entrix, agosto – septiembre 2021
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Áreas Sensibles en la Zona de Influencia del Proyecto Curipamba

Todos los puntos de muestreo ubicados en el proyecto Curipamba – El Domo son sitios de interés. Las estructuras de los cuerpos de agua no tienen signos de intervención por lo que se considera que los sitios deberían ser tomados en cuenta como áreas sensibles y de interés, debido a la cantidad de organismos

hallados el tipo de vegetación de ribera y sobre todo la hidromorfología de las fuentes de origen de los puntos muestreados.

Estado de Conservación

Los macroinvertebrados acuáticos registrados no constan en las listas del Libro rojo de la UICN (2016) o en las listas CITES (2015).

Uso del Recurso

No se registraron especies de macroinvertebrados acuáticos que sean utilizados por los pobladores de las comunidades cercanas con el fin de obtener réditos económicos.

Comparación con Estudios Anteriores

El análisis descrito a continuación no muestra precisión ni homogeneidad respecto a los resultados encontrados en el presente estudio y las campañas previamente realizados, esto por la modificación de sitios de estudio establecidos para el alcance de una nueva licencia en fase de explotación. Actualmente, se abarca solo 15 cuerpos de agua diferentes a los 20 anteriores, es por ello la asonancia de valores finales en el siguiente análisis comparativo.

En todas las campañas se presenció las siguientes clases y órdenes respectivamente: Insecta (Blattodea, Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera y Trichoptera); Malacostraca (Amphipoda y Decapoda); Citellata (Haplotaxida); Turbellaria (Tricladida). En términos de abundancia, se obtuvo valores proporcionales a la cantidad de cuerpos de estudiados, es decir, entre el actual monitoreo (septiembre 2021) y las campañas previas (marzo 2021, noviembre 2020 y noviembre 2019), siendo estos resultados los siguientes: 1938, 1029, 2276 y 2155 individuos respectivamente.

Se registró un patrón similar en cuanto a la riqueza en los cuatro muestreos. Los órdenes con más morfoespecies fueron Coleoptera (entre 19 y 14 taxones) y Ephemeroptera (13 y 9 taxones). En todas las campañas se detectó la presencia de morfoespecies muy abundantes, como son *Leptonema* sp., *Limnocois* sp., *Thraulodes* sp., *Leptoxyphes* sp., *Macrelmis* sp., *Corydalus* sp. y *Cryphocricos* sp. Sin embargo, en la presente campaña solo *Leptonema* sp. lideró en cuanto a dominancia, siendo *Farrodes* sp., *Nectopsyche* sp., *Heterelmis* sp. y *Phylloicus* sp. las que las seguían. En términos de riqueza es evidente que en el área de estudio así como también en las estudiadas previamente existe gran diversidad de macroinvertebrados acuáticos respaldada por el buen estado de los cuerpos de agua, que permite determinar niveles altos de diversidad y riqueza de organismos bioindicadores de buena calidad de agua.

La curva de acumulación de especies no ha alcanzado la asíntota; sin embargo, se encuentra en crecimiento con ligera tendencia a la estabilización. Este resultado ha sido evidente en todos los monitoreos al igual que los resultados registrados mediante el estimador Chao 1 que indicó una diversidad potencial alta similar en todos los monitoreos. Ambos resultados sugieren que al monitorear también la estación lluviosa y ampliando el tiempo de esfuerzo de muestro se podría llegar a la estabilización de las curvas.

Finalmente, los métodos de evaluación ecológica determinaron que gran parte de los sitios muestreados tanto en el presente estudio, como en los anteriores, se encuentran en buen estado de salud ecológica puesto que fueron muy pocos puntos los que proyectaron resultados de Mala calidad de agua, específicamente en la campaña marzo 2021. Los valores descienden en marzo de 2021 respecto a los de noviembre 2019 y noviembre 2020. Para septiembre del 2021 estas categorías variaron entre rangos de aguas muy limpias, aguas limpias y aguas ligeramente contaminadas. Todo esto gracias al uso de grupos importantes y sensibles, como EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) y a la especificidad de los otros dos índices aplicados, como lo son el AMMBI y BMWP/Col.

Debido a que las categorías utilizadas para la clasificación de gremios tróficos no son iguales en los anteriores muestreos y el actual, no se puede realizar una comparación certera; sin embargo, se encontró que la categoría que posee mayor número de taxones en campañas anteriores son los depredadores, resultado similar al presente, siendo esta misma categoría una de las más comunes precedida por la categoría de colectores-recolectores.

Discusión

La biodiversidad de macroinvertebrados dentro de este rango altitudinal se repartió en tres phyla, Arthropoda (dominado por Insecta, con cuatro taxa Crustacea), Clitellata (Haplotaxida) y Turbellaria (Tricladida), como corresponde a una fauna de estribaciones de cordillera (Calles, 2007; John, Pinilla Agudelo & Camacho Pinzón, 2013; Walteros Rodríguez J. M., 2016). En la fauna colectada predominan en diversidad de taxa los siguientes: Coleoptera: Elmidae, Hemiptera: Naucoridae, Diptera: Chironomidae y Odonata: Libellulidae. En lo que se refiere a abundancia, los cursos de agua de primer orden ubicados a mayor altitud aparentan tener valores ligeramente mayores; es interesante que la mayor parte de la abundancia esté dominada por *Leptonema* sp. 1 (dominancia de 20,60 % de la diversidad total) una especie de Alta sensibilidad ecológica ocupando un nivel basal en la pirámide trófica. La siguiente especie en abundancia es *Limnocoris* sp. 1, un depredador generalista de sensibilidad Media, que con su tamaño reducido y gran abundancia es tanto depredador como presa de otras especies. Es de notar que en la curva de abundancia general prácticamente todas las especies son dominantes, es decir en la parte alta de la curva, y con abundancia relativa de Abundante (A). Estas son de sensibilidad ecológica Alta, expresada en su elevado valor del índice BMWP.

Los índices ecológicos de los sitios muestreados indicaron un 60 a 90 % de homogeneidad entre hábitats, lo cual sugiere una unidad local entre los diferentes ecosistemas, con diversidad mediana (H' entre 1,77 y 2,67). La curva de acumulación de especies y el estimador Chao-1 sugieren que la diversidad muestreada en este estudio equivale a 84-90 % de la diversidad de macroinvertebrados posible en la zona.

5.2.6 Conclusiones Específicas

5.2.6.1 Flora

Dentro de los relictos de bosque nativo, la diversidad florística hallada en los transectos dentro del área de estudio fue alta. Un total de 172 individuos fueron registrados, los cuales se clasificaron en 55 especies según los análisis cuantitativos. Debido a esta alta diversidad, es importante el establecimiento de parcelas o transectos permanentes para monitorear la vegetación y conocer la fenología de estos bosques y así ayudar al mantenimiento de sus servicios ambientales, ya que estas son áreas de vital importancia para la conservación de las poblaciones de otras entidades biológicas asociadas (aves, mamíferos, anfibios, reptiles, insectos, peces).

Dentro del análisis cuantitativo, se registró un total de 32 especies raras. La presencia de especies raras en los transectos tropicales es característica y este factor se debe al azar. La presencia de numerosas especies raras representadas por un solo individuo (58,18 % del total de las especies) son la causa de la alta diversidad presente en el área de estudio.

La biomasa, al ser una ecuación en función del diámetro se determinó en un total de 60,744 Tm, y la fijación de carbono fue de 30,372 TmC, lo que convierten a estos relictos de bosque en un sumidero de carbono, por lo que contribuye a la mitigación del cambio climático. Sin embargo, esta variable se ve influenciada por las actividades antropogénicas. Sin ningún tipo de intervención humana, se esperaría que la biomasa sea mayor que la registrada actualmente. Adicionalmente, las plantas epífitas que se registraron en el presente estudio cumplen importantes funciones ecológicas, como es absorber y almacenar agua para la época seca, lo que las convierte en una importante reserva de líquido.

5.2.6.2 Fauna Terrestre

5.2.6.2.1 Avifauna

La curva de acumulación de especies para toda la zona si bien muestra una pendiente en ascenso se observa la tendencia a estabilizarse, sugiriendo que se ha registrado un buen porcentaje de la avifauna del lugar, lo cual concuerda con el valor del 71,66 %. Para cada punto se muestra una asíntota sugiriendo que el esfuerzo de muestreo fue adecuado para cada sitio y que se registró la cantidad de especies esperadas; esto ocurre frecuentemente en los bosques con algún grado de intervención (Terborgh, Robinson, Parker, Munn & Pierpont, 1990; Thiollay, 1994). A pesar de esto, la diversidad de aves registrada muestra valores de diversidad alta en los índices de Shannon para todas las áreas de muestreo, lo que sugiere que los relictos de bosques constituyen un sitio importante para albergar aves.

En lo que concierne a aspectos ecológicos, el 48 % de aves registradas en este estudio pertenecen al gremio insectívoro, coincidiendo con el enunciado de que la diversidad de las especies insectívoras es mayor en tierras tropicales, las cuales cumplen su rol ecológico de control de plagas (Freile & Santander, 2005). Además, la diversidad alta de las familias insectívoras representa casos notables de diversificación y radiación adaptativa de especies, ya que su dieta a base de insectos junto con el tipo de forrajeo promueve la especialización (Kricher, 2006). Los demás gremios tróficos encontrados fueron los frugívoros, nectarívoros, omnívoros, carnívoros, granívoros y carroñeros, grupos que aportan a las dinámicas ecosistémicas con las funciones de dispersores de semillas, polinización, control de poblaciones y limpiadores del ecosistema.

De las 90 especies registradas, 86 se consideran en la categoría de preocupación menor (LC) a nivel nacional; mientras que a nivel global (UICN) 85 especies están dentro de la categoría de preocupación menor (LC). Cinco de estas especies son altamente sensibles a cambios ambientales, además de estar estrechamente ligadas a áreas boscosas, y se consideran amenazadas, como se muestra en la siguiente tabla. Además, se registraron 15 especies en el Apéndice II de CITES, en su gran mayoría representadas por las especies de la familia Trochilidae (colibríes). Y, en cuanto al endemismo, de las 90 especies registradas 88 son nativas; sin embargo, dos especies se consideran endémicas de las Bajuras del Chocó.

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.

5.2.6.2.2 Mamíferos

En el actual estudio realizado en el proyecto minero Curipamba, de manera cuantitativa y cualitativa se registró un total de 19 especies de mamíferos. Cuantitativamente se reportaron 42 individuos correspondientes a 11 especies, y cualitativamente se registró ocho especies. Por tal, el presente estudio pese a no contar con registros de pequeños mamíferos no voladores es el muestreo con mayor registro de especies en relación con los tres monitoreos anteriores. Tal es así que en el monitoreo 2019 se registró un total de 16 especies; en el monitoreo 2020 se registró 15 especies y en el monitoreo marzo 2021 se registró 14 especies. Además, cabe recalcar que en el presente estudio se reporta por primera vez nueve especies de mamíferos para el proyecto minero Curipamba.

Así también Chiroptera es el orden mejor representado en los cuatro muestreos. Sin embargo, en el presente estudio los roedores de la familia Cricetidae estuvieron ausentes pese al esfuerzo de muestreo empleado. También, en cuanto a la diversidad en el presente estudio los tres puntos muestreados con métodos cuantitativos presentaron una diversidad baja según Shannon, así como también el índice de Simpson presentaba una menor diversidad y una alta dominancia.

En cuanto a los índices de Chao-1 y Chao-2 y sus curvas de acumulación, no se llegó en su totalidad a la asíntota, por ende se creería que faltarían especies por registrar las cuales podrían ser mesomamíferos, grandes mamíferos y varios pequeños mamíferos no voladores.

Varias especies de mamíferos registrados en los remanentes de bosque presentan categorías de conservación de las que serían de interés, tal como *Choeroniscus periosus*, que se encuentra en categoría Vulnerable tanto para la lista roja internacional como para la lista roja del Ecuador; así también, *Alouatta palliata* consta en categoría Vulnerable (VU) a nivel internacional, y a nivel nacional consta en estado de conservación de Casi amenazado (NT). También en el presente estudio se registró una especie endémica *Microsciurus simonsi*.

5.2.6.2.3 Herpetofauna

La riqueza taxonómica dentro del área de estudio presenta una importante concentración de especies dentro de la familia Strabomantidae (11 spp; 50 %), lo cual puede estar explicado por el desarrollo de una de las estrategias reproductivas más avanzadas de los anuros, el desarrollo directo, evitando así la necesidad de corrientes de agua para el depósito de huevos (Crump, 1975), así como a su dieta generalista, convirtiéndolas en especies fácilmente adaptables a distintos estratos y formaciones vegetales. La especie más abundante dentro del estudio es parte de la familia discutida previamente, Strabomantidae (*Pristimantis achatinus*). De acuerdo con Fagan (1999), la fragmentación del hábitat (formando áreas de borde) permite la penetración de organismos generalistas y fácilmente adaptables, ocupando nichos nuevos (provocados por la fragmentación) o desplazando a especies nativas; en concordancia con lo antes mencionado, la dominante presencia del cutín del occidente estaría indicando que el efecto borde y la fragmentación de hábitat están presentes en la zona de estudio; como resultado, esto favorece a la colonización de especies oportunistas o generalistas.

El muestreo cuantitativo logró registrar 22 especies (99 % de la riqueza total estimada), y la curva de acumulación no se estabiliza completamente, presentando una leve pendiente al final de la tercera unidad de muestreo, lo cual indica que es posible registrar una mayor cantidad de especies en futuros estudios.

De acuerdo con el Índice de Shannon general ($H' = 2,54$) y en base a la categorización de Yáñez (2010), se obtuvo una diversidad media para el componente de herpetofauna dentro del estudio y es un valor que se mantiene prácticamente constante en todos los puntos de muestreo cuantitativo a pesar de existir una dominancia de especies en los puntos PMH-2 y PMH-3. Esto se puede deber a que en estos puntos la dominancia mostrada por *P. achatinus* estaría influyendo negativamente en el valor del Índice de diversidad.

Dentro de los registros de herpetozoos para el presente estudio, se identificaron especies dentro de categorías de amenaza según la UICN y la Lista Roja de Especies de Anfibios y Reptiles. Las especies identificadas con amenazadas conforme la UICN (2021) fueron: *Hyloxalus infraguttatus* e *Hyloscirtus alytolylax* categorizadas como Casi amenazadas (NT), *Pristimantis nyctophylax*, *P. crucifer*, *P. muricatus* y *Epipedobates tricolor* en estado de Vulnerables (VU) y tres especies En Peligro (EN), con 13,64 % (*Pristimantis crenunguis*, *P. sobetes* y *Lepidoblepharis conolepis*).

5.2.6.2.4 Entomofauna

La alta abundancia señala la existencia de una gran variedad de microhábitats para el desarrollo de las poblaciones de invertebrados dentro de los tres puntos de muestreo cuantitativos. Los resultados obtenidos con respecto al gremio trófico para el área de estudio indican que prevalece la dominancia del grupo de las especies carnívoras, herbívoras y omnívoras, lo que sugiere que hay una buena representación de la entomofauna y que existe un buen equilibrio en las redes tróficas, evidenciadas por la presencia de insectos carnívoros. La presencia de herbívoros también demuestra la dominancia de zonas intervenidas, como pastizales, cultivos y claros de bosque, ya que este gremio es particularmente abundante por alimentarse de plantas pioneras típicas de claros de bosque.

De acuerdo con los análisis de similitud de especies, entre los estudios anteriores y el actual estudio, se observa una similitud inferior al 50 %, lo que indicaría que los puntos de estudio poseen una distinta dinámica poblacional y son muy pocas las especies afines.

Por último, en el estudio no se registraron especies de invertebrados dentro categorías de amenaza del libro rojo de la UICN (2017) ni listadas en la CITES (2017); sin embargo, se debe considerar como de interés a las siguientes especies de escarabajos copronecrófagos registrados en el actual estudio: *Canthon fulgidius*, *Sylvicanthon bridarolli* y *Oxysternon conspicillatum*, las cuales son especies de ambientes moderadamente alterados (Pulido-H., 2006), y de la especie indicadora de bosque en regeneración, *Phanaeus chalcomelas* (Pulido, 2006). Por tanto, se concluye que no existen especies sensibles o en peligro en el área de estudio, indicando que las especies presentes en el bloque están adaptadas a cambios ambientales, las cuales se seguirán registrando en el transcurso del tiempo, si las condiciones del área se mantienen.

La correlación entre la cobertura vegetal de dosel y la riqueza de mariposas no fue significativa, pero se suelen registrar más especies en mayores porcentajes de cobertura de dosel (entre 80 y 100%). Es posible que el resultado hallado se deba a que la mayoría de los senderos muestreados están en los remanentes de bosque nativo. Es importante mencionar que la cobertura de dosel regula la cantidad de luz que entra al bosque (Whitmore, 1998) y es un factor importante para insectos ectotérmicos, como las mariposas diurnas y nocturnas, que puede disminuir la riqueza en zonas muy cubiertas. Sin embargo, la presencia de adultos en estos relictos se explica en términos de recursos ecológicos.

5.2.6.3 Fauna Acuática

5.2.6.3.1 Ictiofauna

Dentro de la zona ictiohidrográfica del Guayas (G) se ha identificado un total de 63 especies logrando obtener un 7,94 %, correspondiente a las cinco especies identificadas en el actual estudio. En cuanto a la diversidad reportada para el Ecuador (951), las cinco especies corresponden a un 0,53 %.

El mayor número de especies encontradas en el área de estudio pertenecen al género *Astroblepus*, cuatro de cinco, el cual es endémico de la región andina y está representado por aproximadamente 81 especies válidas que habitan ríos de alta montaña, desde Panamá hasta Bolivia (Eschmeyer & Fong, 2017). Dentro del Ecuador se han registrado 24 especies (Barriga R., 2012) que se caracterizan por estar presentes en cuerpos de agua de estribaciones andinas alrededor de los 500 y 2100 m de altitud (Rivadeneira & Anderson, 2010). El género *Astroblepus* habita exclusivamente en los ríos de los Andes y tiene un conjunto de adaptaciones morfológicas que le permite escalar superficies rocosas verticales (Andrade-López, 2019); es por estos particulares que se debe realizar constantes monitoreos que permitan llevar un registro del comportamiento de la especie mediante la obtención cuantificable de su composición y abundancia dentro del área de estudio. La presencia del género *Astroblepus* revela que los cuerpos de agua se encuentran en buenas condiciones, ya que son de gran sensibilidad además de ser considerados bioindicadores debido a que requieren de aguas limpias y altamente oxigenadas para su desarrollo (Briñez-Vásquez, 2004), su taxonomía todavía mantiene inestable a este grupo a nivel de especie y en términos de diversidad, ya que sus características morfológicas se solapan mucho entre especies. El género *Astroblepus* presenta una diversificación algo particular, por lo que la determinación taxonómica de las especies conlleva grandes dificultades, debido a la variabilidad de criterios que poseen los especialistas en establecer características propias de cada especie para poder diferenciarlas de las demás (Tufiño P. B., 2013).

La diversidad registrada y estimada de acuerdo con las curvas de acumulación muestran una tendencia a la asíntota; sin embargo, es muy importante evaluar los monitoreos realizados en años anteriores donde el número de especies es superior, las metodologías, ubicación y número de puntos son factores esenciales que han marcado estas diferencias entre monitoreos en sus resultados finales.

El estado de conservación de cuatro de las cinco especies identificadas en el estudio corresponde a LC (preocupación menor) de acuerdo con la UICN; dentro de la lista roja de peces ecuatorianos ninguna ha sido considerada, aunque la sensibilidad del género *Astroblepus*, como se mencionó antes, es de suma importancia para tener en cuenta su especificidad y condiciones de vida donde se logran desarrollar.

Estas especies se especializan en una alimentación 100 % insectívora, no presentan un uso reportado en la zona, y mediante consultas a la comunidad no se ha indicado su consumo.

5.2.6.3.2 Macroinvertebrados Acuáticos

Los índices de diversidad mostraron en los cuerpos de agua un valor promedio con significado Regular, dado que se observó menor abundancia y riqueza en los primeros nueve sitios de muestreo y un incremento de esta en los siguientes seis sitios, con lo que se puede concluir que, aunque la diversidad no es alta en ellos sí están presentes los principales grupos bioindicadores de calidad de agua. Cabe mencionar que la diversidad de muchos de los ecosistemas acuáticos muestreados mantiene su estabilidad ecosistémica natural con un leve grado de alteración.

Los cuerpos de agua muestreados presentan macroinvertebrados de Alta sensibilidad en un 50 %, seguidos por los de Mediana sensibilidad (41 %), además de ciertos grupos resistentes a contaminantes, con el 8 %. Esto sugiere que la calidad de agua para los puntos de muestreo es buena y que la comunidad biótica en la que se desarrollan comparte distintos tipos de hábitats, por lo que son sitios ideales para el desarrollo de poblaciones macrobentónicas de distintas características que demuestran la calidad de un ecosistema.

Los índices de calidad de agua utilizados para la evaluación del ecosistema acuático de los cuerpos de agua dieron como resultado promedio una calidad de agua Muy buena, estos resultados demuestran que existen cambios en las abundancias de macroinvertebrados que son bioindicadores determinantes para registrar valores de tolerancia/intolerancia en cada cuerpo de agua, lo que demuestra que a pesar de los impactos antropogénicos registrados en zonas aledañas a los puntos de muestreo, la dinámica de las unidades hídricas sigue siendo favorable para ayudar al flujo hídrico e intercambio de especies.

5.2.7 Conclusión general

La dinámica y estructura de los bosques está determinada por la riqueza de especies y abundancia de individuos. De igual manera, es importante dentro de dinámica y estructura de los bosques la presencia de especies conspicuas, especies raras, especies endémicas y en peligro. Dentro del área de estudio se registraron especies conspicuas, especies indicadoras y especies que tienen características útiles para el ser humano (alimento, medicina, material de construcción y medioambiental). Muchas de las especies registradas son dependientes del microhábitat en el que se encuentran dadas las características y especificidad de preferencia en nichos tróficos, siendo en algunos casos muy susceptibles a fluctuaciones microclimática. Adicionalmente, dentro del área de estudio se registró la presencia de algunas especies con amenaza según la UICN. Sin Embargo, es importante destacar que, en el área de influencia del proyecto, existe una alta actividad antrópica como son la agricultura y ganadería, con las cuales la frontera agrícola se ha expandido de tal manera que, los bosques nativos han sido fragmentados. Sin embargo, en varios relictos de bosque, la presencia de las especies sensibles mencionadas dentro del estudio son un indicativo de la alta diversidad florística y faunística que se registró en el área de estudio.

Tabla de Contenido

5	Diagnóstico Ambiental-Línea Base	5-657
5.3	Caracterización Socioeconómica	5-657
5.3.1	Introducción.....	5-657
5.3.2	Delimitación del Área Geográfica Socioeconómica.....	5-657
5.3.3	Criterios Metodológicos	5-658
5.3.4	Perfil Demográfico.....	5-667
5.3.5	Alimentación y Nutrición	5-677
5.3.6	Salud	5-682
5.3.7	Educación	5-698
5.3.8	Vivienda	5-708
5.3.9	Estratificación	5-717
5.3.10	Estado de Legalización de Localidades	5-724
5.3.11	Infraestructura Física	5-736
5.3.12	Actividades Productivas.....	5-743
5.3.13	Uso del Recurso Hídrico y sus Conflictos.....	5-757
5.3.14	Uso del Suelo.....	5-764
5.3.15	Turismo y Espacios Culturales	5-766
5.3.16	Servicios Ambientales.....	5-766
5.3.17	Transporte.....	5-768
5.3.18	Campo Socioinstitucional.....	5-769

Tablas

Tabla 5-257	Área Geográfica Socioeconómica	5-658
Tabla 5-258	Instrumentos Metodológicos Cualitativos	5-660
Tabla 5-259	Lista de Entrevistados.....	5-661
Tabla 5-260	Listado de Personas Encuestadas dentro del Área Geográfica	5-666
Tabla 5-261	Número de Habitantes en el Área Geográfica	5-671
Tabla 5-262	Número de Familias en el Área Geográfica.....	5-671
Tabla 5-263	Tasa de Crecimiento Poblacional de la Jurisdicción del Área Geográfica	5-672
Tabla 5-264	Densidad Demográfica de la Jurisdicción del Área Geográfica	5-672
Tabla 5-265	Composición de la Población por Lugar de Origen en la Jurisdicción del Área Geográfica.....	5-674
Tabla 5-266	Emigración por Sexo en la Jurisdicción del Área Geográfica.....	5-675
Tabla 5-267	PEA por Sexo en la Jurisdicción del Área Geográfica.....	5-677
Tabla 5-268	PEA por Sexo de los Hogares del Área Geográfica	5-677
Tabla 5-269	Problemas Nutricionales Registrados en las Instituciones de Salud a las que Acude la Población del Área Geográfica	5-679

Tabla 5-270	Natalidad en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-682
Tabla 5-271	Mortalidad General en la Provincia Bolívar	5-683
Tabla 5-272	Mortalidad Infantil en la Provincia de Bolívar.....	5-685
Tabla 5-273	Mortalidad Materna en la Provincia de Bolívar	5-686
Tabla 5-274	Principales Causas de Morbilidad - Distrito 02D01 Guaranda	5-686
Tabla 5-275	Principales Causas de Morbilidad - Distrito 02D02 Chillanes	5-687
Tabla 5-276	Principales Causas de Morbilidad - Distrito 02D03 San Miguel	5-687
Tabla 5-277	Principales Causas de Morbilidad - Distrito 02D04 Echeandía	5-687
Tabla 5-278	Enfermedades más Comunes Registradas en las Instituciones de Salud que Utiliza la Población del Área Geográfica.....	5-688
Tabla 5-279	Establecimientos de Salud de Primer Nivel.....	5-689
Tabla 5-280	Establecimientos de Salud Utilizados por la Población del Área Geográfica.....	5-690
Tabla 5-281	Características de los Establecimientos de Salud	5-691
Tabla 5-282	Personal, Infraestructura e Insumos en los Establecimientos de Salud.....	5-691
Tabla 5-283	Servicios Básicos en los Establecimientos de Salud de las Parroquias del Área Geográfica.....	5-692
Tabla 5-284	Inmunizaciones en la Provincia de Bolívar	5-695
Tabla 5-285	Medicina Tradicional en las Localidades del Área Geográfica	5-697
Tabla 5-286	Tasa de Alfabetismo y Analfabetismo en la Población del Área Geográfica.....	5-699
Tabla 5-287	Uso de Dispositivos Electrónicos en la Población del Área Geográfica	5-699
Tabla 5-288	Instituciones Educativas en el Cantón Las Naves	5-703
Tabla 5-289	Infraestructura Educativa Ubicada en las Localidades del Área Geográfica.....	5-705
Tabla 5-290	Lugar de Acceso a la Educación de la Población de las Localidades del Área Geográfica.....	5-705
Tabla 5-291	Apoyo Escolar de las Instituciones Educativas Ubicadas en las Localidades del Área Geográfica	5-705
Tabla 5-292	Infraestructura Física de las Instituciones Educativas Ubicadas en las Localidades del Área Geográfica	5-706
Tabla 5-293	Infraestructura Educativa de las Instituciones Educativas Ubicadas en las Localidades del Área Geográfica.....	5-706
Tabla 5-294	Servicios Básicos de las Instituciones Educativas Ubicadas en las Localidades del Área Geográfica	5-706
Tabla 5-295	Registro de Personal y Estudiantes de los Establecimientos Educativos en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-708
Tabla 5-296	Registro de Personal y Estudiantes de los Establecimientos Educativos en las Localidades del Área Geográfica	5-708
Tabla 5-297	Viviendas en el Área Geográfica	5-710
Tabla 5-298	Dimensiones de la Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas	5-719
Tabla 5-299	Pobreza por NBI en la Jurisdicción del Área Geográfica.....	5-719
Tabla 5-300	Principales Festividades en las Localidades del Área Geográfica	5-722

Tabla 5-301	Participación Social de los Propietarios de los Predios que se Intersecan con el Área Geográfica	5-723
Tabla 5-302	Forma de Convocatoria en las Localidades del Área Geográfica	5-724
Tabla 5-303	Listado de Propietarios del Área Geográfica	5-726
Tabla 5-304	Descripción El Panecillo	5-729
Tabla 5-305	Descripción Esperanza Alta	5-730
Tabla 5-306	Descripción Esperanza Baja.....	5-731
Tabla 5-307	Descripción Unión del Congreso	5-732
Tabla 5-308	Descripción Naves Chico.....	5-733
Tabla 5-309	Descripción Selva Alegre.....	5-735
Tabla 5-310	Vías de Acceso en las Localidades del Área Geográfica	5-737
Tabla 5-311	Infraestructura Comunitaria en las Localidades del Área Geográfica	5-738
Tabla 5-312	Infraestructura Comunitaria en la Cabecera Cantonal Las Naves	5-739
Tabla 5-313	Número de Fincas Estimado por Localidad del Área Geográfica.....	5-743
Tabla 5-314	Uso del Suelo por Extensión en los Hogares del Área Geográfica	5-745
Tabla 5-315	Principales Bienes de Producción Agrícola en las Localidades del Área Geográfica.....	5-746
Tabla 5-316	Principales Bienes de Producción Pecuaria y Crianza de Animales en las Localidades del Área Geográfica.....	5-747
Tabla 5-317	PET, PEA y PEI por Sexo en las Jurisdicciones del Área Geográfica	5-750
Tabla 5-318	PET, PEA y PEI, Ocupados y Desocupados por Sexo en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica.....	5-750
Tabla 5-319	Modelo de Gestión de la Provincia Bolívar.....	5-753
Tabla 5-320	Instituciones que Apoyan a las Localidades del Área Geográfica.....	5-757
Tabla 5-321	Captaciones de Agua de las Viviendas Ocupadas en el Área Geográfica	5-758
Tabla 5-322	Captaciones de Agua con Autorización de la SENAGUA	5-761
Tabla 5-323	Uso del Suelo en las Localidades del Área Geográfica.....	5-765
Tabla 5-324	Inventario de Atractivos Turísticos y Espacios Culturales en el Cantón Las Naves ...	5-766
Tabla 5-325	Inventario de Atractivos Turísticos y Espacios Culturales en las Localidades del Área Geográfica	5-766
Tabla 5-326	Uso de Servicios Ambientales en el Área Geográfica	5-767
Tabla 5-327	Medios de Transporte Utilizados por los Hogares del Área Geográfica.....	5-768
Tabla 5-328	Autoridades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD)	5-769
Tabla 5-329	Autoridades de la Gobernación y Jefes Políticos	5-769
Tabla 5-330	Autoridades de las Instituciones Públicas del Área Geográfica	5-770
Tabla 5-331	Organizaciones Sociales en las Localidades del Área Geográfica	5-771
Tabla 5-332	Posturas de los Actores Sociales Frente al Proyecto.....	5-773
Tabla 5-333	Posturas de Actores Institucionales Frente al Proyecto	5-774

Tabla 5-334	Actores Institucionales con Posturas en Contra o Neutrales a las Actividades Mineras	5-774
Tabla 5-335	Percepción sobre la Comunicación de la Empresa con la Localidad	5-775
Tabla 5-336	Percepción de los Aspectos Positivos de la Empresa	5-776
Tabla 5-337	Percepción de los Aspectos Negativos de la Empresa	5-777
Tabla 5-338	Percepción de la Gestión social de la Empresa	5-778
Tabla 5-339	Percepción de la Gestión Ambiental de la Empresa	5-779

Figuras

Figura 5-345	Estructura de la Caracterización Socioeconómica (línea base social)	5-667
Figura 5-346	Población por Sexo de la Jurisdicción del Área Geográfica	5-668
Figura 5-347	Población por Sexo en los Hogares del Área Geográfica	5-668
Figura 5-348	Pirámide Poblacional de la Provincia Bolívar	5-669
Figura 5-349	Pirámide Poblacional del Cantón Las Naves	5-670
Figura 5-350	Pirámide Poblacional del Área Geográfica	5-670
Figura 5-351	Autodefinición Étnica de la Jurisdicción del Área Geográfica	5-673
Figura 5-352	Autodefinición Étnica en el Área Geográfica	5-673
Figura 5-353	Lugar de Origen de la Población Inmigrante en el Área geográfica	5-675
Figura 5-354	Principal Motivo de Viaje en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-676
Figura 5-355	Principal Motivo de Viaje de la Población Migrante del Área Geográfica	5-676
Figura 5-356	Abastecimiento de Alimentos en los Hogares del Área Geográfica	5-678
Figura 5-357	Número de Veces que se Alimentan los Hogares del Área Geográfica	5-679
Figura 5-358	Problemas Nutricionales en los Hogares del Área Geográfica	5-680
Figura 5-359	Procedencia Principal de Agua en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-681
Figura 5-360	Procedencia Principal de Agua en las Viviendas del Área Geográfica	5-681
Figura 5-361	Tratamiento del Agua en los Hogares del Área Geográfica	5-682
Figura 5-362	Morbilidad por Sexo en la Población del Área Geográfica	5-688
Figura 5-363	Enfermedades más Comunes Registradas en la Población del Área Geográfica	5-689
Figura 5-364	Nivel de Analfabetismo en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-698
Figura 5-365	Acceso a Internet en la Población del Área Geográfica	5-699
Figura 5-366	Nivel de Instrucción en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-700
Figura 5-367	Nivel de Instrucción en la Población del Área Geográfica	5-701
Figura 5-368	Tipo de Establecimientos en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-707
Figura 5-369	Tipo de Establecimientos a los que Acuden los Estudiantes del Área Geográfica	5-707
Figura 5-370	Condición de Ocupación de la Vivienda	5-709
Figura 5-371	Tipo de Vivienda en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-711
Figura 5-372	Tipo de Viviendas en el Área Geográfica	5-711

Figura 5-373	Material del Techo en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-712
Figura 5-374	Material del Techo en las Viviendas del Área Geográfica	5-712
Figura 5-375	Material de las Paredes en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-713
Figura 5-376	Material de las Paredes en las Viviendas del Área Geográfica	5-714
Figura 5-377	Material del Piso en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-714
Figura 5-378	Material del Piso en las Viviendas del Área Geográfica	5-715
Figura 5-379	Propiedad de la Vivienda en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-716
Figura 5-380	Propiedad de las Viviendas del Área Geográfica	5-716
Figura 5-381	Documento de Acreditación de la Propiedad de las Viviendas del Área Geográfica	5-717
Figura 5-382	Principal Fuente de Ingresos en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica	5-718
Figura 5-383	Nivel de Ingresos en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica	5-718
Figura 5-384	Pobreza por NBI en los Hogares del Área Geográfica	5-720
Figura 5-385	Recepción del Bono o Subsidio en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica	5-721
Figura 5-386	Tipo de Bono Recibido en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica	5-721
Figura 5-387	Tipo de Vías de Acceso a las Viviendas del Área Geográfica	5-737
Figura 5-388	Medios de Transporte en los Hogares del Área Geográfica	5-738
Figura 5-389	Energía Eléctrica de las Viviendas en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-740
Figura 5-390	Eliminación de Basura en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-741
Figura 5-391	Eliminación de Basura Orgánica en los Hogares del Área Geográfica	5-741
Figura 5-392	Eliminación de Excretas en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-742
Figura 5-393	Eliminación de Excretas en los Hogares del Área Geográfica	5-742
Figura 5-394	Tenencia de Tierras/Fincas en los Hogares del Área Geográfica	5-744
Figura 5-395	Documentos de Acreditación de la Tenencia de la Tierra en los Hogares del Área Geográfica	5-744
Figura 5-396	Orden de Importancia del Uso del Suelo Agrícola en los Hogares del Área Geográfica	5-745
Figura 5-397	Pesca, Cacería y Extracción de Madera en los Hogares del Área Geográfica	5-748
Figura 5-398	Contribución de los Proyectos Mineros en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica	5-748
Figura 5-399	Estructura del Mercado Laboral	5-749
Figura 5-400	Rama de Actividad en la Jurisdicción del Área Geográfica	5-751
Figura 5-401	Rama de Actividad en los Hogares del Área Geográfica	5-753
Figura 5-402	Orden de Importancia del Uso del Recurso Hídrico en los Hogares del Área Geográfica	5-759
Figura 5-403	Captaciones de Agua Relacionadas al Área Geográfica	5-764
Figura 5-404	Importancia del Uso del Suelo en los Hogares del Área Geográfica	5-765

Página en blanco

5 Diagnóstico Ambiental-Línea Base

5.3 Caracterización Socioeconómica

5.3.1 Introducción

Este análisis corresponde a la descripción y estudio de la situación del entorno socioeconómico del proyecto Curipamba-El Domo de la Empresa Curimining S. A. (en adelante, la Empresa) en el marco de la fase de explotación y beneficio.

El levantamiento de la línea base para la caracterización socioeconómica toma en cuenta investigación bibliográfica e investigación de campo, con lo cual se describen el perfil demográfico, la alimentación y nutrición, la salud, la educación, las características de las viviendas, la estratificación socioeconómica, el estado de legalidad de las localidades y de los predios, la infraestructura física presente, las actividades productivas, el uso del recurso hídrico y del suelo, el turismo y espacios culturales, el transporte y el campo socioinstitucional. Esta descripción permite comprender los procesos de asentamiento, consolidación y expansión de los espacios rurales, así como las dinámicas vinculadas a las actividades agrícolas, ganaderas y comerciales de la población en la zona de estudio. Las temáticas y el orden de estas se han realizado según lo establecido en el Anexo 1: Guía General para Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021)¹.

Dentro del EsIA esta información permite reconocer las condiciones socioeconómicas y culturales actuales de la población asentada en el área estudio. En tal sentido, es una herramienta importante, ya que al ser una base presenta criterios válidos para analizar los aspectos más sensibles e identificar los posibles riesgos e impactos (positivos o negativos) que se puedan generar en el entorno y la población circundante; así como para delimitar lo que será el área de influencia directa e indirecta del proyecto conforme a lo establecido por la legislación vigente; y, definir los planes de manejo ambiental con sus respectivas medidas de mitigación.

5.3.2 Delimitación del Área Geográfica Socioeconómica

Se entiende al área geográfica del proyecto como el área o espacio físico en el cual se presentan los posibles impactos ambientales como producto de la interacción del proyecto obra o actividad con el ambiente (Estado Ecuatoriano, 2019).

La división político-administrativa consagrada en la Constitución del 2008, Artículo 242, señala: “El Estado se organiza territorialmente en: regiones, provincias, municipios y parroquias rurales. Los distritos metropolitanos autónomos, la provincia de Galápagos y las circunscripciones territoriales indígenas y pluriculturales serán regímenes especiales”. En tal sentido, la provincia es el territorio integrado por cantones; el cantón, a su vez, está conformado por parroquias rurales y cabeceras parroquiales y cantonales, siendo esta la división política administrativa reconocida más pequeña (Estado Ecuatoriano, 2008).

Sin embargo, sobre este territorio se asientan varias poblaciones o agrupación de viviendas que dependiendo de la región en la que se encuentran toman el nombre de: comuna, comunidad, recinto, caserío, entre otros; normalmente, están conformadas por la agrupación continua de predios, fincas o solares. Así también, en algunos casos cuentan con un centro poblado en el que se concentran las viviendas y la infraestructura comunitaria, tales como: casa comunal, escuela, cancha deportiva, iglesia, entre otras infraestructuras. En otros casos corresponde solo a la agrupación de fincas individuales sin

¹ El documento citado no ha sido publicado oficialmente por la autoridad ambiental. Una explicación más detallada sobre el uso de esta guía se puede revisar en el Capítulo 1. Introducción.

centro poblado; generalmente, los pobladores se agrupan en una organización social que los representa e identifica. Por lo antes expuesto, con la finalidad de unificar un criterio a lo largo del documento, se ha tomado la denominación de *localidad* a todo asentamiento menor que el nivel parroquial rural, cuente o no con centro poblado.

Por consiguiente, el área geográfica socioeconómica está conformada por los predios que se intersecan con esta y, por ende, con las localidades a las que estos pertenecen, que han sido determinadas por 44 predios pertenecientes a siete localidades (Anexo B. Cartografía; Mapa 5.3-1 Localidades y Mapa 5.3-2 Predios).

Al interior de estas localidades y propiedades se delimitará el área de influencia social directa (AISD), en sus niveles colectivo (localidades) e individual (predios), conforme lo establecido en la legislación vigente (Estado Ecuatoriano, 2019). Finalmente, la jurisdicción del área geográfica, entendiéndose como las unidades político-territoriales donde se desarrolla el proyecto, obra o actividad, comprende a la parroquia Las Naves, cantón Las Naves, en la provincia de Bolívar.

Lo antes señalado, se sistematiza en la siguiente tabla.

Tabla 5-257 Área Geográfica Socioeconómica

Provincia	Cantón	Parroquia	Localidad
Bolívar	Las Naves	Las Naves	Jerusalén
			Esperanza Alta
			Esperanza Baja
			Naves Chico
			El Panecillo
			Selva Alegre
			Unión del Congreso

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.3 Criterios Metodológicos

La caracterización socioeconómica de las localidades que se intersecan con el área geográfica del proyecto fue realizada con un alcance descriptivo basado en un enfoque mixto metodológico de la investigación entendido como un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en el mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema, y se fundamenta en la triangulación de métodos (Hernandez Sampieri, Fernández-Collado & Baptista Lucio, 1996). En tal sentido, se aplicaron técnicas de investigación básicas cuantitativas y cualitativas en ambos casos con instrumentos metodológicos contruidos para las características y alcance del proyecto.

La investigación de campo se realizó en dos momentos: el primero, fue para la identificación de predios y propietarios dentro del área geográfica, esta salida se ejecutó del 6 al 8 de julio de 2021; posteriormente, se realizó el levantamiento de información cuantitativa y cualitativa del área geográfica social del 2 al 6 de agosto de 2021.

En el Anexo C (Respaldos LB; C.3 Social; C.3.1. Herramientas de campo) constan los formatos de los formularios utilizados en la campaña de levantamiento de información. Asimismo, en el Anexo C.3.2. (Respaldo Formularios), se presenta el respaldo digital de los formularios aplicados.

5.3.3.1 Recopilación de Información Cualitativa

Según lo señalado por Todd, 2005, citado por Hernández Samperi (2006), el enfoque cualitativo se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados ni completamente predeterminados. No se efectúa

una medición numérica, por lo cual el análisis no es estadístico. La recolección de los datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (sus emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos subjetivos). También resultan de interés las interacciones entre individuos, grupos y colectivos. El investigador pregunta cuestiones abiertas, recaba datos expresados a través del lenguaje escrito, verbal y no verbal, así como visual, los cuales describe y analiza y los convierte en temas que vincula y reconoce sus tendencias personales.

Al aplicar esta técnica de investigación se buscó entender los fenómenos desde la perspectiva de los actores. En otras palabras, la encuesta arroja porcentajes estadísticos, mientras que la investigación cualitativa dice el porqué de esos indicadores estadísticos, de tal forma que se pudo indagar a profundidad en las percepciones de los individuos sin pretender encontrar una verdad absoluta y mucho menos cuantificarla.

En tal virtud, y en base a lo referenciado en el Anexo 1: Guía General para Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021)², para la recopilación de información cualitativa se utilizaron las siguientes herramientas:

Revisión bibliografía secundaria: Se refiere a la revisión de documentos o datos públicos de fuentes oficiales, como es el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE); información de varios ministerios, como Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), Ministerio de Educación, mediante el Archivo Maestro de Instituciones Educativas (AMIE) y Ministerio de Salud Pública (MSP); así como los planes de ordenamiento y desarrollo territorial (PDOT) provincial, cantonales y parroquiales.

Observación participante del escenario local: Consiste en observar el entorno o la realidad donde se desenvuelven y desarrollan las localidades, captar la información y registrarla para su posterior análisis, generalmente a través de recorridos que permiten visualizar y contrastar la realidad con los datos obtenidos mediante las encuestas y entrevistas realizadas en el área.

Recorridos de caracterización: Se basó en el reconocimiento y caracterización de cada uno de los predios en los que se encuentren viviendas u otro tipo de infraestructura de acuerdo con su ubicación geográfica en relación con la implantación del proyecto. El recorrido fue acompañado por un equipo del departamento de RR. CC. de Curimining y se utilizó como herramienta la ficha que se describe a continuación.

> **Ficha para la identificación de predios y propietarios:** Como instrumento metodológico del recorrido de caracterización se empleó una ficha de identificación de predios y propietarios. La ficha tuvo como fin registrar las principales características del predio y del propietario relacionadas a la presencia de infraestructura, especialmente de viviendas ocupadas, uso del suelo, captaciones de agua dentro del predio o fuentes naturales de agua, entre otros, y registrar mediante un GPS navegador las coordenadas de estas.

Registros georreferenciados: Mediante las aplicaciones móviles Avenza Maps y TimeStamp, durante la visita de campo se levantaron coordenadas de la infraestructura comunitaria con la que cuentan los moradores de las localidades del área geográfica, así como aquellas de la cabecera parroquial, tales como: casas comunales, iglesias, establecimientos educativos y de salud, entre otros. Esta información se encuentra plasmada en el Registro Georreferenciado de Infraestructura Comunitaria y graficada en el mapa de localidades (Anexo B. Cartografía; mapa 5.3-1 Mapa de localidades).

Adicionalmente, se georreferenció todas las viviendas ubicadas en cada predio que se interseca con el área geográfica (ocupadas, desocupadas y temporales) que constan en el Registro Georreferenciado de

² El documento citado no ha sido publicado oficialmente por la autoridad ambiental. Una explicación más detallada sobre el uso de esta guía se puede revisar en el Capítulo 1. Introducción.

Receptores Sensibles y se las graficó en el mapa de receptores sensibles (Anexo B. Cartografía; mapa 5.3-1 Mapa de localidades).

Con el fin de afinar las coordenadas levantadas en campo, dado que las aplicaciones presentan un margen de error de ± 10 m, en fase de gabinete el equipo técnico de GIS verificó las coordenadas en base a la imagen satelital del proyecto. Por tanto, las coordenadas descritas en los registros fotográficos como en los diferentes formularios pueden variar en relación con las tablas CONAGE (Consejo Nacional de Geoinformática).

Entrevistas semiestructuradas: Consisten en diálogos abiertos con actores sociales del área geográfica e instituciones locales. Las entrevistas contienen preguntas abiertas estructuradas combinadas con diálogos semiestructurados, con un objetivo o fin específico. Es una entrevista no estructurada, directa y personal en la que el entrevistador capacitado interroga al actor social con la finalidad de indagar sus motivaciones, creencias, actitudes y sentimientos subyacentes acerca de un tema. Las entrevistas a profundidad desde la visión de Luis Alfonso Pérez (2004) se aplican dentro de las primeras fases de toda investigación. El investigador pone atención al lenguaje corporal y a la intensidad emocional con que expresan sus opiniones. Por esto, su aplicación exige por parte del investigador la posesión de conocimientos en psicología, sociología y antropología, además de experiencia profesional en el diseño y aplicación de estudios políticos cualitativos (Dávalos, 2012).

A continuación, se detallan los instrumentos metodológicos utilizados para las entrevistas semiestructuradas.

Tabla 5-258 Instrumentos Metodológicos Cualitativos

Tipo	Objetivo	Metodología de Aplicación	Población Aplicada	Temas Tratados
Formulario de localidades	Conocer las características de las localidades del área geográfica y su interacción con el entorno social.	Entrevista semiestructurada con preguntas-guía	Dirigentes o representantes de las localidades del área geográfica o un representante por experiencia (personas que han vivido muchos años en la zona).	Conformación de la localidad, aspectos demográficos generales, uso de recursos naturales, infraestructura comunitaria y servicios básicos con los que cuenta la localidad, actividades económicas, vías y medios de transporte y apoyo institucional que recibe la localidad.
Formulario organizaciones sociales	Identificar las organizaciones sociales de la sociedad civil y obtener información sobre su razón de ser y cómo operan.	Entrevista semiestructurada con preguntas-guía.	Dirigentes de organizaciones sociales.	Tipo de organización (precooperativas, cooperativas, asociaciones, etc.), cuál es su fin, cuántos socios tiene, estatus legal, constitución, cuenta con terreno, cuál es la directiva.
Formulario recursos naturales	Conocer el uso y aprovechamiento de los recursos naturales de las localidades del área geográfica.	Entrevista semiestructurada con preguntas-guía.	Dirigentes o representantes de las localidades del área geográfica o un representante por experiencia (personas que han vivido muchos años en la zona).	Uso de recursos naturales, agua y suelo, identificación de cuerpos de agua naturales y artificiales.
Ficha para la identificación de predios y propietario	Caracterizar una propiedad y/o infraestructura de los predios por	Observación directa o a través de entrevistas semiestructuradas.	Representante del sistema de agua.	Condiciones de la propiedad e infraestructura existente, relación con el sistema de agua.

Tipo	Objetivo	Metodología de Aplicación	Población Aplicada	Temas Tratados
	donde atraviesan los sistemas de agua dentro el área geográfica.			
Formulario de Educación	Conocer las características de las instituciones educativas del área geográfica.	Entrevista semiestructurada con preguntas-guía	Representante de la institución de educativa	Profesores, alumnos, jurisdicción, modalidad, infraestructura, organización escolar, programas escolares, servicios básicos, infraestructura
Formulario de Salud	Conocer las características de las instituciones de salud del área geográfica	Entrevista semiestructurada con preguntas-guía	Representante de la institución de salud	Personal y servicios, área de cobertura, infraestructura y servicios básicos disponibles, cartera de servicios y producción, perfil epidemiológico de la población, insumos, problemas de salud, apoyo a la institución
Mapa parlante	Delimitar predios o localidades del área geográfica, siempre que no se cuente con información oficial.	Observación directa y utilización del GPS georreferenciado para levantar coordenadas, entrevistas.	Propietario de predios o dirigente o representante de las localidades del área geográfica, un representante por experiencia (personas que han vivido muchos años en la zona).	Límites de las localidades o predios.

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En la siguiente tabla se listan las personas entrevistadas, de acuerdo con las herramientas anteriormente mencionadas.

Tabla 5-259 Lista de Entrevistados

Fecha de la Entrevista	Nombre del Entrevistado	Cargo	Institución/ Organización/ Localidad	Jurisdicción Político-Administrativa (provincia, cantón, parroquia)	Contacto (teléfono)	Herramienta
5/8/2021	Carlos Borja	Presidente de la Asociación de Trabajadores Agrícolas y Productores Agropecuarios	Unión del Congreso	Las Naves	0939169360	Formulario de localidades, Formulario de recursos naturales y Formulario de organizaciones sociales
4/8/2021	Joffre Urbina	Presidente de la Directiva Comunitaria	El Panecillo	Las Naves	0961920079	
5/8/2021	Medardo Echeverría	Representante por experiencia (34 años en la localidad)	Esperanza Baja	Las Naves	0962900730	

Fecha de la Entrevista	Nombre del Entrevistado	Cargo	Institución/ Organización/ Localidad	Jurisdicción Político-Administrativa (provincia, cantón, parroquia)	Contacto (teléfono)	Herramienta
3/8/2021	Cesar Saltos	Presidente de la Directiva Comunitaria	Naves Chico	Las Naves	0985588672	
6/8/2021	Luis Velasco	Técnico social Curimining	Naves Chico	Las Naves	0992412771	Formulario de organizaciones sociales
5/8/2021	Margoth Martínez	Representante por experiencia/ moradora	Esperanza Alta	Las Naves	0980099651	Formulario de localidades y formulario de recursos naturales
4/8/2021	Napoleón Espín	Representante por experiencia	Selva Alegre	Las Naves	0993193748	
12/7/2021	De la Cruz Santillán Tandapilco	Propietario	El Panecillo	Las Naves	0998703287	Ficha para la identificación de predios y propietarios
24/7/2021	Manuel Maliza Rea	Propietario	Esperanza Alta	Las Naves	-	
14/7/2021	Irma Verónica Lara Martínez	Hija de la propietaria Marile Margoth Martínez Andrade	Esperanza Alta	Las Naves	0997244845	
15/7/2021	Segundo Ángel Santillán Rea	Tío de la propietaria Normina Barragán Santillán	Esperanza Alta	Las Naves	-	
15/7/2021	María Concesión Guaquipana Manobanda	Esposa del propietario Walter Manuel Hinojosa	Esperanza Baja	Las Naves	-	
15/7/2021	Saúl Borja Yánez	Hermano del propietario Carlos Olmedo Borja Yánez	Unión del Congreso	Las Naves	033032065	
14/7/2021	José Antonio Sánchez Valencia	Cuidador del propietario Antonio Tamame Amangache	Naves Chico	Las Naves	0989155559	
15/7/2021	Washinton Geovany Caizaguano Guatanda	Cuidador del propietario Galo Enrique Gavilánez Rosero	Naves Chico	Las Naves	0980629976	
14/7/2021	Gonzalo Eduardo Tocta Camacho	Propietario	Naves Chico	Las Naves	0995941012	

Fecha de la Entrevista	Nombre del Entrevistado	Cargo	Institución/ Organización/ Localidad	Jurisdicción Político-Administrativa (provincia, cantón, parroquia)	Contacto (teléfono)	Herramienta
15/7/2021	Jofre Rodolfo Quingaguano Quishpe	Cuidador del propietario Juan Olmedo Saltos Parco	Naves Chico	Las Naves	0982958141	
15/7/2021	María Gloria Tocta Camacho	Nieta del propietario Martín Tocta Tolombo (predio 1)	El Panecillo	Las Naves	3035845	
13/7/2021	María Gloria Tocta Camacho	Nieta del propietario Martín Tocta Tolombo (predio 2)	Selva Alegre	Las Naves	3035845	
15/7/2021	María Gloria Tocta Camacho	Nieta del propietario Martín Tocta Tolombo (predio 3)	Selva Alegre	Las Naves	3035845	
14/7/2021	Patricio Yeovani Urbina Espín	Cuidador del propietario Martín Tocta Tolombo	Selva Alegre	Las Naves	0991467315	
14/7/2021	Raúl Ramiro Quilligana Urbina	Propietario	Naves Chico	Las Naves	0959251956	
14/7/2021	Blanca Gavilánez Rosero	Madre del propietario William Wilfrido Quilligana Gavilanes	Naves Chico	Las Naves	0959251956	
13/7/2021	María Raquel Macías Cobeña	Esposa del propietario Celso Amado Guerrero Carvajal	Selva Alegre	Las Naves	0968393104	
13/7/2021	Juan Augusto Orozco Tumaylla	Esposo de la propietaria María Emilia Yunapanta Tocta	El Panecillo	Las Naves	0997090498	
13/7/2021	María Raquel Macías Cobeña	Propietario	Selva Alegre	Las Naves	0968393104	
12/7/2021	Monica Shirley Guerrero Macías	Hija de la propietaria María Raquel Macías Cobeña	Selva Alegre	Las Naves	0982507544	
14/7/2021	Ángel Napoleón	Cuidador del propietario	Selva Alegre	Las Naves	0993193748	

Fecha de la Entrevista	Nombre del Entrevistado	Cargo	Institución/ Organización/ Localidad	Jurisdicción Político-Administrativa (provincia, cantón, parroquia)	Contacto (teléfono)	Herramienta
	Espín Guerrero	Gustavo Espinoza Chimbo				
4/8/2021	Carmen Sánchez	Líder docente	Escuela de educación básica Humberto Mata Martínez, Selva Alegre	Las Naves	0980349056	Formulario de Educación
7/8/2021	Soledad Barragán	Líder docente	EEB Coronel Mariano Saltos Albán, Jerusalén	Las Naves	0987372847	
6/8/2021	Nancy Cornejo	Administradora técnica	Centro de salud Echeandía, Cabecera parroquial Echeandía	Echeandía	0999569375	Formulario de Salud
5/8/2021	Nelly Verdesoto	Auxiliar de enfermería	Seguro Social Campesino El Congreso, El Congreso	Echeandía	0993181880	
4/8/2021	Henry Núñez	Médico	Consultorio médico Curimining, cabecera cantonal Las Naves	Las Naves	0987578124	
4/8/2021	Alison López	Médico	Centro de salud Las Naves, cabecera cantonal Las Naves	Las Naves	0987043941	

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Es importante mencionar que a pesar de los intentos de acercamiento con los líderes comunitarios de Jerusalén no fue posible obtener las entrevistas respectivas para la caracterización de la localidad, ya que los representantes, así como la población son opositores a la actividad minera, lo que ha generado a lo largo del tiempo un nivel de conflictividad social alto. Mayor información se presenta en la sección 5.3.10.3.7.

Por tanto, a lo largo del presente capítulo no se cuenta con información de Jerusalén en varias secciones.

5.3.3.2 Recopilación de Información Cuantitativa

La investigación de línea base es una medición que analiza todos los indicadores relacionados con el entorno de acción, la cual facilita conocer el valor real de las variables al momento de iniciarse las acciones planificadas; es decir, establece los pasos iniciales para un plan de acción a largo o corto plazo. En una investigación cuantitativa se utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en

una población; busca ser objetiva y aplica la lógica deductiva de lo general a lo particular (Hernández Samperi, 2006). En tal sentido, el estudio plantea un análisis general a nivel de la jurisdicción del área del estudio para luego contrastar con los del nivel del área geográfica.

La información cuantitativa permitirá evaluar estratégicamente la situación actual de las áreas de estudio, y los resultados permitirán tomar decisiones a corto y largo plazo con la finalidad de generar una evolución del proceso que se está evaluando.

La recopilación de información cuantitativa toma como base lo referenciado en el Anexo 1: Guía General para Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021)³ y en dos herramientas: recopilación estadística de indicadores sociales y aplicación de encuestas a hogares del área geográfica.

Levantamiento de información bibliográfica: Se realizó una recopilación de los principales indicadores sociales mediante datos estadísticos a nivel de la provincia y cantón del área geográfica: Bolívar y Las Naves (denominada jurisdicción del área geográfica), al ser cabecera cantonal la parroquia Las Naves, los datos a nivel del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) son los mismos que del cantón. Esta información se obtuvo de fuentes oficiales, tales como: el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE), los datos del VII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda, realizado en el 2010 por el INEC, así como información de los ministerios de Inclusión Económica y Social (MIES); de Educación, mediante el Archivo Maestro de Instituciones Educativas (AMIE); y, de Salud Pública (MSP).

Encuesta a hogares: Para profundizar la información socioeconómica de la población que habita en los predios que se intersecan con el área geográfica, se llevó a cabo un levantamiento cuantitativo mediante la aplicación de encuestas socioeconómicas, herramienta que fue diseñada en base al formulario del VII Censo Poblacional y VI de Vivienda 2010, realizado por el INEC, con variantes en el orden de interrogantes y la introducción de nuevas preguntas con base a la experiencia de la consultora y el objetivo del presente estudio.

El formulario estuvo orientado a recopilar información a nivel de hogares, relacionada a aspectos demográficos, económicos, de salud, educación, vivienda, hogar, servicios básicos, uso de recursos naturales y de percepción sobre el proyecto. El formato del formulario aplicado en campo está en el Anexo C. Respaldo LB; C.3 Social; C.3.1. Herramientas de campo, al igual que los respaldos C. Respaldo LB; C.3 Social; C.3.2. Respaldo formularios.

Dado que la primera jornada de campo tuvo como uno de sus objetivos identificar las viviendas ocupadas, desocupadas, temporales y en construcción, se obtuvo como resultado que dentro de los predios que se intersecan con el área geográfica existen 21 viviendas ocupadas que fueron encuestadas en la segunda fase de campo. En la segunda jornada se identificaron cuatro viviendas adicionales dentro de los mismos predios identificados inicialmente, es decir, dentro del área geográfica existe un total de 25 viviendas ocupadas.

Con el fin de recabar toda la información, metodológicamente se planteó que en caso de encontrarse con viviendas ocupadas con personas ausentes se las visitó hasta en dos ocasiones adicionales en diferentes días y horarios.

El equipo social responsable de la aplicación de las encuestas en los hogares estuvo conformado por un coordinador y dos encuestadores, quienes recibieron capacitación previa referente a la presentación y al diligenciamiento del formulario; llenar el formulario tuvo una duración de una hora aproximadamente.

En la tabla a continuación se presenta el listado de las personas encuestadas. En total se encuestó a 21 personas, entre jefes de hogar dueños de los predios o algún familiar disponible al momento de la visita

³ El documento citado no ha sido publicado oficialmente por la autoridad ambiental. Una explicación más detallada sobre el uso de esta guía se puede revisar en el Capítulo 1. Introducción.

de las viviendas ocupadas de los predios que se intersecan con el área geográfica. En los predios de la localidad Jerusalén que se interseca con el área geográfica no se identificaron viviendas, por lo que no se registran encuestas.

Tabla 5-260 Listado de Personas Encuestadas dentro del Área Geográfica

Localidad	Encuestas efectivas		
	Código de la Encuesta	Nombre del Jefe/a de Hogar	Nombre del Informante
El Panecillo	C01	De La Cruz Santillán Tandapilco	De La Cruz Santillán Tandapilco
	C17	Martín Tocta Tolombo	Martín Tocta Tolombo
	C24	Juan Augusto Orozco Tumailla	Juan Augusto Orozco Tumailla
Esperanza Alta	C08	Manuel Maliza Rea	Manuel Maliza Rea
	C09	Marlie Margoth Martínez Andrade	Marlie Margoth Martínez Andrade
Esperanza Baja	C04	Elías Manuel Tandapilco Ullloa	Elías Manuel Tandapilco Ullloa
	C11	Walter Manuel Hinojosa	Delia Teresa Hinojosa Guaquipana
Unión del Congreso	C12	Carlos Olmedo Borja Yáñez	Olga Marlene Garófalo Sarmiento
	C34	Luz Umbelina Yáñez Urbano	Luz Umbelina Yáñez Urbano
	C35	Ángel Jheferson Borja Vásconez	Ángel Jheferson Borja Vásconez
Naves Chico	C15	Gonzalo Eduardo Tocta Camacho	Gonzalo Eduardo Tocta Camacho
	C16	Carlos Rubén Saltos Parco	Carlos Rubén Saltos Parco
	C21	Raúl Ramón Quilligana Urbina	Blanca Dorila Gaviláñez Rosero
Selva Alegre	C18	María Gloria Tocta Camacho	Julio Humberto Mantilla Tocta
	C20	Patricio Geovanny Urbina Espín	Patricio Geovanny Urbina Espín
	C23	Darwin Ismael Guerrero Macías	Darwin Ismael Guerrero Macías
	C25	María Raquel Macías Cobena	Nely Maricela Guerrero Macías
	C26	Fernando Isaías Yumitaxi Chimbo	Mónica Shirley Guerrero Macías
	C27	Napoleón Yunapanta Tocta	María Clelia Orozco Tumailla
	C28	Amable Javier Jiménez Gonzáles	Amable Javier Jiménez Gonzáles
C30	Nelson Alexander Saltos Rea	Katherine Alexandra Chimbo Toapanta	

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Es importante mencionar que durante el levantamiento de información se obtuvo dos rechazos, uno por parte de William Santillán y otro por parte de Lola María Llumitagsi, debido a que son pobladores de oposición a la actividad minera. Por otro lado, se obtuvo dos casos de viviendas ocupadas con personas ausentes, un caso de Luis Sánchez y el otro de Galo Gaviláñez.

La distribución de viviendas entre ocupadas, desocupadas y temporales se puede ver en la sección 5.3.8.1 Número de Viviendas en el Área Geográfica.

Con base en las definiciones de área de influencia del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, publicado en el Registro Oficial No. 752, el 12 de junio de 2019, a continuación, se presenta un diagrama de la metodología planteada y la aplicación de los métodos cuantitativos y cualitativos para la presente caracterización socioeconómica, bajo cuya estructura se desarrollan los resultados de los distintos factores sociales.

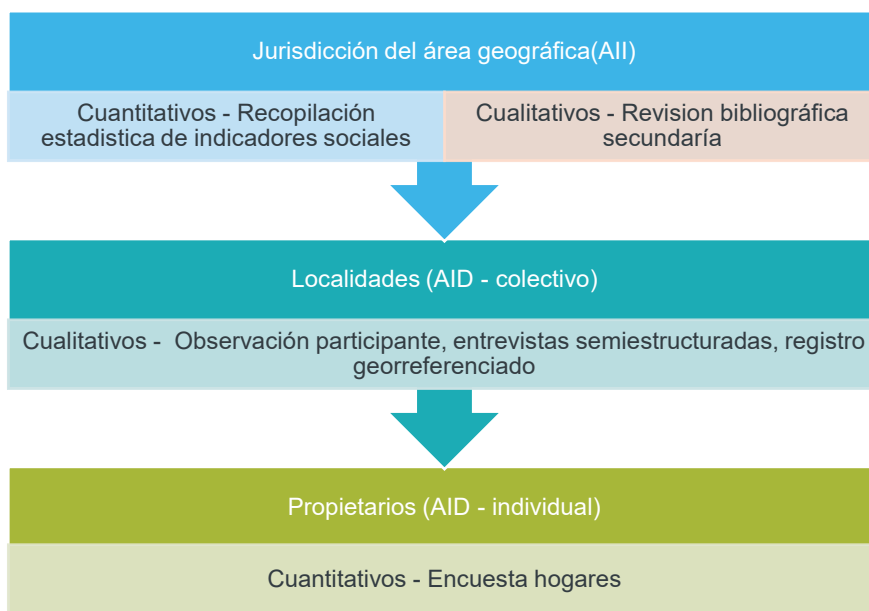


Figura 5-345 Estructura de la Caracterización Socioeconómica (línea base social)

Fuente: Cardno Entrix, agosto 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.4 Perfil Demográfico

La demografía se refiere al estudio de fenómenos sociales y al desenvolvimiento de una población determinada, y tiene como finalidad analizar, explicar y predecir comportamientos poblacionales a través de la caracterización de variables económicas, tales como la composición de la población por edad y sexo, para conocer la ponderación entre hombres y mujeres; el crecimiento poblacional, el cual brinda un diagnóstico poblacional; y, autoidentificación étnica, que categoriza a las poblaciones bajo un contexto sociocultural, etc.

En la siguiente sección se detalla el perfil de los principales rasgos sociodemográficos del área geográfica, se analizan los indicadores demográficos básicos, como la composición de la población por sexo y edad, la tasa de crecimiento y la densidad demográfica, pero también se tratan aspectos relacionados con la migración y con la población económicamente activa (PEA).

5.3.4.1 Composición de la Población por Edad y Sexo

Según información del INEC (2010), la población de Bolívar corresponde a 183 641 personas, distribuidas entre 93 766 (51,06 %) mujeres y 89 875 (48,94 %) hombres. Por su parte, en el cantón Las Naves habitan 6092 personas, de las cuales el 48,54 % son mujeres y el 51,46 % son hombres. La población del cantón equivale al 3,32 % de la población de la provincia de Bolívar.

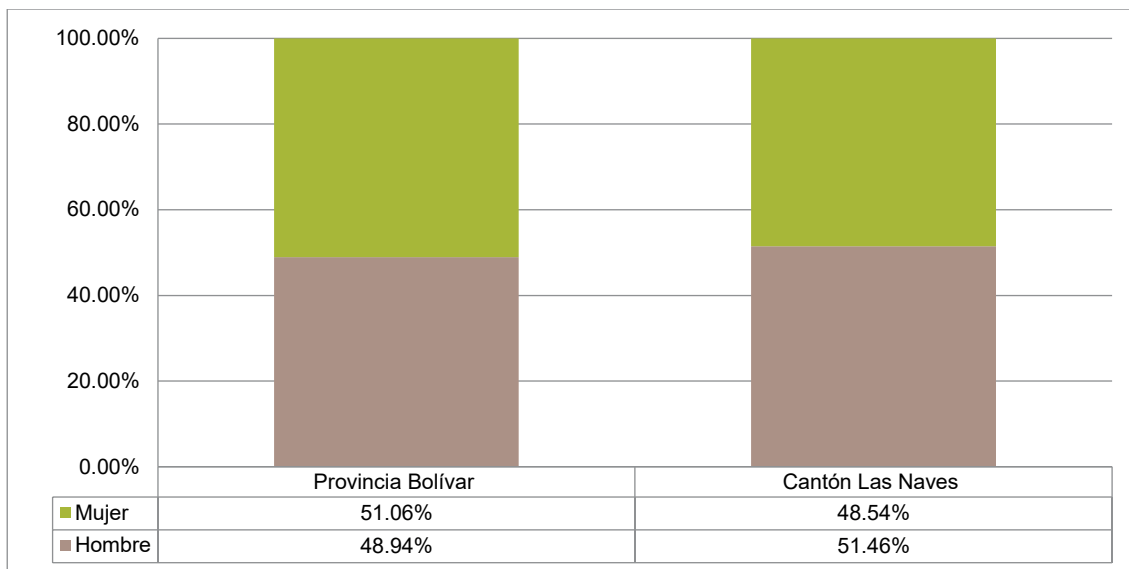


Figura 5-346 Población por Sexo de la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En los hogares del área geográfica existe una población de 83 personas, distribuidas en 45 hombres (equivalente al 45,45 %) y 38 mujeres (equivalente al 54,55 %).

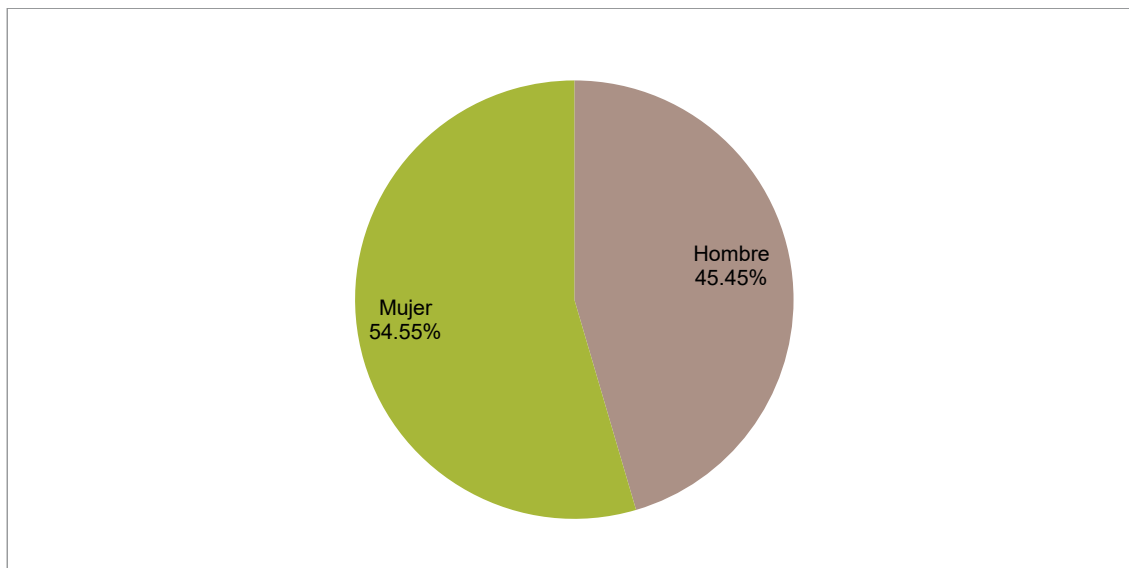


Figura 5-347 Población por Sexo en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

La edad y el sexo son las características más básicas de una población, y su estructura puede influenciar en los aspectos demográficos y socioeconómicos. Estas variables se representan en pirámides poblacionales para una representación más clara de dinámicas demográficas y una mejor visualización. Las pirámides se pueden interpretar de tres maneras: como población expansiva, cuando existe una alta fecundidad y hay un mayor número de personas en las edades menores (base de la pirámide ancha);

población constrictiva, cuando presenta baja fecundidad y, por lo tanto, hay menos personas en edades menores (base de la pirámide angosta); y, población estacionaria, cuando presenta aproximadamente un igual número de personas en todos los grupos de edad, con una reducción paulatina en las edades mayores, esto ocurre en las poblaciones que han presentado una fecundidad constantemente baja.

Tanto en la provincia de Bolívar como en el cantón Las Naves, la pirámide poblacional tiene una dinámica poblacional expansiva.

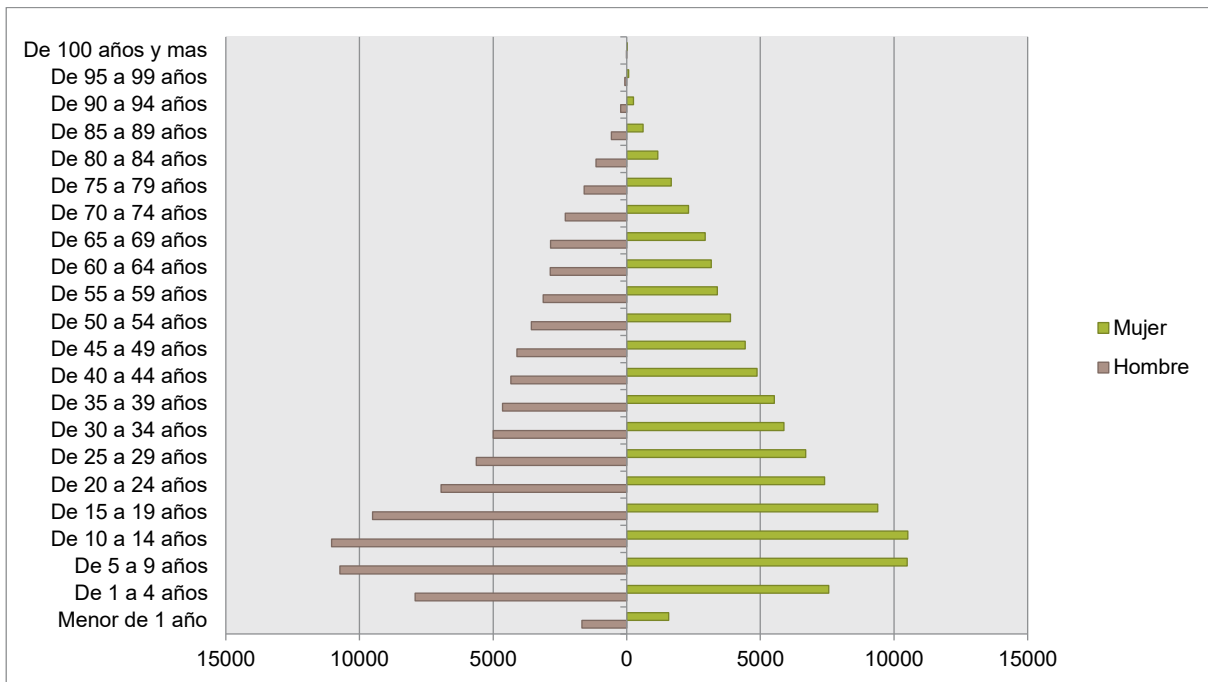


Figura 5-348 Pirámide Poblacional de la Provincia Bolívar

Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

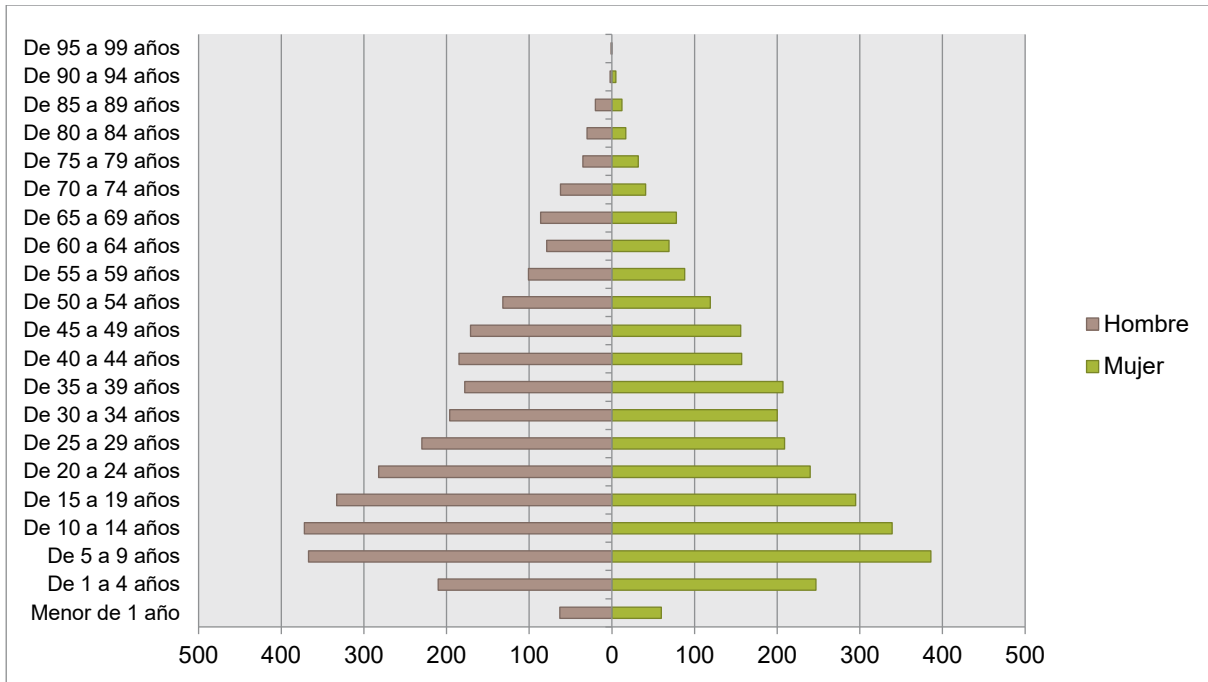


Figura 5-349 Pirámide Poblacional del Cantón Las Naves

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Con la información de las encuestas levantadas en campo se construyó una pirámide poblacional de los hogares del área geográfica en donde se puede observar que la pirámide tiende a una dinámica de población estacionaria.

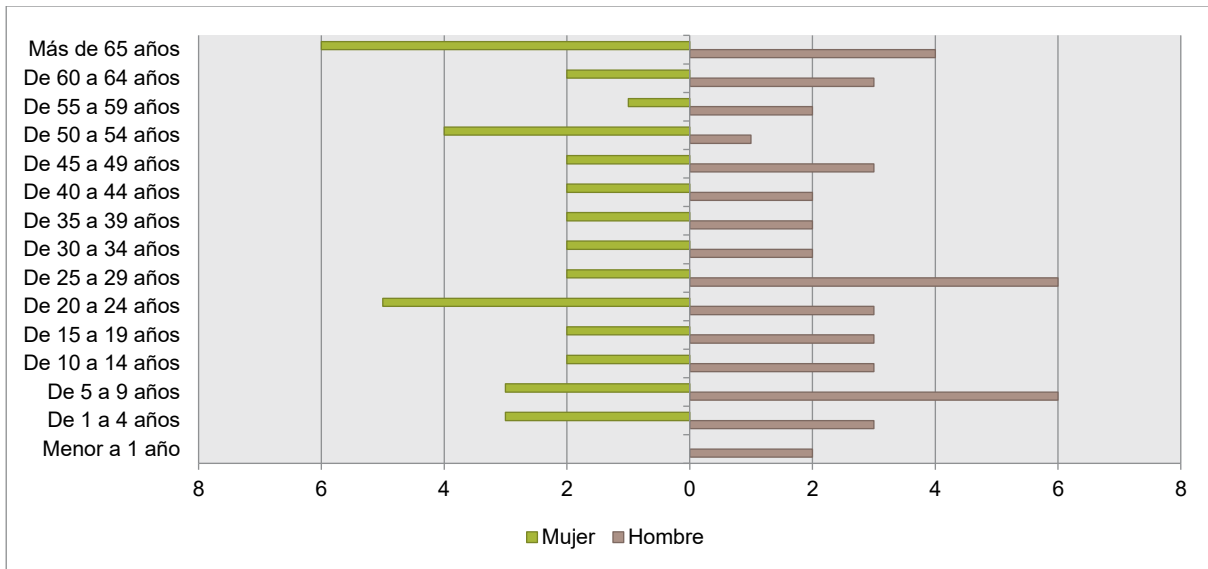


Figura 5-350 Pirámide Poblacional del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.4.1.1 Número de Habitantes y Familias

Entendiendo a la familia como la célula de la sociedad y patrimonio de la humanidad, se considera la necesidad de contar con información sistematizada y confiable que enriquezca el diagnóstico de algunos aspectos vinculados a su realidad. Así, en un principio se estudió al número de habitantes y familias que residen de forma permanente en los predios que se intersecan con el área geográfica. En la siguiente tabla consta el número de habitantes relacionados al área geográfica separado por localidad y un consolidado.

Tabla 5-261 Número de Habitantes en el Área Geográfica

Localidad	Hombres	Mujeres	Total
El Panecillo	5	6	11
Esperanza Alta	6	3	9
Esperanza Baja	2	3	5
Unión del Congreso	5	3	8
Naves Chico	12	8	20
Selva Alegre	15	15	30
Área geográfica	45	38	83

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Se entiende por familia permanente cuando por lo menos uno de los habitantes reside habitualmente en la vivienda, y como familia temporal a aquella en que los miembros del hogar no duermen ni comen diariamente en la vivienda, pero se la utiliza por lapsos de tiempo frecuentes, es decir, no es su residencia habitual. A continuación, se presenta el número de familias por cada localidad según estas categorías y un consolidado del área geográfica.

Tabla 5-262 Número de Familias en el Área Geográfica

Localidad	Número de Familias		
	Permanentes	Temporales	Total
El Panecillo	4 ⁴	1	5
Esperanza Alta	2	2	4
Esperanza Baja	2	1	3
Unión del Congreso	3	0	3
Naves Chico	5 ⁵	0	5
Selva Alegre	9 ⁶	2	11
Área geográfica	25	6	31

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

⁴ Una de estas familias rechazó la encuesta por oposición a la actividad minera.

⁵ Dos de estas familias no fueron encuestadas, ya que al momento de la visita no se encontraban en la vivienda (vivienda con personas ausentes).

⁶ Una de estas familias rechazó la encuesta por oposición a la actividad minera.

5.3.4.2 Tasa de Crecimiento de la Población

La tasa de crecimiento poblacional expresa el aumento o disminución de la población en dos periodos de tiempo. Esta puede ser creciente, es decir, el número de personas aumenta (tasa positiva); decreciente, cuando el número de personas disminuye (tasa negativa); o, constante, si el número de personas no varía (situación que no sucede comúnmente). Existen casos donde la población crece, pero no al mismo ritmo o intensidad que el periodo anterior, situación que se conoce como crecimiento desacelerado.

Tabla 5-263 Tasa de Crecimiento Poblacional de la Jurisdicción del Área Geográfica

Jurisdicción del Área Geográfica		Población por Año			Tasa de Crecimiento 1990-2001	Tasa de Crecimiento 2001-2010
		1990	2001	2010		
Provincia	Bolívar	155.088	169.370	183.641	0,80%	0,90%
Cantón	Las Naves	-	5.265	6.092	-	1,62%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

No se presenta dato del cantón Las Naves de 1990, ya que la cantonización sucedió en 1992.

5.3.4.3 Densidad Demográfica

La densidad demográfica expresa la cantidad de habitantes promedio asentados sobre una extensión determinada de territorio; muestra el patrón de asentamiento de la población y el aprovechamiento del espacio físico. La siguiente tabla presenta la densidad demográfica de la provincia, cantón y parroquias del área geográfica.

Tabla 5-264 Densidad Demográfica de la Jurisdicción del Área Geográfica

Jurisdicción del Área Geográfica		Población	Extensión Territorial (km ²)	Densidad Demográfica (hab./km ²)
Provincia	Bolívar	183.641	3.956,92	46,41
Cantón	Las Naves	6.092	155,90	39,08

Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En las localidades del área geográfica el patrón de asentamiento es disperso, a excepción de Selva Alegre cuyo patrón es concentrado debido al centro poblado consolidado con el que cuenta.

5.3.4.4 Etnicidad

De acuerdo con el artículo 21 de Constitución de la República del Ecuador (2008), la autoidentificación étnica es un derecho. Este artículo establece: “las personas tienen derecho a construir y mantener su propia identidad cultural, a decidir sobre su pertenencia a una o varias comunidades culturales y a expresar dichas elecciones [...]”. Según Plant, los pueblos originarios abarcan diversos grupos sociales con una “identidad social y cultural diferenciada de la sociedad dominante, que los expone a estar desaventajados en el proceso de desarrollo”. Esta concepción da el término más amplio para comprender lo que significa etnicidad o adscripción étnica. En forma complementaria, instituciones como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización de Estados Americanos (OEA) señalan que la continuidad de rasgos culturales y lingüísticos propios, así como la autoidentificación o reconocimiento de sí, son criterios fundamentales para establecer el carácter indígena de ciertos grupos sociales específicos (Llorén, 2002).

En el Ecuador la autodefinición étnica como mestizos es la tendencia mayoritaria, con el 71,93 %. En la jurisdicción del área geográfica, la tendencia es igual, donde la población mestiza es la más representativa.

En la jurisdicción del área geográfica la mayor parte de la población se autoidentifica como mestiza (en promedio el 76,00 %), un 13,40 % como indígena y el resto como otras etnias.

La gráfica a continuación presenta los porcentajes de la autodefinition étnica correspondientes a la jurisdicción del área geográfica.

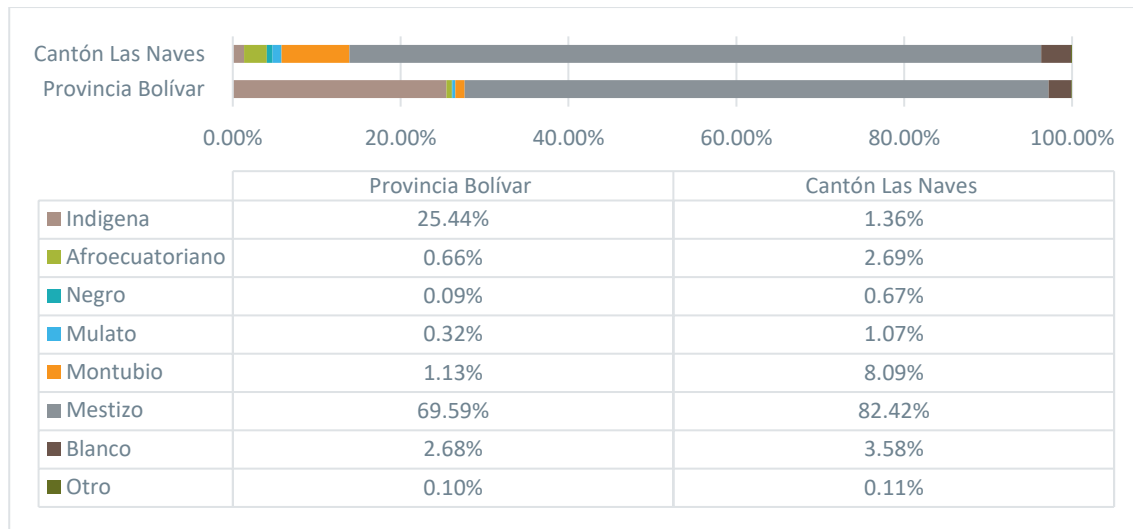


Figura 5-351 Autodefinition Étnica de la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

En cuanto al área geográfica, el 85,71 % de las familias se autoidentifican como mestizos, el 9,52 % como indígenas de nacionalidad quechua⁷ y el 4,76 % como negra⁸.

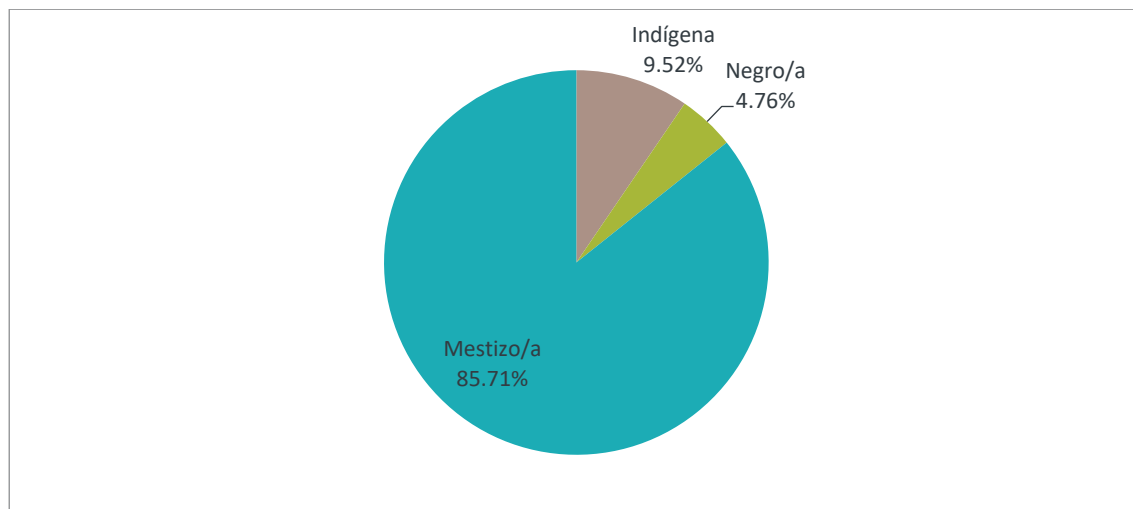


Figura 5-352 Autodefinition Étnica en el Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

⁷ Una familia de El Panecillo y una familia de Esperanza Alta.

⁸ Una familia de Selva Alegre.

5.3.4.5 Migración

La migración es entendida como los desplazamientos de personas que tienen como intención un cambio de residencia desde un lugar de origen a otro de destino, atravesando algún límite geográfico que generalmente es una división político-administrativa. Este fenómeno implica un desplazamiento o movimiento espacial que tiene como objetivo buscar mejores oportunidades de vida de los individuos, ya sea porque en su lugar de origen o de establecimiento actual no existen tales oportunidades o porque no satisfacen todos sus criterios personales (Sanchez, 2000), principalmente por problemas económicos, sociales, políticos, personales, ambientales, entre otras causas. Esta movilidad de personas puede clasificarse de dos maneras: inmigración y emigración. La primera hace referencia a la entrada de personas a un lugar diferente al de residencia habitual, mientras que emigración es la salida de personas a un lugar diferente al de su residencia habitual, en ambos casos para radicarse de manera temporal o permanente (INEC, 2019).

El fenómeno de la inmigración en Ecuador fue propiciado principalmente por el Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC), posteriormente llamado Instituto Nacional de Desarrollo Agrario (INDA), que incentivó la ocupación de “tierras baldías”, por medio de la cual se legalizaba la propiedad de la tierra a los ocupantes de las fincas de aproximadamente 50 ha.

Tabla 5-265 Composición de la Población por Lugar de Origen en la Jurisdicción del Área Geográfica

Provincia de Origen	Provincia Bolívar			Cantón Las Naves		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Azuay	0,78 %	1,31 %	1,05 %	0,17 %	0,18 %	0,18 %
Cañar	0,40 %	0,59 %	0,50 %	0,34 %	0,00 %	0,18 %
Carchi	0,55 %	0,45 %	0,50 %	0,17 %	0,09 %	0,13 %
Cotopaxi	6,57 %	5,92 %	6,24 %	3,39 %	3,26 %	3,33 %
Chimborazo	12,17 %	12,15 %	12,16 %	0,85 %	1,27 %	1,05 %
El Oro	0,99 %	0,76 %	0,87 %	0,85 %	0,54 %	0,70 %
Esmeraldas	1,50 %	1,35 %	1,42 %	2,97 %	3,08 %	3,02 %
Guayas	11,08 %	11,50 %	11,29 %	8,47 %	8,79 %	8,63 %
Imbabura	0,98 %	1,10 %	1,04 %	0,08 %	0,09 %	0,09 %
Loja	1,05 %	1,41 %	1,23 %	0,08 %	0,27 %	0,18 %
Los Ríos	32,71 %	32,93 %	32,82 %	61,19 %	60,29 %	60,75 %
Manabí	4,04 %	4,28 %	4,16 %	10,34 %	10,24 %	10,29 %
Morona Santiago	0,23 %	0,25 %	0,24 %	0,00 %	0,09 %	0,04 %
Napo	0,53 %	0,81 %	0,68 %	0,34 %	0,27 %	0,31 %
Pastaza	0,27 %	0,31 %	0,29 %	0,25 %	0,27 %	0,26 %
Pichincha	13,28 %	12,52 %	12,89 %	5,34 %	5,80 %	5,56 %
Tungurahua	6,29 %	5,63 %	5,96 %	1,02 %	1,54 %	1,27 %
Zamora Chinchipe	0,12 %	0,17 %	0,15 %	0,00 %	0,09 %	0,04 %
Galápagos	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Sucumbíos	1,89 %	1,82 %	1,86 %	1,69 %	1,09 %	1,40 %
Orellana	0,52 %	0,66 %	0,59 %	0,17 %	0,18 %	0,18 %

Provincia de Origen	Provincia Bolívar			Cantón Las Naves		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Santo Domingo	1,87 %	2,12 %	2,00 %	1,27 %	1,63 %	1,45 %
Santa Elena	0,17 %	0,20 %	0,19 %	0,08 %	0,18 %	0,13 %
Exterior	2,01 %	1,73 %	1,87 %	0,93 %	0,73 %	0,83 %

Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

De las 83 personas que habitan en los predios que se intersecan con el área geográfica, el 60,24 % equivalente a 50 personas (25 hombres y 25 mujeres) provienen de un lugar diferente al cantón Las Naves, es decir, en algún momento de su vida inmigraron al cantón. En la siguiente figura se muestra la composición de la población inmigrante por lugar de origen. Como se puede observar, la mayoría de ellos proviene de la misma provincia de Bolívar.

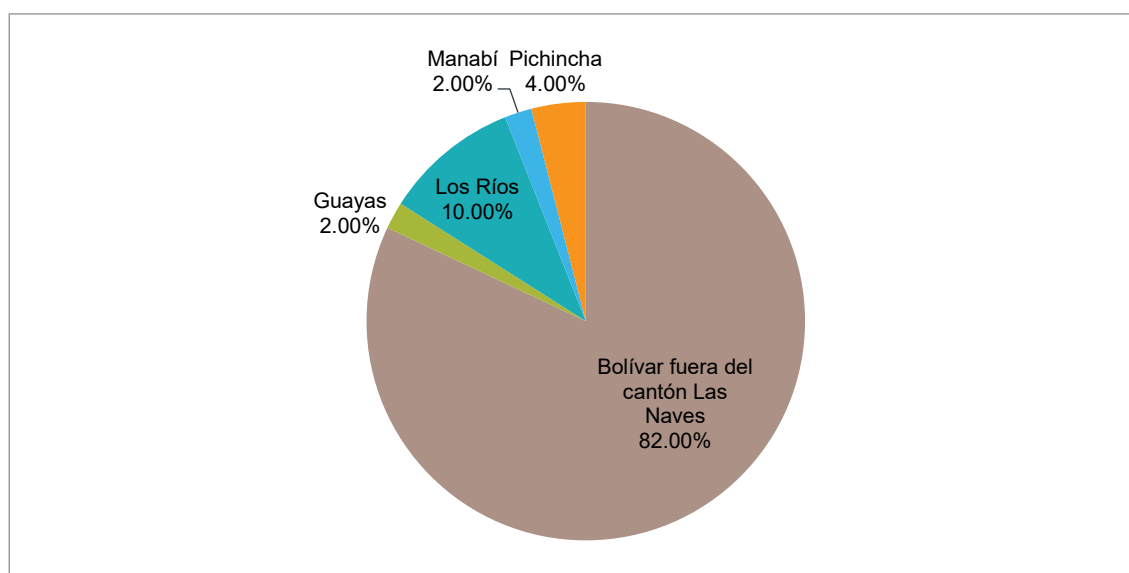


Figura 5-353 Lugar de Origen de la Población Inmigrante en el Área geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

La emigración es otro fenómeno relevante dentro de las dinámicas demográficas. Según los datos del INEC, a continuación, se presenta el número de hombres y de mujeres que salieron de la jurisdicción del área geográfica desde noviembre 2001 (anterior año censal) hasta el 2010 (último censo).

Tabla 5-266 Emigración por Sexo en la Jurisdicción del Área Geográfica

Jurisdicción del Área Geográfica		Hombre	Mujer	Total
Provincia	Bolívar	637	597	1234
Cantón	Las Naves	25	20	45

Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

El principal motivo de emigración tanto a nivel provincial como cantonal fue el trabajo (en promedio, el 76,14 %). En el siguiente gráfico se observan los motivos de emigración en la jurisdicción del área geográfica.

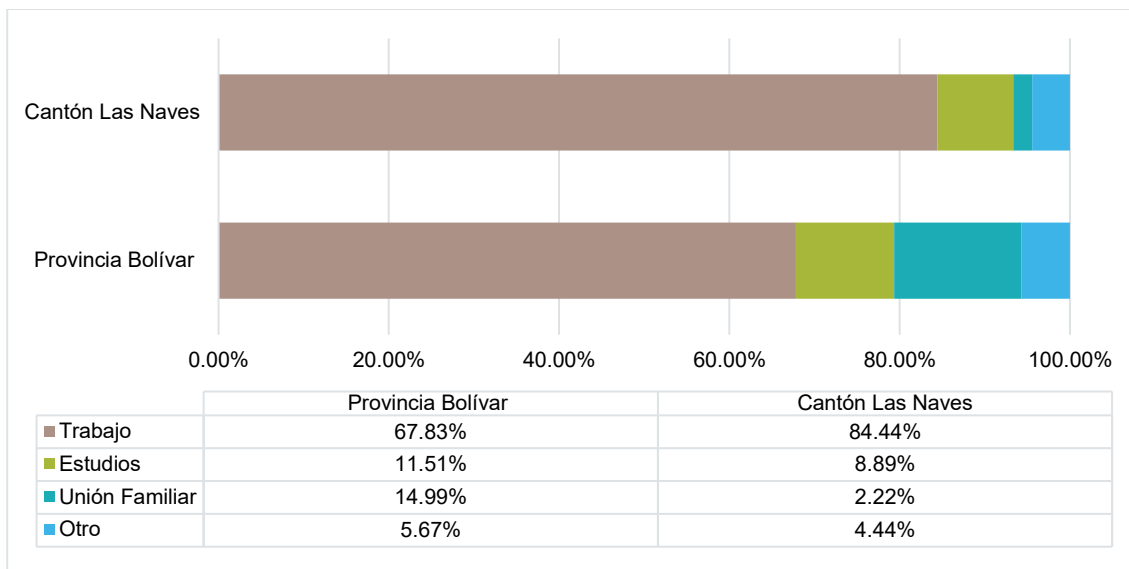


Figura 5-354 Principal Motivo de Viaje en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En las localidades del área geográfica, once personas han emigrado (seis hombres y cinco mujeres). El principal motivo de migración es la búsqueda de trabajo (72,73 %), como se muestra en la figura a continuación.

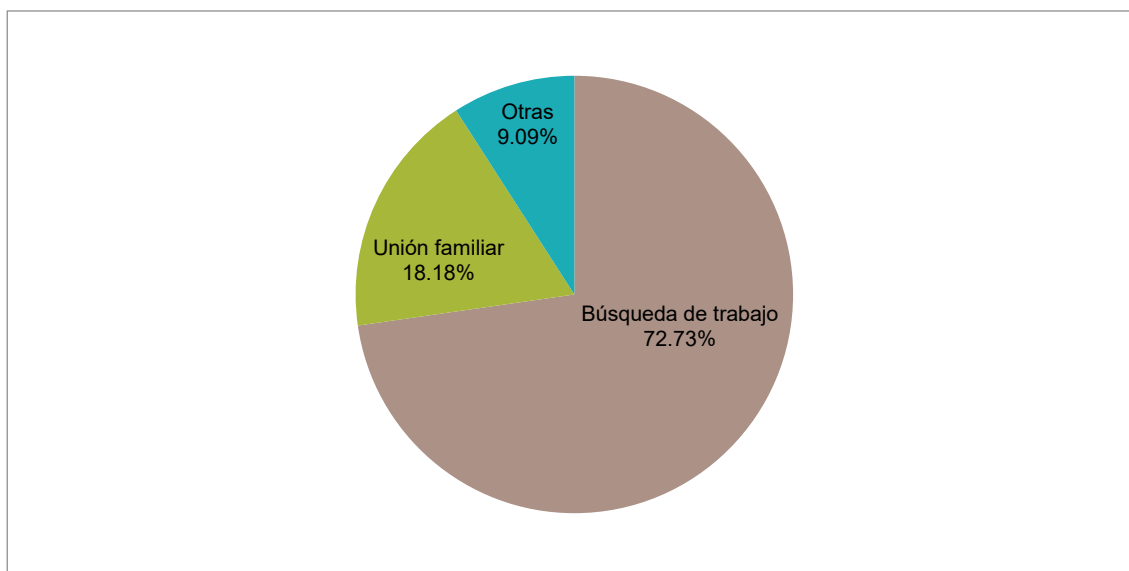


Figura 5-355 Principal Motivo de Viaje de la Población Migrante del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.4.6 Características de la Población Económicamente Activa (PEA)

La Población Económicamente Activa (PEA) es el principal indicador de la oferta de mano de obra en una sociedad y corresponde a todas aquellas personas que teniendo edad para trabajar están en capacidad y disponibilidad para dedicarse a la producción de bienes y servicios económicos en un determinado

momento. Incluye a las personas que trabajan o tienen trabajo (ocupados) y a aquellas que no tienen empleo, pero están dispuestas a trabajar (desocupados) (SIISE, 2015). La PEA para el caso de Ecuador se aplica a partir de los 10 años, con la finalidad de captar en las estadísticas el trabajo infantil (SIISE, 2007).

Tabla 5-267 PEA por Sexo en la Jurisdicción del Área Geográfica

Jurisdicción del Área Geográfica		Población Económicamente Activa (PEA)		
		Hombre	Mujer	Total
Provincia	Bolívar	45 096	27 062	72 158
		62,50 %	37,50 %	100,00 %
Cantón	Las Naves	1759	541	2300
		76,48 %	23,52 %	100,00 %

Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

De estos datos se puede determinar que el índice de feminidad de la PEA, es decir la relación entre hombres y mujeres es del 60,01 % en la provincia de Bolívar y del 30,76 % en el cantón Las Naves.

En cuanto a la población de los hogares del área geográfica, se puede observar en la siguiente tabla que existe un total de 47 personas económicamente activas, de las cuales 29 son hombres (61,70 %) y 18 son mujeres (38,30 %), y que esta realidad sigue el mismo patrón que la jurisdicción del área geográfica.

Tabla 5-268 PEA por Sexo de los Hogares del Área Geográfica

Población Económicamente Activa (PEA)		
Hombres	Mujeres	Total
29	18	47
61,70 %	38,30 %	100,00 %

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En lo referente al índice de feminidad en la PEA de los hogares del área geográfica, se ha calculado que este es del 62,07 %.

5.3.5 Alimentación y Nutrición

Para comprender las condiciones de alimentación y nutrición en el área estudiada es indispensable prestar atención al modo en que la población maneja su abastecimiento primario de alimentos y fuentes nutricionales, lo que a su vez se relaciona con la seguridad alimentaria y el acceso al agua, por lo que en el presente acápite se abordará dichos indicadores.

Cabe señalar que el uso de medicinas naturales se relaciona con las prácticas de medicina tradicional, tema que será tratado más adelante en el acápite 5.3.6 Salud en la sección 5.3.6.4.3 Prácticas de Medicina Tradicional.

5.3.5.1 Abastecimiento de Alimentos

Los sistemas de abastecimiento y distribución de alimentos (SADA) son combinaciones complejas de actividades, funciones y relaciones (producción, manipulación, almacenamiento, transporte, procesamiento, embalaje, ventas al por mayor y menor, etc.) que permiten a las poblaciones de las ciudades satisfacer sus exigencias de alimentos. Estas acciones son desempeñadas por diferentes agentes económicos: productores, acopiadores, importadores, transportistas, vendedores mayoristas,

minoristas, procesadores, tenderos, vendedores ambulantes, proveedores de servicios (crédito, almacenamiento, carga, información y extensión), proveedores de empaques, instituciones públicas (ej. gobiernos locales y municipales, instituciones públicas de comercialización de alimentos, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Transporte) y asociaciones privadas (ej. comerciantes, transportistas, tenderos y consumidores). Estos actores necesitan infraestructuras, equipos, servicios, leyes y reglamentos formales e informales que rijan sus decisiones (Argenti & Marocchino, 2007).

A nivel de los hogares del área geográfica, se identificó que la población adquiere sus productos principalmente de comerciantes o distribuidores ambulantes (33,33 %), tiendas (28,57 %) y en sus propiedades (28,57 %), y en menor cantidad en mercados locales (9,52 %), tanto de Las Naves como de Echeandía, como se puede observar en la siguiente figura.

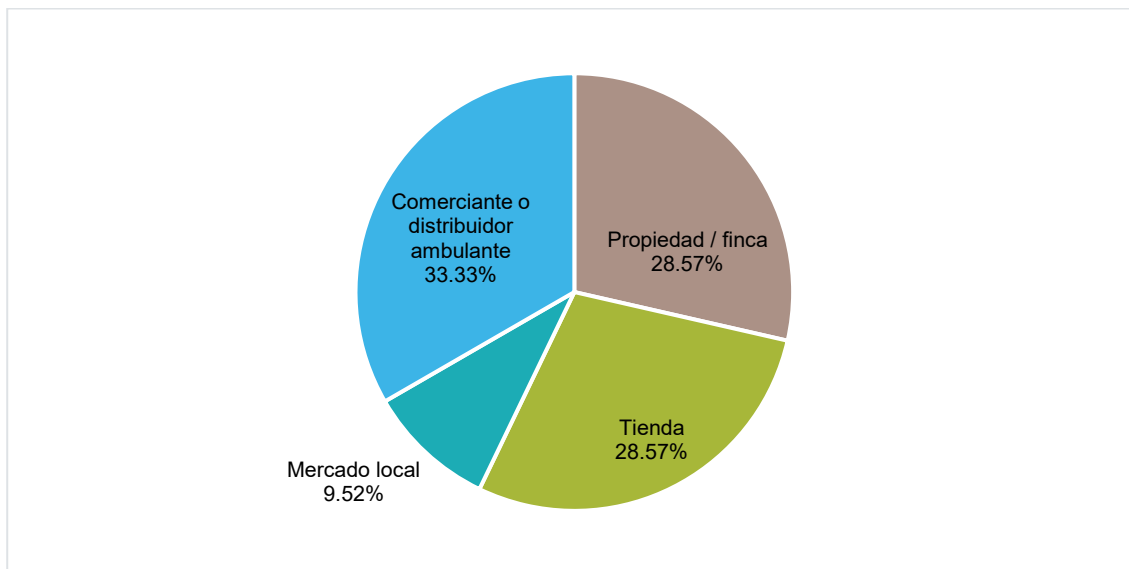


Figura 5-356 Abastecimiento de Alimentos en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.5.2 Seguridad Alimentaria

En primer término, se torna necesario señalar que la propia vulnerabilidad a la que está sometida la actividad agrícola debido a la pobreza propia del suelo, sobre todo la escasez de fuentes hídricas, y a la ausencia de incentivos para los pequeños y medianos productores agrícolas determina que la relación con los alimentos no sea garantizada en términos de soberanía alimentaria. De hecho, la seguridad alimentaria de las familias depende directamente de la disponibilidad de ingresos económicos para procurarse los bienes indispensables de consumo (OMS, s.f.).

Por otro lado, la nutrición es la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo. Una buena nutrición (una dieta suficiente y equilibrada combinada con el ejercicio físico regular) es un elemento fundamental de la buena salud. Una mala nutrición puede reducir la inmunidad, aumentar la vulnerabilidad a las enfermedades, alterar el desarrollo físico y mental y reducir la productividad. Por tanto, muchas enfermedades comunes y sus síntomas frecuentemente pueden ser prevenidas o aliviadas con una determinada alimentación (OMS, s.f.).

En el levantamiento de información se indagó sobre el número de veces que las familias comen durante el día, obteniendo como resultado que en la mayoría de los casos se alimentan tres veces al día (85,71 %) e incluso más de tres veces (9,52 %), como se observa en la figura a continuación.

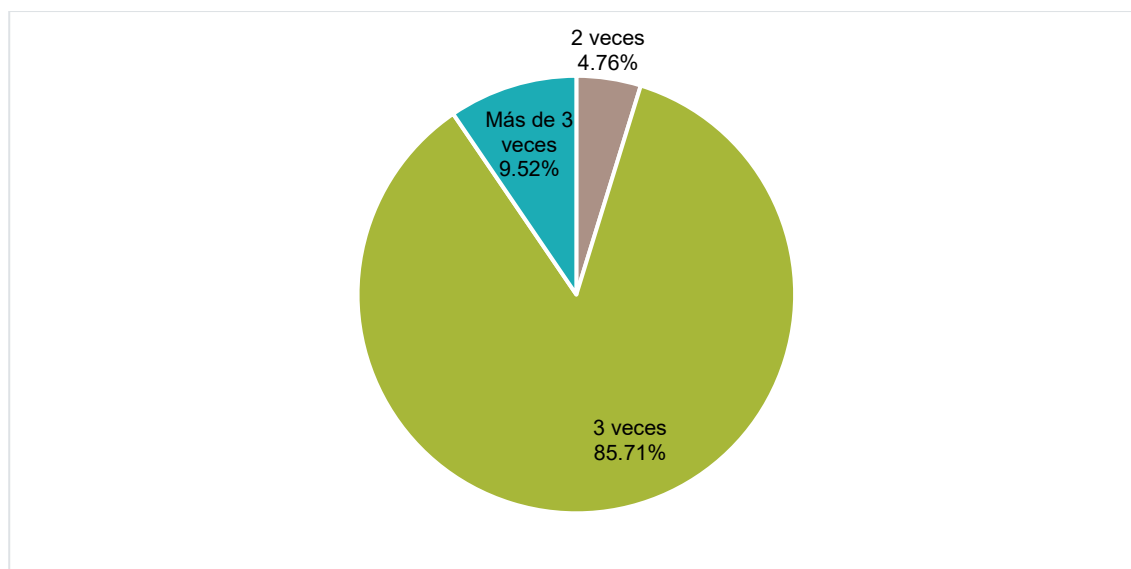


Figura 5-357 Número de Veces que se Alimentan los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.5.2.1 Problemas Nutricionales

La falta de control nutricional o la incapacidad de satisfacer la dieta calórica por situación de vulnerabilidad puede generar problemas nutricionales, estos se entienden como la afección al cuerpo por falta de nutrientes debido a la escasez de alimentos o una dieta inadecuada de las personas. Entre los principales problemas se encuentran: desnutrición, obesidad, sobrepeso, anemia y trastornos por deficiencia de yodo o de algún tipo de vitaminas.

Como se puede observar en la tabla a continuación, se ha marcado con un visto los establecimientos de salud de primer nivel a los que acude la población de las localidades del área geográfica quienes en el último año han registrado casos de problemas nutricionales. El consultorio médico Curimining registró 120 trabajadores con obesidad y un caso de anemia de un poblador; el centro de salud Echeandía ha registrado todos los tipos de problemas nutricionales, aunque al momento de la entrevista no se conocía el número exacto de casos; por otro lado, el centro de salud Las Naves ha registrado dos casos de desnutrición, veinte casos de obesidad y dos casos de anemia, mientras que el SSC El Congreso registró cinco casos de obesidad y un caso de anemia.

Tabla 5-269 Problemas Nutricionales Registrados en las Instituciones de Salud a las que Acude la Población del Área Geográfica

Problema Nutricional	Consultorio Médico Curimining	Centro de Salud Echeandía	Centro de Salud Las Naves	Seguro Social Campesino El Congreso
Desnutrición	-	✓	✓	-
Obesidad	✓	✓	✓	✓
Anemia	✓	✓	✓	✓
Trastornos por deficiencia de yodo	-	✓	-	-

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Dentro de la encuesta socioeconómica se incluyó a nivel de miembros del hogar una pregunta que permitió determinar si alguno de ellos ha sido diagnosticado con algún problema nutricional, es decir, si después de un análisis médico el doctor determinó esta condición en la persona.

En los hogares del área geográfica se presentan siete casos de problemas nutricionales entre sobrepeso, anemia y casos de bajo peso. En la figura a continuación se pueden observar los casos separados por grupos de edad en las localidades del área geográfica.

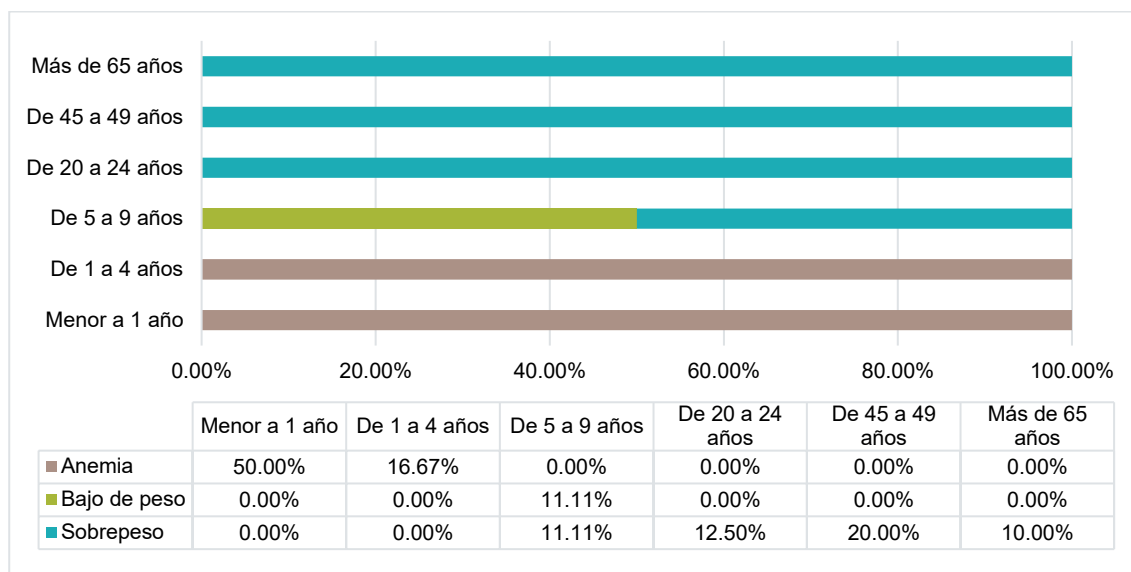


Figura 5-358 Problemas Nutricionales en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.5.3 Suministro de Agua

En el ámbito de la nutrición el agua es indispensable, pues tiene múltiples funciones en el organismo para el mantenimiento de la salud, por lo que el suministro de agua es uno de los indicadores de vital importancia que se expone en la presente sección.

Tanto en la provincia como en el cantón de la jurisdicción del área geográfica la procedencia del agua en su mayoría es de red pública, seguida de agua de río, vertiente, acequia o canal, como se observa en la figura a continuación.

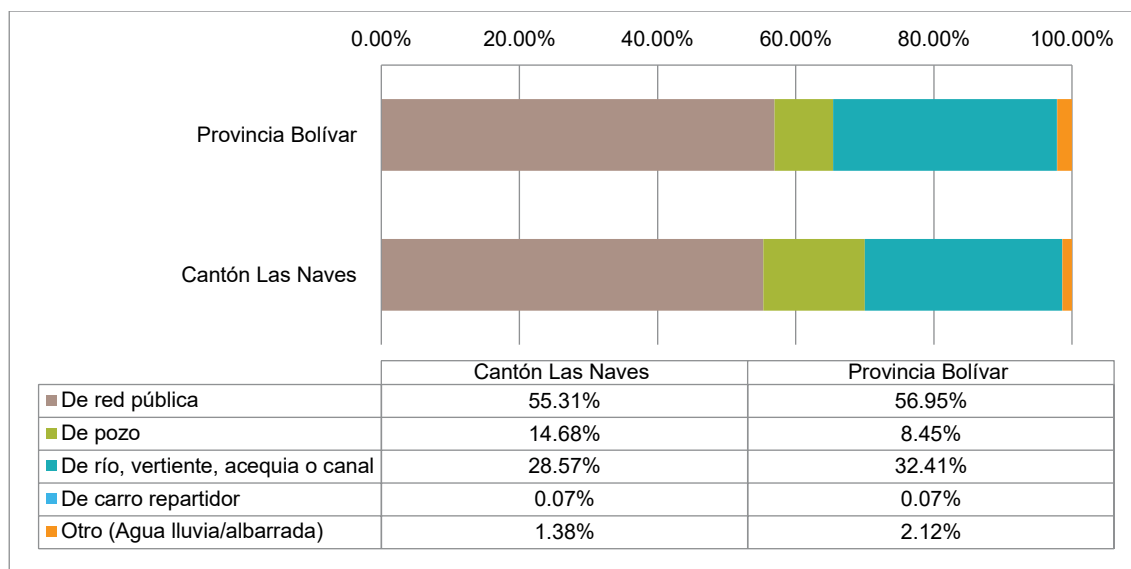


Figura 5-359 Procedencia Principal de Agua en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Las viviendas del área geográfica en su mayoría captan el agua en ríos, vertientes o acequias y la llevan a sus viviendas mediante mangueras (agua entubada) (90,48 %), unas pocas viviendas la obtienen directamente del cuerpo hídrico sin uso de mangueras (4,76 %) así como de otras formas, como agua lluvia (4,76 %), como se observa en la figura a continuación.

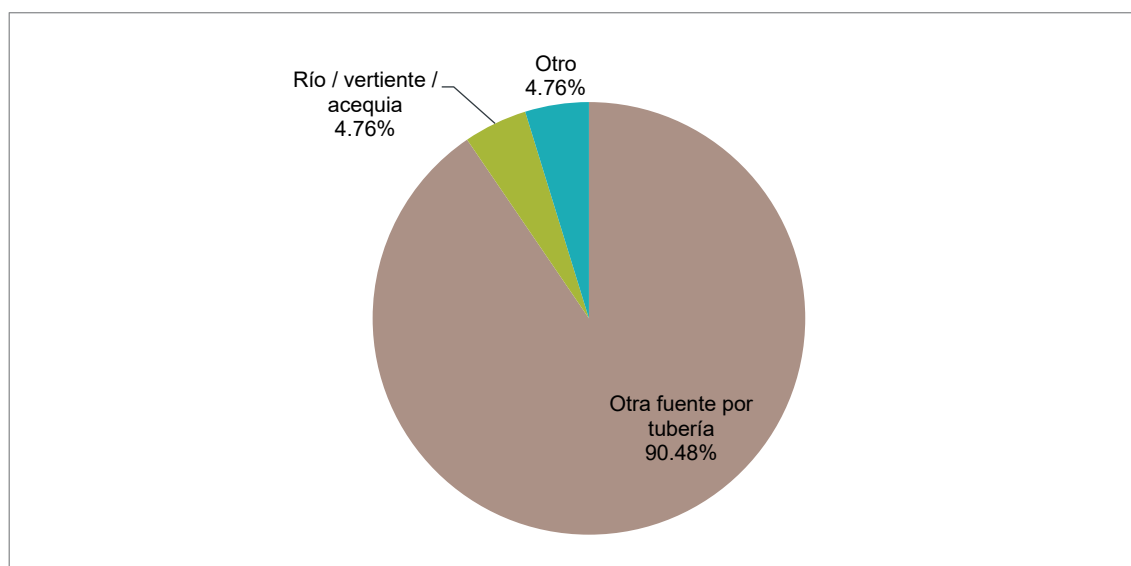


Figura 5-360 Procedencia Principal de Agua en las Viviendas del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Adicionalmente al suministro del agua, es importante determinar cómo tratan el agua en los hogares del área geográfica, ya que ninguna de las localidades cuenta con el servicio básico de red pública, pues para que el agua sea considerada un nutrimento para el ser humano uno de los criterios que debe cumplir es ser potable (Asociación Mexicana de Gerontología y Geriatria A.C., 2018).

El 42,86 % de los hogares encuestados en el área geográfica hierve el agua como medio de tratamiento previo al consumo humano, el resto bebe el agua tal como llega al hogar (57,14 %).

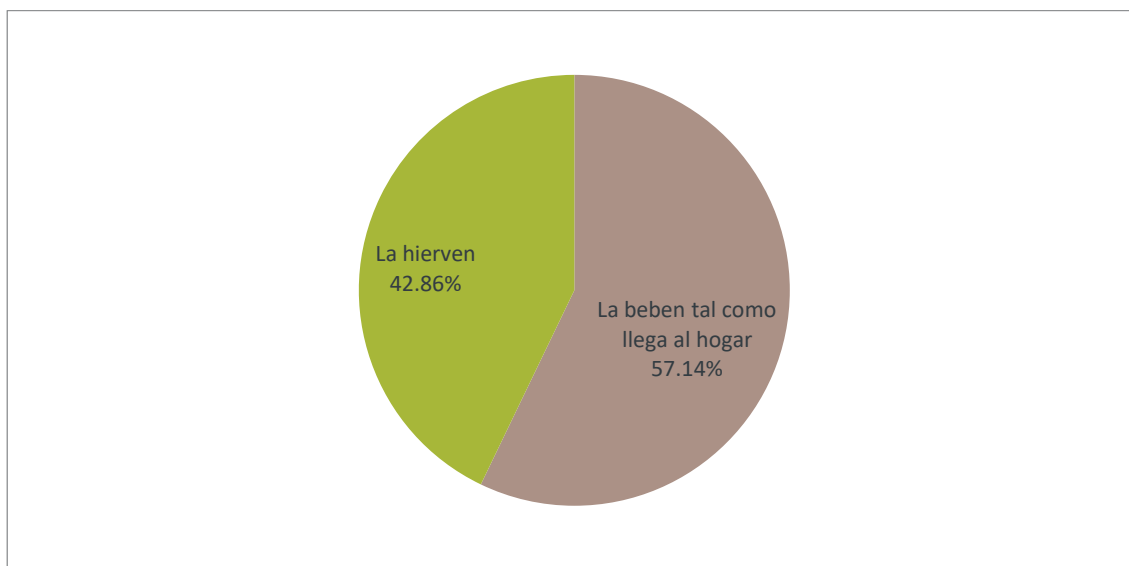


Figura 5-361 Tratamiento del Agua en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.6 Salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la salud como el correcto estado psíquico y físico del ser humano, sin importar la situación geográfica, de empleo, educación, vivienda, alimentación, saneamiento y medio ambiente sano en la que se desenvuelve. En la actualidad, la oferta de servicios de salud está a cargo del Ministerio de Salud (MSP) y del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) a través del Seguro Social Campesino (MSP, 2020).

En esta sección se presenta la cobertura de salud en la jurisdicción del área geográfica, un análisis de las condiciones de salud de la población, que incluyen: estadísticas de natalidad, mortalidad, morbilidad, servicios de salud existentes y prácticas de medicina tradicional.

5.3.6.1 Natalidad

Ana María Foschiatti menciona en su artículo *La Natalidad y la Fecundidad* que existen cuatro tipos de factores condicionantes de la natalidad: factor económico (desarrollo económico), factor biológico (población joven, nupcialidad temprana), factor social (nivel económico, formación cultural) y factor ideológico (religión, política); dichos factores determinan el nivel de la tasa de natalidad de una población (Foschiatti, 2010).

Durante el 2010, en la provincia de Bolívar hubo un total de 2874 nacidos vivos (1481 hombres y 1393 mujeres), de los cuales 87 fueron del cantón Las Naves (47 hombres y 40 mujeres). Como se observa en la tabla a continuación, la natalidad masculina es mayor que la femenina tanto a nivel provincial como cantonal.

Tabla 5-270 Natalidad en la Jurisdicción del Área Geográfica

Jurisdicción del Área Geográfica		Número de Nacidos Vivos (2020)		
		Hombres	Mujeres	Total
Provincia	Bolívar	1481	1393	2874

Jurisdicción del Área Geográfica		Número de Nacidos Vivos (2020)		
		Hombres	Mujeres	Total
Cantón	Las Naves	47	40	87

Fuente: (INEC, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.6.2 Mortalidad

Para el análisis de mortalidad se presentan tres tipos: mortalidad general, mortalidad infantil y mortalidad materna. La mortalidad general indica el número de defunciones en un determinado año; mientras que el número de defunciones de niños menores a un año es representado por la mortalidad infantil; la mortalidad materna, por su parte, representa el número de defunciones por causas maternas (INEC, 2021).

5.3.6.2.1 Mortalidad General

En la tabla a continuación se presentan las causas de mortalidad en la provincia de Bolívar según el Registro Estadístico de Defunciones Generales del INEC para el 2020, por sexo. En esta se observa que para dicho año se registran 1343 defunciones generales, cuya principal causa fue el COVID-19, con un total de 375 casos, equivalente el 27,92 % de todas las defunciones.

Tabla 5-271 Mortalidad General en la Provincia Bolívar

Diagnóstico	Número de Defunciones Generales (2020)		
	Hombres	Mujeres	Total
Enfermedades infecciosas intestinales	2	1	3
Tuberculosis	2	2	4
Enfermedades transmitidas por vectores y rabia	2	0	2
Meningitis	1	0	1
Septicemia	2	4	6
Enfermedad por virus de la inmunodeficiencia (VIH)	3	1	4
Neoplasia maligna del esófago	4	2	6
Neoplasia maligna del estómago	23	13	36
Neoplasia maligna del colon, sigmoide, recto y ano	4	4	8
Neoplasia maligna del hígado y de las vías biliares	3	4	7
Neoplasia maligna de la vesícula biliar y de otras	2	4	6
Neoplasia maligna de páncreas	7	3	10
Neoplasia maligna de laringe	2	0	2
Neoplasia maligna de la tráquea, bronquios y pulmón	5	6	11
Melanoma y otra neoplasia maligna de la piel	3	2	5
Neoplasia maligna de la mama	0	9	9
Neoplasia maligna del útero	0	16	16
Neoplasia maligna del ovario	0	7	7
Neoplasia maligna de la próstata	18	0	18
Neoplasia maligna del riñón, excepto pelvis renal	1	1	2
Neoplasia maligna de la vejiga urinaria	2	1	3

Diagnóstico	Número de Defunciones Generales (2020)		
	Hombres	Mujeres	Total
Neoplasia maligna del encéfalo	1	1	2
Neoplasia maligna del tejido linfático, hematopoyético y afines	7	6	13
Neoplasias benignas in situ y de comportamiento incierto	13	7	20
Diabetes Mellitus	34	22	56
Desnutrición y anemias nutricionales	5	7	12
Trastornos de los líquidos, electrolitos, y del equilibrio ácido básico	2	4	6
Demencia y enfermedad de Alzheimer	8	10	18
Enfermedad de Parkinson	3	2	5
Epilepsia y estado de mal epiléptico	5	4	9
Enfermedades hipertensivas	38	33	71
Enfermedades isquémicas del corazón	71	52	123
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedad de la circulación pulmonar	4	1	5
Trastornos valvulares no reumáticos	1	2	3
Cardiomiopatía	2	2	4
Paro cardíaco	1	0	1
Arritmias cardíacas	2	1	3
Insuficiencia cardíaca, complicaciones y enfermedades mal definidas	11	17	28
Enfermedades cerebrovasculares	32	39	71
Aneurisma y disección aórticos	1	0	1
Enfermedades respiratorias agudas excepto influenza y neumonía	0	1	1
Influenza y neumonía	20	19	39
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	20	20	44
Edema pulmonar y otras enfermedades respiratorias que afectan al intersticio	4	6	10
Insuficiencia respiratoria	3	1	4
Apendicitis, hernia y obstrucción intestinal	4	2	6
Cirrosis y otras enfermedades del hígado	14	9	23
Enfermedades del sistema osteomuscular y tejido conjuntivo	5	13	18
Enfermedades del sistema urinario	22	14	36
Embarazo, parto y puerperio	0	2	2
Ciertas afecciones originadas en el período prenatal	16	3	19
Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	5	6	11
Accidentes de transporte terrestre	27	4	31

Diagnóstico	Número de Defunciones Generales (2020)		
	Hombres	Mujeres	Total
Caídas accidentales	8	0	8
Ahogamiento y sumersión accidentales	0	3	3
Accidentes que obstruyen la respiración	2	0	2
Envenenamiento accidental	2	0	2
Lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidio)	9	1	10
Agresiones (homicidios)	4	3	7
Eventos de intención no determinada	9	2	11
COVID-19, virus identificado	83	36	119
COVID-19, virus no identificado	67	39	106
Resto de causas	82	75	157
Causas mal definidas	26	31	57
Total	759	580	1343

Fuente: (INEC, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Dado este número de casos, la tasa de mortalidad general para la provincia es de 6,4 defunciones por 1000 habitantes.

5.3.6.2.2 Mortalidad Infantil

Según el Registro Estadístico de Defunciones Generales del INEC para el 2020, en la provincia de Bolívar se registraron 14 defunciones infantiles (diez masculinas y cuatro femeninas), siendo la principal causa la influenza y neumonía. A continuación, se presenta una tabla con los diagnósticos de mortalidad infantil en la provincia de análisis.

Tabla 5-272 Mortalidad Infantil en la Provincia de Bolívar

Diagnóstico	Número de Defunciones Infantiles (2020)		
	Hombres	Mujeres	Total
Enfermedades infecciosas intestinales	1	0	1
Desnutrición y anemias nutricionales	1	0	1
Insuficiencia cardíaca, complicaciones y enfermedades mal definidas	0	1	1
Influenza y neumonía	3	0	3
Ciertas afecciones originadas en el período prenatal	1	0	1
Accidentes de transporte terrestre	1	0	1
Caídas accidentales	1	0	1
Resto de causas	1	0	1
Causas mal definidas	1	3	4
Total	10	4	14

Fuente: (INEC, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Dado este número de casos, la provincia presenta una tasa de mortalidad infantil para el 2020 de niños y niñas menores a un año de 9,2 defunciones por cada 1000 nacimientos.

5.3.6.2.3 Mortalidad Materna

En la provincia de Bolívar existen dos casos de defunciones por causas maternas (para el 2013), la primera se atribuye a hemorragia preparto y la segunda por hemorragia posparto.

Tabla 5-273 Mortalidad Materna en la Provincia de Bolívar

Causa	Número de Muertes de Mujeres de 15 a 49 Años por Causas Maternas (2013)
Hemorragia preparto, no clasificada en otra parte	1
Hemorragia posparto	1

Fuente: (INEC, 2013)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

De acuerdo con el Registro Estadístico de Defunciones Generales del INEC, para el 2020 se registran dos casos de mortalidad materna de igual manera (INEC, 2021).

5.3.6.3 Morbilidad

Para la Organización Panamericana de la Salud (OPS) el indicador de morbilidad tiene la finalidad de medir la ocurrencia de enfermedades, lesiones y discapacidades en las poblaciones; estos indicadores pueden expresarse al medir la incidencia o prevalencia de ciertas enfermedades (OPS, 2017).

En general el perfil epidemiológico denota enfermedades prevenibles como principales problemas de salud de la población. Debe considerarse que estas patologías son susceptibles de reducción y aún de erradicación si se aplican acciones de atención primaria en salud como prioridad y se complementa con el debido tratamiento. Las principales causas de morbilidad de la población de la Provincia de Bolívar según datos proporcionados por las direcciones distritales de salud de la provincia son las que se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 5-274 Principales Causas de Morbilidad - Distrito 02D01 Guaranda

No	Enfermedades	%
1	Parasitosis intestinal (sin otra especificación)	10.7
2	Rinofaringitis aguda (resfriado común)	9.1
3	Amigdalitis aguda (no especificada)	7.7
4	Faringitis aguda	4.3
5	Infección de vías urinarias	4.2
6	Diarrea y gastroenteritis	4.2
7	Gastroenteritis (no especificada)	4.2
8	Vaginitis aguda	1.4
9	Amigdalitis estreptocócica	1.2
10	Gastritis agudas	1.2

Fuente: (GAD Provincial de Bolívar, 2015-2020)
Elaboración: Entrix, marzo 2022

Tabla 5-275 Principales Causas de Morbilidad - Distrito 02D02 Chillanes

No	Enfermedades	%
1	Caries de la dentina	6.0
2	Amigdalitis aguda (no especificada)	4.0
3	Parasitosis intestinal (sin otra especificación)	4.0
4	Diarrea y gastroenteritis	3.0
5	Rinofaringitis aguda (resfriado común)	3.0
6	Faringitis aguda (no especificada)	3.0
7	Cistitis aguda	3.0
8	Amigdalitis aguda (no especificada)	2.0
9	Infección de vías urinarias	2.0
10	Gingivitis aguda	1.0

Fuente: (GAD Provincial de Bolívar, 2015-2020)
Elaboración: Entrix, marzo 2022

Tabla 5-276 Principales Causas de Morbilidad - Distrito 02D03 San Miguel

No	Enfermedades	%
1	Infecciones respiratorias	30.0
2	Infección de vías urinarias	7.0
3	Parasitosis intestinal (sin otra especificación)	4.0
4	Diarrea y gastroenteritis	4.0
5	Gastritis (no especificada)	4.0
6	Cefalea	3.0
7	Dermatitis atópica (no especificada)	2.0
8	Lumbago (no especificado)	2.0
9	Dolor abdominal localizado	2.0
10	Neuralgia y neuritis (no especificada)	2.0

Fuente: (GAD Provincial de Bolívar, 2015-2020)
Elaboración: Entrix, marzo 2022

Tabla 5-277 Principales Causas de Morbilidad - Distrito 02D04 Echeandía

No	Enfermedades	%
1	Infecciones de vías urinarias	6.0
2	Caries de la dentina	6.0
3	Rinofaringitis aguda (resfriado común)	5.0
4	Amigdalitis aguda (no especificada)	4.0
5	Parasitosis intestinal (sin otra especificación)	4.0
6	Faringitis aguda (no especificada)	4.0
7	Diarrea y gastroenteritis	3.0
8	Vahinitis aguda	2.0

No	Enfermedades	%
9	Gastritis (no especificada)	2.0
10	Neuralgia y neuritis (no especificada)	2.0

Fuente: (GAD Provincial de Bolívar, 2015-2020)
Elaboración: Entrix, marzo 2022

A continuación, se presentan las cinco principales causas de morbilidad (más concurrentes) en los establecimientos de salud de primer nivel que utiliza la población de las localidades del área geográfica.

Tabla 5-278 Enfermedades más Comunes Registradas en las Instituciones de Salud que Utiliza la Población del Área Geográfica

Número	Consultorio Médico Curimining	Centro de Salud Echeandía	Centro de Salud Las Naves	Seguro Social Campesino El Congreso
1	Infecciones respiratorias agudas (IRA)	Infecciones respiratorias agudas (IRA)	Hipertensión	Hipertensión
2	Enfermedades osteomusculares	Enfermedad diarreica aguda (EDA)	Diabetes	Artrosis
3	Enfermedades dermatológicas	COVID-19	Obesidad	Epilepsia
4	Enfermedades gastrointestinales	Hipertensión	COVID-19	Infecciones respiratorias agudas (IRA)
5	Reacciones postinmunización del COVID-19	Diabetes	-	Infecciones urinarias

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Dentro de los hogares del área geográfica el 24,88 % de la población se ha enfermado en los últimos tres meses en promedio, de estos la mayor parte son mujeres (34,21 %), como se ve en la siguiente figura.

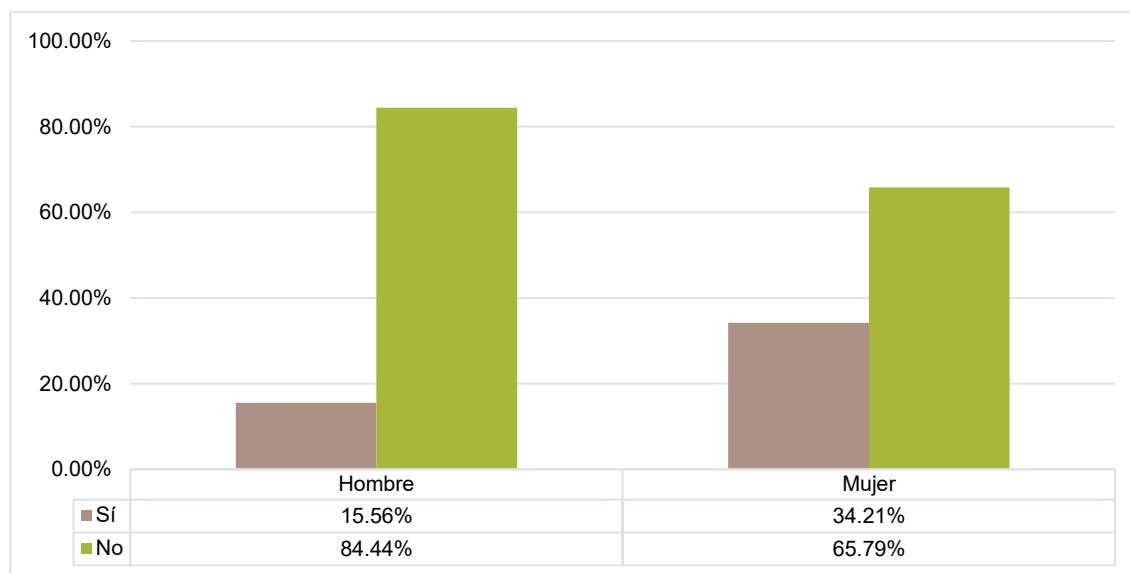


Figura 5-362 Morbilidad por Sexo en la Población del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

De la población del área geográfica que presentó alguna enfermedad, la mayor parte está relacionada a problemas respiratorios (40,00 %), seguido de problemas dentales (15,00 %).

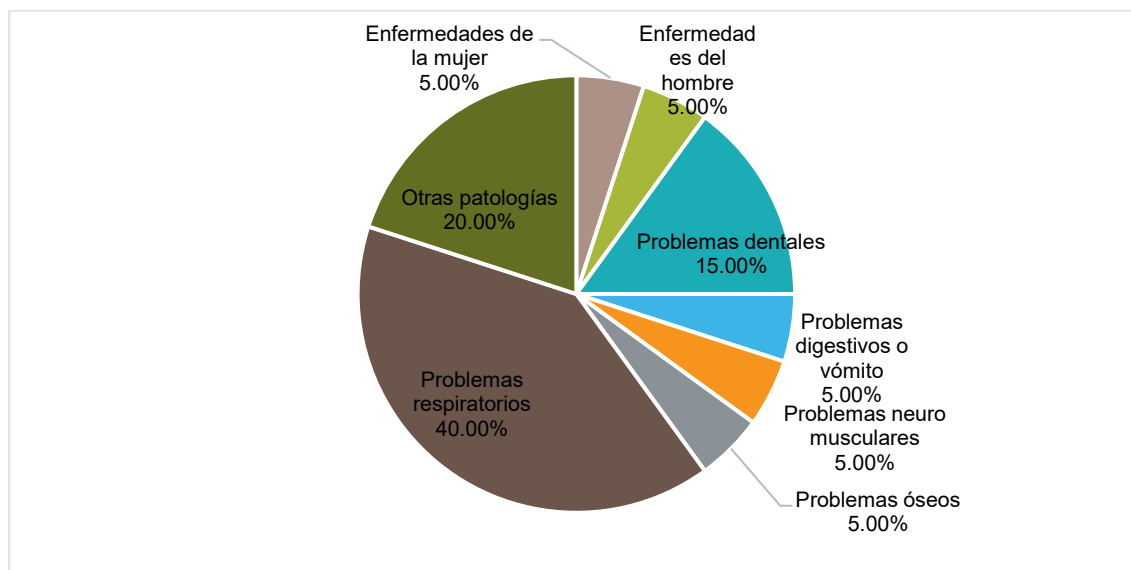


Figura 5-363 Enfermedades más Comunes Registradas en la Población del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.6.4 Servicios de Salud Existentes

La Subsecretaría Nacional de Provisión de Servicios de Salud del MSP, presenta información de los establecimientos de salud de primer nivel según coordinación zonal, para fines el presente estudio en la tabla a continuación se detalla los establecimientos de salud tanto a nivel provincial como cantonal.

Tabla 5-279 Establecimientos de Salud de Primer Nivel

Provincia	Cantón	Establecimiento de Salud
Bolívar	Guaranda	Centro de Salud Cordero Crespo
		Centro de Salud Guanujo
		Hospital Alfredo Noboa
		Centro de Salud San Luis de Pambil
		Centro de Salud Julio Moreno
	Chillanes	Unidad Anidada Hospital Básico de Chillanes
	Chimbo	Centro de Salud Chimbo
		Centro de Salud Telimbela
	San Miguel	Hospital Básico de San Miguel
		Centro de Salud Balsapamba
	Echeandía	Centro de Salud Echeandía
	Caluma	Centro de Salud Caluma
	Las Naves	Centro de Salud Las Naves

Fuente: (MSP, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, marzo 2022

De acuerdo con la información levantada en campo, se conoce que la población del área geográfica hace uso de cuatro establecimientos, de salud de los cuáles uno es privado, dos pertenecen al sistema del Ministerio de Salud Pública (MSP) y uno al Instituto de Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 5-280 Establecimientos de Salud Utilizados por la Población del Área Geográfica

Jurisdicción			Nombre Completo de la Institución	Tipo de Establecimiento	Nivel de Especialización	Área de Cobertura
Cantón	Parroquia	Localidad				
Las Naves	Las Naves	Cabecera	Consultorio médico Curimining	Privado	-	Principalmente para trabajadores. Las Naves, Naves Chico, La Unión, Jerusalén. Atienden a la gente de la comunidad, público en general.
		Cabecera	Centro de salud Las Naves	MSP	A	Jerusalén, Buenos Aires, Naves Chico, San Francisco, El Paraíso, La Esperanza, Unión del Congreso, El Triunfo, La Unión, Las Naves, Miraflores, Voluntad de Dios, Bellavista
Echeandía	Echeandía	Cabecera	Centro de salud Echeandía	MSP	C	Localidades de Echeandía, Los Ríos, Guaranda, Las Naves
		El Congreso	Seguro Social Campesino El Congreso	IESS	-	Cerro Azul, Selva Alegre, Unión del Congreso, Esperanza Alta, Esperanza Baja, El Congreso, San Carlos, La Vaquera, Tierra Blanca, El Recuerdo, Voluntad de Dios, Laurel, San Francisco, Estero Unido, Pasaje A, Pasaje B, Guabito Alto, Guabito Bajo, El Panecillo, Unión de Las Naves, El Triunfo, Orangillo, El Tesoro, Orongo

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

A continuación, se presentan características generales de estos establecimientos de salud, así como los días y horarios de atención, modalidad de atención, costo, número aproximado de consultas diarias y el procedimiento que aplican los establecimientos cuando no pueden atender un caso.

Tabla 5-281 Características de los Establecimientos de Salud

Nombre Completo de la Institución	Atención Médica				Consultas Diarias	Procedimiento de Traslado
	Días de Atención	Horarios de Atención	Modalidad	Costo		
Consultorio médico Curimining	lunes-domingo	8:00-17:00	Orden de llegada	Gratis	6	IESS Quevedo
Centro de salud Echeandía	lunes -viernes Fin de semana solo emergencias (24 h)	8:00-17:00	Call Center 171	Gratis	79	Hospital con cupo disponible
Seguro Social Campesino El Congreso	lunes-viernes	8:00-16:30	Orden de llegada	Gratis	30	Babahoyo, Quevedo, Guaranda
Centro de salud Las Naves	lunes-viernes	8:00-17:00	Orden de llegada	Gratis	80	Ventanas

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.6.4.1 Personal Médico e Infraestructura de Servicios

El MSP asume el papel rector en el ámbito de la salud, incluyendo de esta manera el fortalecer los servicios públicos de salud e incorporar recursos humanos cualificados y en número suficiente para brindar una atención de calidad.

En este sentido, conocer el número de personal médico por las especialidades ofrecidas en los establecimientos de salud, así como la información sobre infraestructura, insumos y procedencia de servicios básicos son características importantes para conocer la calidad del servicio de salud que se ofrece a la población del área geográfica. A continuación, se presentan dos tablas con la información de estas características.

Tabla 5-282 Personal, Infraestructura e Insumos en los Establecimientos de Salud

Establecimiento/Características		Consultorio Médico Curimining	Centro de Salud Echeandía	Seguro Social Campesino El Congreso	Centro de Salud Las Naves
Personal	Médico General	2	2	1	1
	Odontólogo/a	-	2	1	1
	Obstetra	-	4	-	1
	Tacs	-	1	-	-
	Laboratorio	-	2	-	2
	Medicina familiar	-	2	-	1
	Psicología	-	1	-	-
	Nutrición	-	1	-	-
	Enfermeras/os	1	14	1	-

Establecimiento/Características		Consultorio Médico Curimining	Centro de Salud Echeandía	Seguro Social Campesino El Congreso	Centro de Salud Las Naves
	Personal Administrativo	-	2	-	2
	Personal de Servicios	-	2	-	1
Infraestructura (consultorios, salas)	Consultorios Generales	1	2	1	2
	Odontología	-	1	1	1
	Sala de espera	-	2	1	1
	Baterías sanitarias	1	6	2	3
	Laboratorio	-	1	-	1
	Triage	-	1	-	1
	Med. familiar	-	1	-	-
	Obstetricia	-	2	-	1
	Psicología	-	1	-	-
	Nutrición	-	1	-	-
	Farmacia	-	1	1	1
	Vacunas	-	-	-	1
Sala procedimientos	-	-	-	1	

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Tabla 5-283 Servicios Básicos en los Establecimientos de Salud de las Parroquias del Área Geográfica

Nombre del Establecimiento de Salud	Alumbrado	Abastecimiento de Agua	Eliminación de Basura	Eliminación Aguas Servidas	Telefonía Convencional	Telefonía Móvil	Internet
Consultorio médico Curimining	Conexión pública	Red de agua potable	Carro recolector	Alcantarillado	-	✓	✓
Centro de salud Echeandía	Conexión pública	Red de agua potable	Carro recolector	Alcantarillado	✓	-	✓
Seguro Social Campesino El Congreso	Conexión pública	Red de agua potable	Otro	Descarga directa a río, estero	✓	✓	-
Centro de salud Las Naves	Conexión pública	Red de agua potable	Carro recolector	Alcantarillado	✓	-	✓

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.6.4.2 Programas de inmunizaciones

La inmunización es el proceso por el que una persona se hace inmune o resistente a una enfermedad infecciosa, por lo general mediante la administración de una vacuna. Las vacunas estimulan el propio sistema inmunitario del cuerpo para proteger a la persona contra infecciones o enfermedades posteriores. La inmunización previene enfermedades, discapacidades y defunciones por enfermedades prevenibles por vacunación, tales como el cáncer cervical, la difteria, la hepatitis B, el sarampión, la paroditis, la tos ferina, la neumonía, la poliomielitis, las enfermedades diarreicas por rotavirus, la rubéola y el tétanos (OPS, 2021).

La siguiente tabla detalla el total de vacunas aplicadas por tipo, según áreas de salud y hospitales en la provincia de Bolívar.

Página en blanco

Tabla 5-284 Inmunizaciones en la Provincia de Bolívar

Provincia Bolívar	Mujeres en edad fértil					Hombres					Fiebre Amarilla				Adultos mayores			Grupos de riesgo																
	(15 a 45 años)					(15 años y más)									Neumococo 23 (Polisacarido)			Hepatitis B																
	dT (Toxoide diftérico tetánico)														65 años	66 años y +	cada 5 años	Trabajadores de la Salud		Trabajadores de la Salud			Estudiantes de la Salud			Trabajadores Sexuales								
	Embarazadas					No embarazadas					Hombres					1era Dosis	1era Dosis	Refuerzo	1era Dosis	Refuerzo	1era Dosis	2da Dosis	3era Dosis	1era Dosis	2da Dosis	3era Dosis	1era Dosis	2da Dosis	3era Dosis					
	1era Dosis	2da Dosis	3era Dosis	4ta Dosis	Refuerzo	1era Dosis	2da Dosis	3era Dosis	4ta Dosis	Refuerzo	1era Dosis	2da Dosis	3era Dosis	4ta Dosis	Refuerzo	2 a 4 años	5 a 14 años	15 a 59 años	Refuerzo	1era Dosis	1era Dosis	Refuerzo	1era Dosis	Refuerzo	1era Dosis	2da Dosis	3era Dosis	1era Dosis	2da Dosis	3era Dosis	1era Dosis	2da Dosis	3era Dosis	
Unidad Movil	21	12	2		1																													
H.G. Alfredo Noboa	425	197	9	10	41	13	3	1	1	1	18	1													115	69	15							
Área 1																																		
Resto de Unidades	697	583	175	65	27	749	1184	214	54	6	634	605	19	25			1	78	1	144	84			139		779	292	6	13	8	8	122	125	187
Área N°1	697	583	175	65	27	749	1184	214	54	6	634	605	19	25			1	78	1	144	84			139		779	292	6	13	8	8	122	125	187
Área 2																																		
H.B San Miguel	204	157	66	22	20	770	148	95	40	10	108	32	2	1	1			1							2	25	12	5	15	14	10	8	6	4
Resto de Unidades	388	391	115	44	23	323	387	716	213	31	234	28	16	8	7	1		10		16	12	2				50	1	1	28	29	30			
Área N°2	592	548	181	66	43	1093	535	811	253	41	342	60	18	9	8	1		11		16	12	2		2		75	13	6	43	43	40	8	6	4
Área 3																																		
H.B. Chillanes	114	142	26	6	7	201	467	284	90	64	202	211	52	4	3		1	2		12	6					1			1					
Resto de Unidades	196	253	48	6	2	321	1234	775	127	22	357	951	68	1	1			2	1	63	78					38	40	8	31	1		14	7	4
Área N°3	310	395	74	12	9	522	1701	1059	217	86	559	1162	120	5	4		1	4	1	75	84					39	40	8	32	1		14	7	4
Área 4																																		
Resto de Unidades	440	381	72	38	27	803	643	417	220	43	694	420	237	31						33	6					172	28	19	10	2		193	72	31
Área N°4	440	381	72	38	27	803	643	417	220	43	694	420	237	31						33	6					172	28	19	10	2		193	72	31
Total, Áreas de Salud	2039	1907	502	181	106	3167	4063	2501	744	176	2229	2247	394	70	12	1	2	93	2	268	186	2		139	2	1065	373	39	96	54	48	337	210	226
Total, Hospitales	743	496	101	38	68	964	618	380	131	75	328	244	54	5	4		1	3		12	6			2		141	81	20	16	14	10	8	6	4
Total	2485	2116	513	191	148	3180	4066	2502	745	177	2247	2248	394	70	12	1	2	93	2	268	186	2		139	2	1180	442	61	96	54	48	337	210	226

Fuente: (MSP, 2010)
Elaboración: Entrix, marzo 2022

Página en blanco

5.3.6.4.3 Prácticas de Medicina Tradicional

Para tratar la morbilidad existen dos métodos, la conocida medicina convencional con el uso de farmacéuticos (no siempre recetados por un profesional) y la medicina tradicional o alternativa. La OMS define este tipo de medicina como el conjunto de conocimientos, aptitudes y prácticas basados en teorías, creencias y experiencias indígenas de las diferentes culturas, sean o no explicables, usados para el mantenimiento de la salud, así como para la prevención, el diagnóstico, la mejora o el tratamiento de enfermedades físicas o mentales (OMS, 2016).

La medicina tradicional en Ecuador al igual que en otros países andinos no es una antigualla. Si bien sus raíces pertenecen a un pasado de más de 10 mil años, su vigencia ha continuado a lo largo de cinco siglos de regímenes coloniales y republicanos. Dicha permanencia ha sido sostenida por los pueblos de más bajos recursos: indios, mestizos, montubios y campesinos, e incluso en población de estratos más altos. Las personas han encontrado la medicina tradicional como una alternativa menos costosa y tóxica (Naranjo, Plutarco, & Escaleras, 1995).

Existen varios agentes (“médicos”) de este tipo de medicina, como son los hierbateros, curador de espanto y mal aire, curador de lisiados o chamanes. Dichos agentes realizan fitoterapias, limpiezas o rituales, actividades que se basan en el uso de productos de origen vegetal o plantas medicinales. Según las creencias, la medicina tradicional puede ayudar a mejorar y mantener el estado vital y por ende a prolongar la vida, ya que el cuerpo se mantiene libre de químicos perjudiciales para la salud (Naranjo, Plutarco, & Escaleras, 1995).

En las localidades del área geográfica, la mayoría de la población utiliza diferentes plantas medicinales para tratar cuadros patológicos leves o incluso como aguas aromáticas. Únicamente la localidad de Naves Chico cuenta con una persona que ofrece limpiezas de sustos y mal de ojo. La tabla a continuación detalla la información antes mencionada.

Tabla 5-285 Medicina Tradicional en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Uso de Plantas Medicinales			Agentes de Medicina Tradicional
	Uso	Plantas	Uso de la Planta/Tratamiento de Cuadro Patológico	
Esperanza Alta	Sí	Hierba Luisa	Uso para aguas aromáticas	No
Esperanza Baja	Sí	Hierba Luisa	Uso para aguas aromática	No
	Sí	Albaca		
	Sí	Hojas Cítricas		
Naves Chico	Sí	Paico	Bichos	Sí, personas que limpian sustos o mal de ojo.
	Sí	Hierba Luisa	Uso para aguas aromática	
	Sí	Alcacerse	Fiebre	
El Panecillo	Sí	Menta	Uso para aguas aromática	No
	Sí	Malico		
	Sí	Mastrante		
Selva Alegre	No	-	-	No
Unión del Congreso	Sí	Hierba Luisa	Uso para aguas aromática	Hay un voluntario de salud que practica la medicina occidental como la tradicional

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.7 Educación

Dentro del aspecto de educación se analizan varios indicadores que permiten caracterizar la situación educativa de la población del área geográfica. Se presenta la tasa de alfabetismo y analfabetismo, acceso tecnológico y nivel de instrucción. Asimismo, se detallan las instituciones educativas presentes en la zona, así como el número de profesores y alumnos.

5.3.7.1 Tasa de Alfabetismo y Analfabetismo

Analfabetos son aquellas personas que no saben leer ni escribir o que solo leen o solo escriben. El número de analfabetos es un indicador del nivel de retraso en el desarrollo educativo de una sociedad, sirve para detectar las desigualdades en la expansión del sistema educativo. El analfabetismo es una muestra de las deficiencias históricas y actuales del sistema educativo en cuanto a garantizar una mínima educación a la población; es también un indicador de los retos que enfrenta un país en el desarrollo de su capital humano. Sirve especialmente para visualizar las diferencias generacionales en las oportunidades de educación. Para obtener el porcentaje de analfabetismo se considera el número de personas que no saben leer y/o escribir de 15 años o más, expresado como porcentaje de la población total de la edad de referencia (SICES, 2017).

La realidad del país indica que en general el nivel de escolaridad de la población femenina es menor frente a la masculina; esto se da sobre todo a temas culturales y sociales, en donde la mujer ha priorizado las tareas del hogar (cuidado de la casa, crianza de los niños y atención al jefe del hogar) sobre su formación profesional, la cual se ha visto interrumpida por embarazos adolescentes o cambio de estado civil. De las estadísticas del último censo, la tasa de analfabetismo ha experimentado una reducción en los últimos años debido a las campañas de escolarización que se han realizado y la obligatoriedad de la asistencia a instituciones educativas para los niños. Este descenso es la tendencia que sigue los parámetros regionales y nacionales.

Como se puede observar en la figura a continuación, la tasa de analfabetismo en la jurisdicción del área geográfica es considerablemente alta, 10,07 % en el cantón Las Naves y del 13,44 % en la provincia de Bolívar, también se puede observar que el nivel de analfabetismo a nivel provincial es mayor en las mujeres que en los hombres, mientras que a nivel cantonal es casi igual.

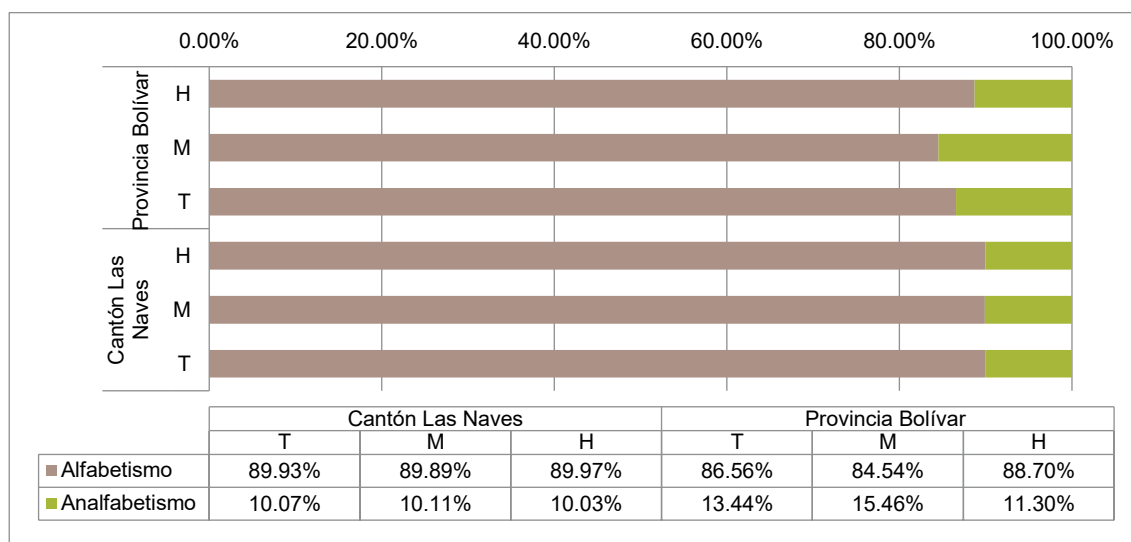


Figura 5-364 Nivel de Analfabetismo en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En la población del área geográfica se observa una brecha de analfabetismo amplia entre hombres y mujeres, siendo la tasa de analfabetismo femenina aproximadamente del doble que la masculina como se puede observar en la tabla a continuación.

Tabla 5-286 Tasa de Alfabetismo y Analfabetismo en la Población del Área Geográfica

Localidad	Sexo	Población Mayor a 15 Años	Sabe Leer y Escribir		Tasa de Analfabetismo
			Sí	No	
Población del área geográfica	Hombre	31	28	3	9,68 %
	Mujer	31	24	6	20,00 %

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.7.2 Acceso Tecnológico y Acceso a Internet

En cuanto al acceso a dispositivos electrónicos, la población del área geográfica no cuenta con PC o tabletas. El 6,67 % de la población cuenta con *laptop* como dispositivo de acceso a internet y un 60,00 % cuenta con celular.

Tabla 5-287 Uso de Dispositivos Electrónicos en la Población del Área Geográfica

Localidad	Tenencia PC	Tenencia Laptop	Tenencia Tableta	Tenencia Celular
Población del área geográfica	0,00 %	6,67 %	0,00 %	60,00 %

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Para tener conexión en sus dispositivos, la población en su mayoría (70,21 %) lo hace desde su hogar, seguido por un 25,53 % que lo hace desde viviendas vecinas; sin embargo, existe un 2,13 % cuyo único acceso a internet es en la institución educativa.

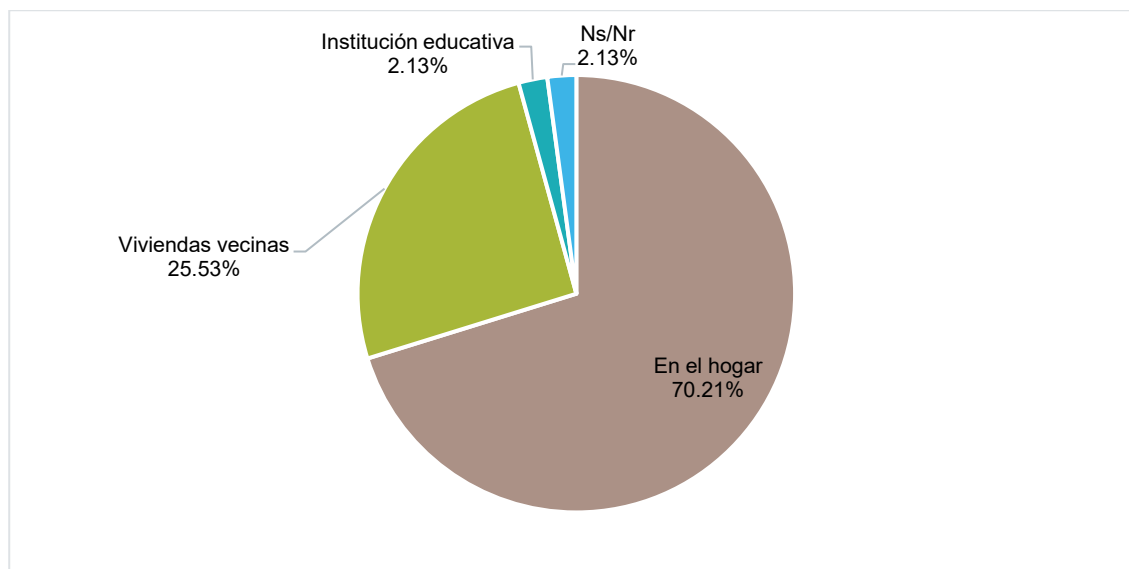


Figura 5-365 Acceso a Internet en la Población del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.7.3 Nivel de Instrucción

Otro de los indicadores para medir el nivel de educación es identificar el curso o grado que la población logró alcanzar. Así, de acuerdo con los datos del último censo poblacional, se tiene que en promedio la mayor parte de la población a nivel provincial ha alcanzado la educación primaria o educación básica (49,35 %), al igual que a nivel cantonal (53,20 %).

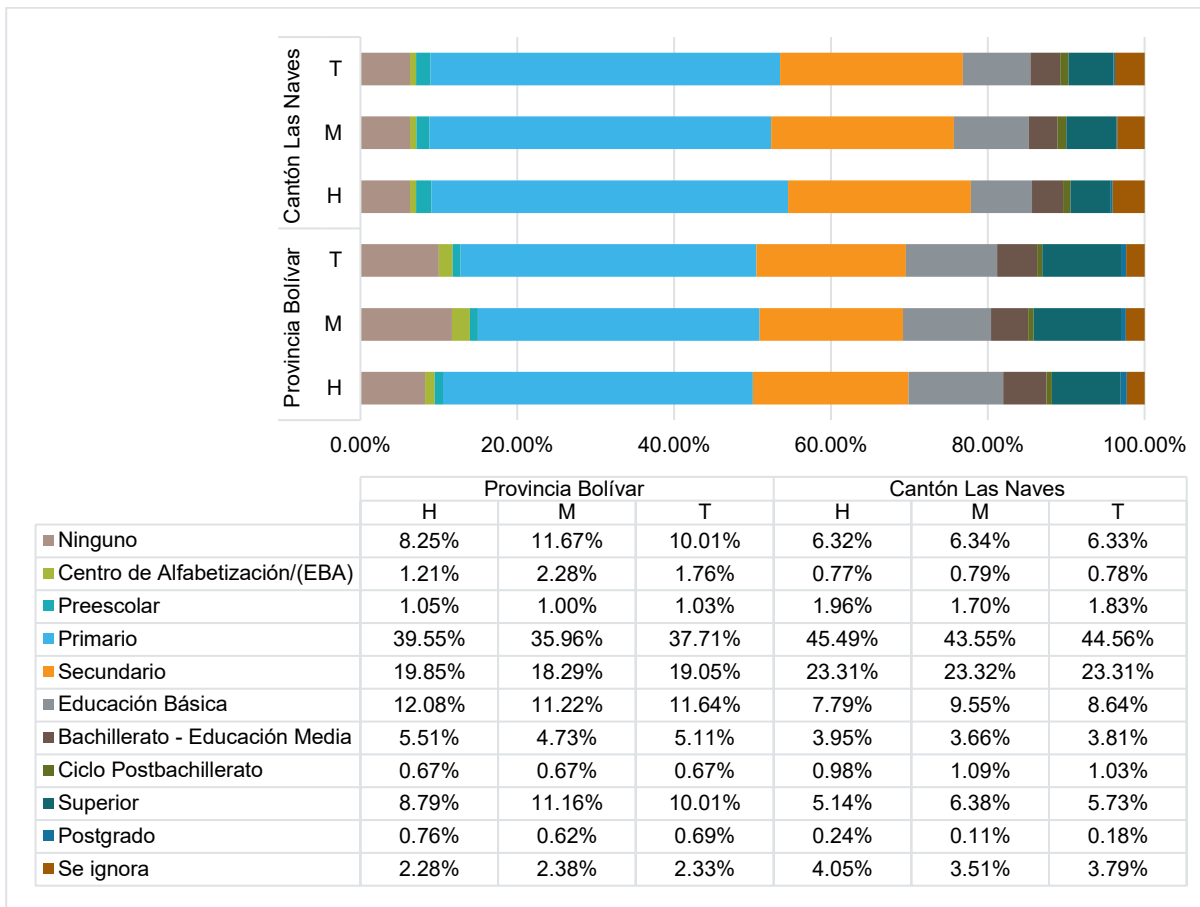


Figura 5-366 Nivel de Instrucción en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En cuanto a la población del área geográfica, el 39,29 % ha alcanzado la educación secundaria, mientras que el 35,00 % ha alcanzado nivel primario o de educación básica. En esta situación también se ve reflejada una gran brecha entre hombres y mujeres; en términos generales, los hombres tienen un mayor nivel de educación que las mujeres, no obstante, en el nivel superior universitario solo la población femenina ha alcanzado este nivel de instrucción, como se puede observar en el gráfico a continuación.

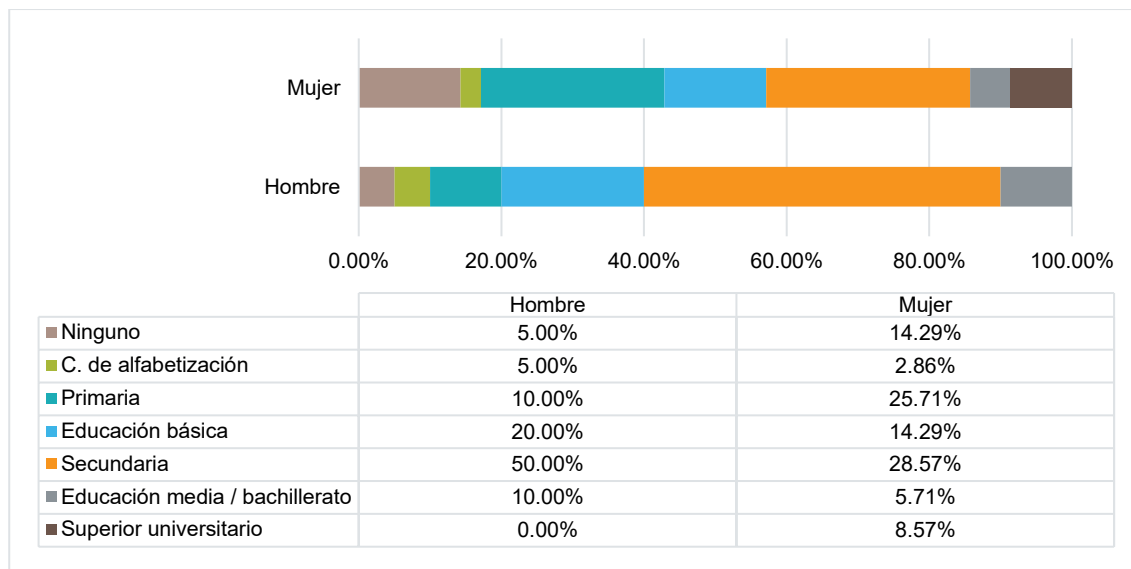


Figura 5-367 Nivel de Instrucción en la Población del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.7.4 Planteles Educativos

Dentro del cantón Las Naves existen 14 instituciones educativas de régimen escolar tipo Costa, de las cuales 12 son de sostenimiento fiscal, una de sostenimiento fiscomisional y una es particular laica. Todas ofrecen únicamente jornadas matutinas, a excepción de la unidad educativa PCEI Monseñor Leónidas Proaño Las Naves; todas son de modalidad presencial, aunque por contexto de pandemia por la COVID-19 los centros educativos han modificado la asistencia a un día por semana.

Página en blanco

Tabla 5-288 Instituciones Educativas en el Cantón Las Naves

Nombre de la Institución Educativa	Dirección	Tipo de Institución	Jornada	Modalidad	Nivel de Educación	Número de Estudiantes	Estado
Coronel Manuel de Echeandía	Recinto Cerro Azul	Fiscal	Matutina	Presencial	Educación básica	2	En funcionamiento
EEB Humberto Mata Martínez ⁹	Recinto Selva Alegre	Fiscal	Matutina	Presencial	Inicial y EGB	36	En funcionamiento
EEB Sebastián de Benalcázar	Guaranda 24 de Septiembre (Las Mercedes)	Fiscal	Matutina	Presencial	Inicial y EGB	184	En funcionamiento
EEB Coronel Mariano Santos Albán	Recinto Jerusalén	Fiscal	Matutina	Presencial	Inicial y EGB	32	En funcionamiento
EEB Buenos Aires	Recinto Buenos Aires	Fiscal	Matutina	Presencial	Educación básica	33	En funcionamiento
Unidad educativa PCEI Monseñor Leónidas Proaño Las Naves	Av. Gil Avilés vía a Zapotal frente a La Unión Cantonal Las Naves	Fiscomisional	Matutina	Semipresencial	EGB y bachillerato	98	En funcionamiento
EEB Héctor Guerrero Pazmiño	Recinto La Unión-vía El Triunfo Km 5	Fiscal	Matutina	Presencial	Educación básica	13	En funcionamiento
Unidad Educativa Dr. Gonzalo Tapia Gaibor	Recinto San Pedro de Cumandá	Fiscal	Matutina	Presencial	Inicial, educación básica y bachillerato	167	En funcionamiento
EEB General Vicente Anda Aguirre	10 de Agosto Simón Rachid	Fiscal	Matutina	Presencial	Educación Básica	429	En funcionamiento
EEB Luis Benigno Arregui	Recinto Cooperativa de Cumandá	Fiscal	Matutina	Presencial	Inicial y EGB	60	En funcionamiento
EEB Aurora Estrada de Ayala	El Triunfo	Fiscal	Matutina	Presencial	Educación básica	17	En funcionamiento
CEI Dr. Ángel León Alarcón	Gil Avilés sin nombre	Fiscal	Matutina	Presencial	Inicial	55	En funcionamiento

⁹ Registrada en el AMEI como parte del cantón Echeandía.

Nombre de la Institución Educativa	Dirección	Tipo de Institución	Jornada	Modalidad	Nivel de Educación	Número de Estudiantes	Estado
Escuela de Educación Básica Espíritu Santo	Av. Gil Avilés diagonal Universidad de Bolívar calle G	Particular laico	Matutina	Presencial	Educación básica	77	En funcionamiento
Unidad Educativa Las Naves	Augusto Chávez 1 Abdón Calderón	Fiscal	Matutina	Presencial	EGB y bachillerato	631	En funcionamiento

Fuente: (AMIE, 2019)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En las localidades del área geográfica del proyecto existen escuelas, pero no todas están en funcionamiento, por lo que la población debe trasladarse a otras localidades o a las cabeceras cantonales de Las Naves y de Echeandía. En el caso de Esperanza Baja, esta no cuenta con infraestructura educativa. A continuación, se detalla lo mencionado.

Tabla 5-289 Infraestructura Educativa Ubicada en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Institución Educativa	Estado
El Panecillo	Escuela	Fuera de funcionamiento hace 22 años
Esperanza Alta	Escuela Dr. Pablo F. Calero	Fuera de funcionamiento hace 10 años
Jerusalén	EEB Aurora Estrada de Ayala	Se encuentra en funcionamiento y buen estado
Naves Chico	Escuela	Fuera de funcionamiento
Selva Alegre	Escuela de educación básica Humberto Mata Martínez	Se encuentra en funcionamiento y buen estado
Unión del Congreso	Escuela fiscal 13 de Mayo	Fuera de funcionamiento hace cuatro años

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Dado este particular, la tabla a continuación indica a qué localidad acceden los estudiantes del área geográfica. Es importante mencionar que en Esperanza Alta ya no hay población estudiantil.

Tabla 5-290 Lugar de Acceso a la Educación de la Población de las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Educación General Básica	Educación Media y Bachillerato
El Panecillo	Selva Alegre	Echeandía
Esperanza Baja	El Congreso	El Congreso y Echeandía
Unión del Congreso	El Congreso	El Congreso y Echeandía
Naves Chico	El Triunfo	Las Naves
Selva Alegre	Selva Alegre	El Congreso
Jerusalén	Jerusalén	Las Naves

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Para la caracterización más específica de las instituciones educativas, se ha tomado aquellas que se ubican en las localidades del área geográfica, la EEB Coronel Mariano Saltos Albán y la EEB Humberto Mata Martínez, la primera en la localidad de Jerusalén y la segunda en Selva Alegre. A continuación, se presentan características adicionales de estos planteles educativos, tal como apoyo escolar, cobertura, infraestructura y servicios básicos con los que cuentan.

Tabla 5-291 Apoyo Escolar de las Instituciones Educativas Ubicadas en las Localidades del Área Geográfica

Institución Educativa	Uniformes	Textos	Útiles Escolares	Desayuno	Almuerzo
EEB Coronel Mariano Saltos Albán	-	✓	-	✓	-
EEB Humberto Mata Martínez	-	✓	-	✓	-

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Tabla 5-292 Infraestructura Física de las Instituciones Educativas Ubicadas en las Localidades del Área Geográfica

Institución Educativa	Espacios Administrativos	Patios/ Canchas	Baterías Sanitarias	Cocina	Comedor
EEB Coronel Mariano Saltos Albán	-	✓	✓	✓	✓
Escuela de Educación Básica Humberto Mata Martínez	-	-	✓	✓	✓

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Tabla 5-293 Infraestructura Educativa de las Instituciones Educativas Ubicadas en las Localidades del Área Geográfica

Institución Educativa	Sala de Audiovisuales/ Computación	Sala de Profesores	Laboratorios	Biblioteca
EEB Coronel Mariano Saltos Albán	✓	✓	-	-
EEB Humberto Mata Martínez	-	-	-	-

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Tabla 5-294 Servicios Básicos de las Instituciones Educativas Ubicadas en las Localidades del Área Geográfica

Institución Educativa	Alumbrado	Abastecimiento de agua	Eliminación de basura	Eliminación de aguas servidas
EEB Coronel Mariano Saltos Albán	Conexión pública	Agua entubada	Carro recolector	Pozo séptico
EEB Humberto Mata Martínez	Conexión pública	Agua entubada	Queman	Pozo séptico

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.7.4.1 Tipos de Establecimientos Educativos

En el Ecuador existen cuatro tipos de establecimientos educativos: fiscales (sustentados por el Estado), particulares (privados), fisco-misionales (sustentación mixta: Estado y privado) y municipales (sustentados por el Municipio).

De acuerdo con la información extraída del AMEI, en la jurisdicción del área del estudio la mayoría de los establecimientos son fiscales, tanto a nivel provincial (94,56 %) como cantonal (85,71 %), como se observa en la figura a continuación.

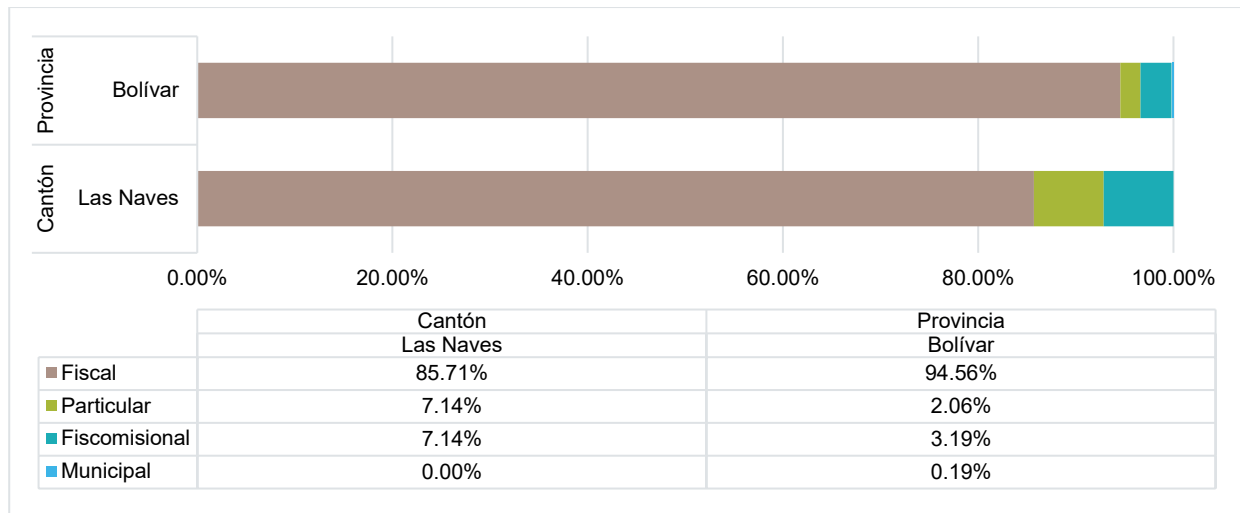


Figura 5-368 Tipo de Establecimientos en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (AMIE, 2019)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Gran parte de los estudiantes del área geográfica asisten a instituciones educativas fiscales (94,74 %), solo una pequeña parte (5,26 %) asiste a una institución educativa particular.

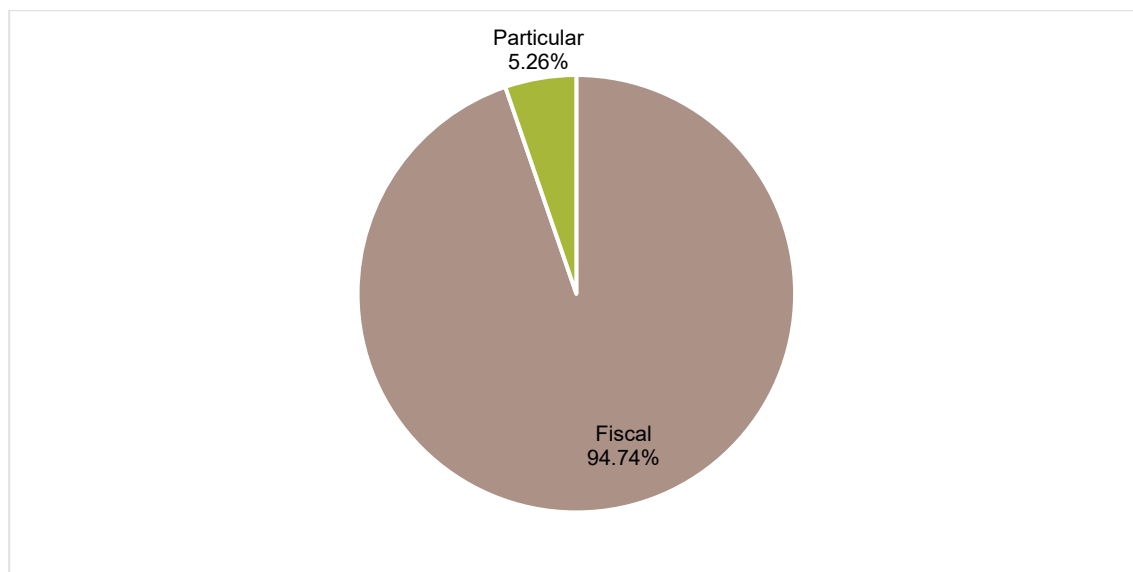


Figura 5-369 Tipo de Establecimientos a los que Acuden los Estudiantes del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.7.5 Profesores y Alumnos

El número de profesores por estudiante es importante para tener un panorama de la exclusividad de educación que se tiene en un centro educativo. En la jurisdicción del área geográfica existe un profesor por cada 18 estudiantes en promedio, tanto a nivel provincial como cantonal.

Tabla 5-295 Registro de Personal y Estudiantes de los Establecimientos Educativos en la Jurisdicción del Área Geográfica

Jurisdicción del Área Geográfica		Profesores Femeninos	Profesores Masculinos	Total Profesores	Estudiantes Femeninos	Estudiantes Masculinos	Total Estudiantes	Relación Alumno-Profesor
Provincia	Bolívar	2039	1115	3154	27 704	28 282	55 986	18
Cantón	Las Naves	63	38	101	939	859	1798	18

Fuente: (AMIE, 2019)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En los establecimientos educativos ubicados en las localidades del área geográfica en promedio la relación es de 25 estudiantes por profesor, valor superior al de la jurisdicción del área geográfica, lo que indica que la educación en las localidades es menos exclusiva comparada con la provincia y el cantón. Es pertinente señalar que no se cuenta con el detalle de alumnos cursando el último año a nivel parroquial, cantonal como en la jurisdicción del área geográfica.

Tabla 5-296 Registro de Personal y Estudiantes de los Establecimientos Educativos en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Nombre Instituto de Educación	Estudiantes	Profesores	Aulas	Relación Alumno/Aula	Relación Alumno/Profesor
Jerusalén	EEB Coronel Mariano Saltos Albán	36	2	2	18	18
Selva Alegre	Escuela de educación básica Humberto Mata Martínez	32	1	1	32	32

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Es importante mencionar que las instituciones educativas ubicadas en las localidades del área geográfica no tienen estudiantes con capacidades especiales.

5.3.8 Vivienda

La vivienda, considerada como una necesidad básica, es definida por el INEC como el recinto de alojamiento estructuralmente separado y con entrada independiente, construido, edificado, transformado o dispuesto para ser habitado por una persona o grupos de personas, siempre que al momento de la investigación no esté utilizado con finalidad distinta. Se considera que una vivienda tiene acceso independiente cuando para llegar a ella no se pasa por el interior de cuartos de otras viviendas; pueden tener acceso directo desde la calle o pasando por patios, corredores, escaleras, etc., de uso común.

Al analizar la infraestructura de la vivienda, es importante tener en cuenta los factores de urbanidad y ruralidad, debido a que estos son decisivos en el tipo de material usado, no solo por la posibilidad de acceso a estos, sino porque el entorno crea las condiciones para que haya una repetición de las formas de construcción.

5.3.8.1 *Número de Viviendas en el Área Geográfica*

Para determinar el número de viviendas en el área geográfica, primero es necesario realizar unas diferenciaciones según la condición de ocupación de estas. La condición de ocupación de una vivienda se determina en base a la siguiente estructura y definiciones de acuerdo con el Diccionario de Variables del VII Censo de Población y VI Vivienda 2010, que se tomó en consideración para el levantamiento de información:

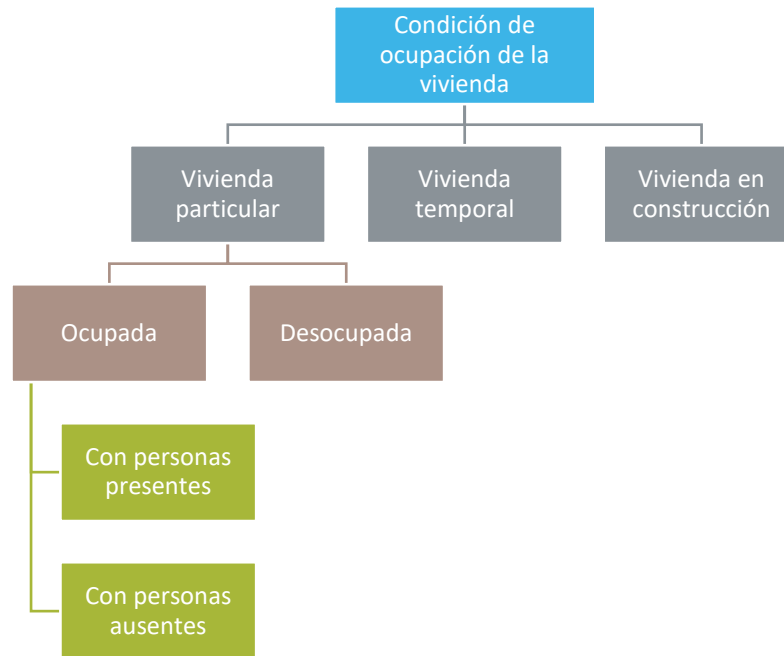


Figura 5-370 Condición de Ocupación de la Vivienda

Fuente: (INEC, 2018)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En tal virtud, las definiciones son:

- > Vivienda particular: Es el lugar de alojamiento, separado e independiente, destinado para que vivan uno o más hogares.
 - Vivienda particular ocupada: Aquella que al momento de la encuesta se encuentra habitada por uno o más hogares particulares.
 - > Ocupada con personas presentes:¹⁰ Cuando por lo menos uno de los habitantes que reside habitualmente en la vivienda se encuentra presente al momento de la visita de campo.
 - > Ocupadas con personas ausentes:¹¹ Se refiere a las viviendas equipadas con muebles y enseres; sin embargo, sus habitantes no se encontraban al momento de la visita de campo.
 - Vivienda particular desocupada:¹² Una vivienda donde a pesar de ser apta para habitarse al momento de la visita de campo nadie vive allí.
- > Vivienda temporal:¹³ Aquellas en que la familia no duerme ni come diariamente, pero se utiliza por lapsos de tiempo frecuentes, es decir, no es su residencia habitual.
- > Vivienda en construcción:¹⁴ Aquella que se encuentra en cualquier etapa de construcción y no está habitada al momento de la encuesta.

¹⁰ En adelante, se denominará vivienda ocupada

¹¹ En adelante, se denominará vivienda ocupada-ausentes

¹² En adelante, se denominará vivienda desocupada

¹³ En adelante, se denominará vivienda temporal

¹⁴ En adelante, se denominará vivienda en construcción

A continuación, se presenta la distribución de viviendas asentadas en las localidades del área geográfica.

Tabla 5-297 Viviendas en el Área Geográfica

Total de Viviendas	Viviendas Ocupadas		Viviendas Desocupadas	Viviendas Temporales	Familias Encuestadas
	Con Personas Presentes	Con Personas Ausentes			
33	23*	2	2	6	21

*De las 23 viviendas ocupadas con personas presentes, dos de ellas rechazaron dar información para la encuesta.

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.8.2 Tipos de Vivienda

La clasificación de los tipos de construcción de las viviendas permite realizar una aproximación hacia la calidad de la vivienda en cuanto condiciones de durabilidad y funcionalidad. Para ello el INEC agrupa a las construcciones en siete categorías de acuerdo con las condiciones de habitación y las características constructivas. Estas categorías son:

- > Casa o villa: Construcción permanente hecha con materiales resistentes.
- > Departamento: Conjunto de cuartos que forman parte independiente de un edificio de uno o más pisos, tiene abastecimiento de agua y servicio higiénico exclusivo.
- > Cuarto de inquilinato: Tiene una entrada común y en general no cuenta con servicio exclusivo de agua o servicio higiénico.
- > Mediagua: Construcción de un solo piso con paredes de ladrillo, adobe, bloque o madera; techo de paja, asbesto o zinc; y tiene una sola caída de agua y no más de dos cuartos.
- > Rancho: Construcción rústica, cubierta con palma o paja, con paredes de caña y con piso de madera caña o tierra.
- > Covacha: Construcción de materiales rústicos, como ramas, cartones, restos de asbesto, latas o plástico, con pisos de madera o tierra.
- > Choza: Construcción de paredes de adobe o paja, piso de tierra y techo de paja.

Las dos primeras categorías corresponden a los espacios que presentan mejores condiciones de habitabilidad en contraste con las demás, que aparte de sus deficiencias constructivas y limitaciones funcionales tienen probabilidades de tener carencias de servicios básicos (SICES, 2017).

En la jurisdicción del área geográfica, el tipo de vivienda que predomina son las casas y villas, como se indica en la figura a continuación.

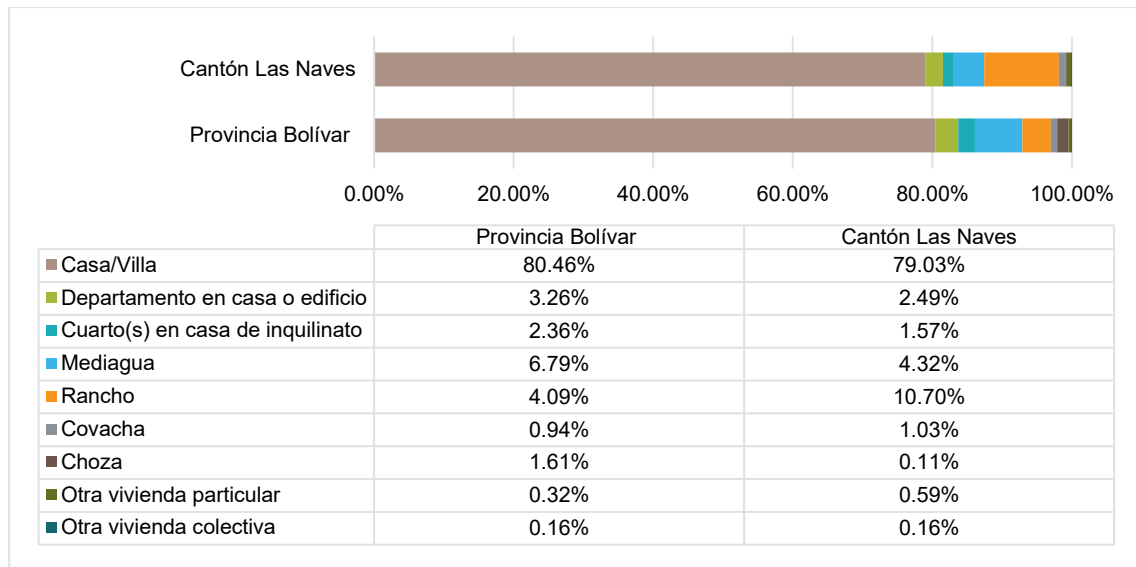


Figura 5-371 Tipo de Vivienda en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Al igual que a nivel provincial y cantonal, las viviendas del área geográfica se caracterizan por ser de tipo casas o villas, como se observa en la figura a continuación.

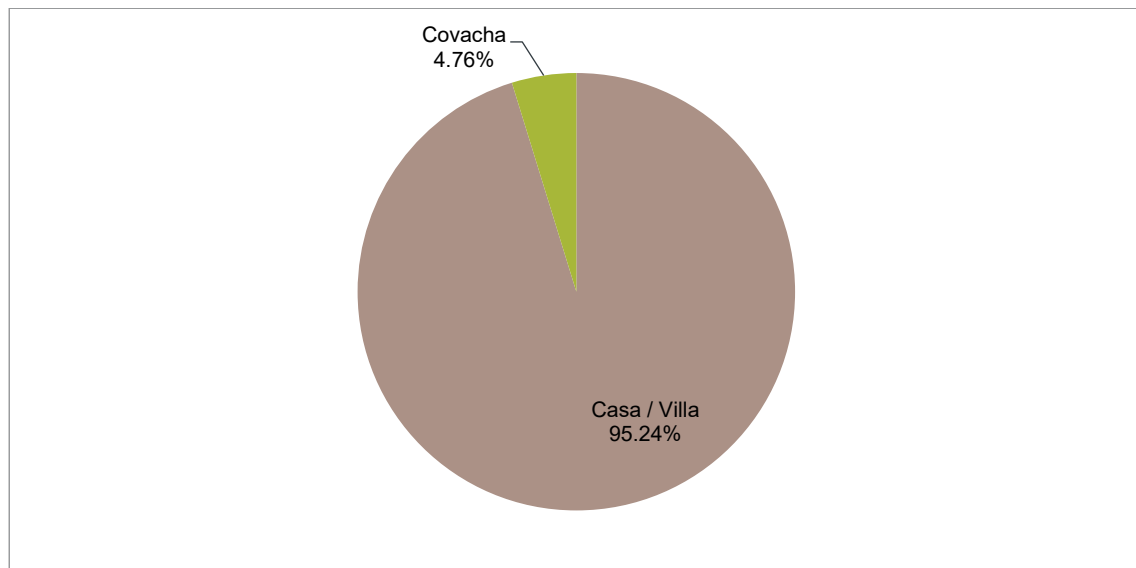


Figura 5-372 Tipo de Viviendas en el Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.8.3 Materiales Predominantes de las Viviendas

Dentro del tema de características de la vivienda, es necesario examinar los materiales utilizados para la construcción de techos, paredes y pisos. El Sistema Integrado de Conocimiento y Estadística Social (SICES) puntualiza que estos materiales pueden variar notablemente según patrones culturales y

condiciones medioambientales; ciertos materiales pueden ser adecuados en un determinado contexto e insatisfactorios en otros.

5.3.8.3.1 Material del Techo

El material del techo presenta el porcentaje de viviendas construidas con techos predominantemente de hormigón, losa o cemento, asbesto, zinc, teja, palma, paja u hoja u otros materiales (SICES, 2017).

En la jurisdicción del área geográfica, la mayor parte de las viviendas (en promedio 70,62 %) tiene el techo de zinc.

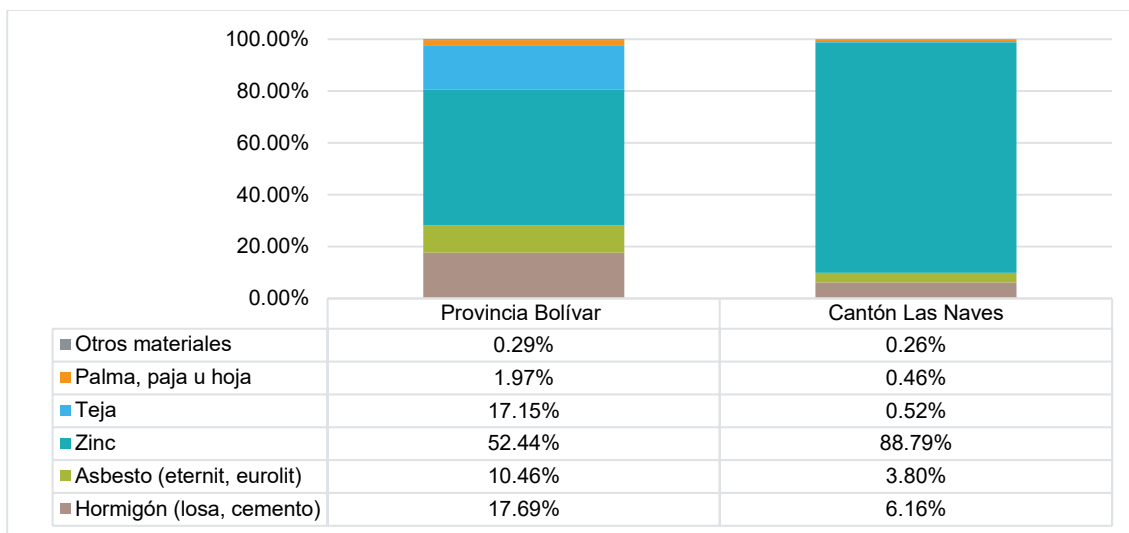


Figura 5-373 Material del Techo en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Al igual que a nivel de la jurisdicción, la mayor parte de las viviendas del área geográfica también tienen el techo de zinc (90,48 %) y en menor cantidad tienen techos de asbesto (9,52 %).

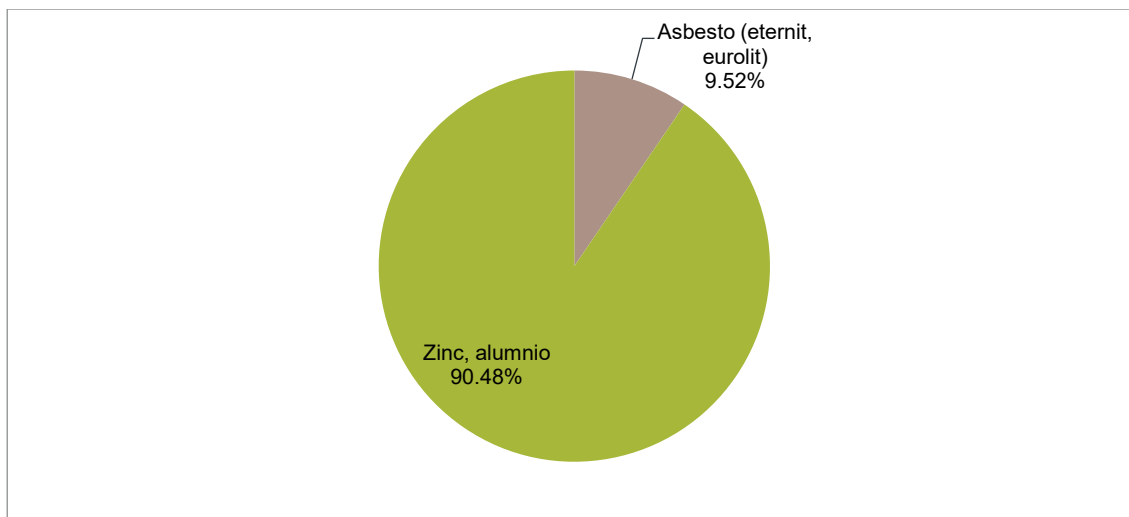


Figura 5-374 Material del Techo en las Viviendas del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.8.3.2 Material de las Paredes

En este acápite se analiza el material utilizado para las paredes exteriores de las viviendas, el cual puede ser de hormigón, ladrillo o bloque, adobe o tapia, asbesto o cemento, madera, caña revestida o bahareque (caña o carrizo revestidos) y caña no revestida. El material de las paredes de las viviendas ha tenido un cambio sustancial en un acelerado uso de hormigón o cemento (además de ladrillos) quizá debido a un paulatino proceso de urbanización. Además, conviene indicar que el uso de los materiales de las paredes en muchos de los casos también es coherente al contexto geográfico y climático de las viviendas (SICES, 2017).

En la jurisdicción del área geográfica, en promedio, el 59,68 % de las viviendas tienen las paredes de ladrillo o bloque, seguido del 20,55 % que tiene paredes de madera.

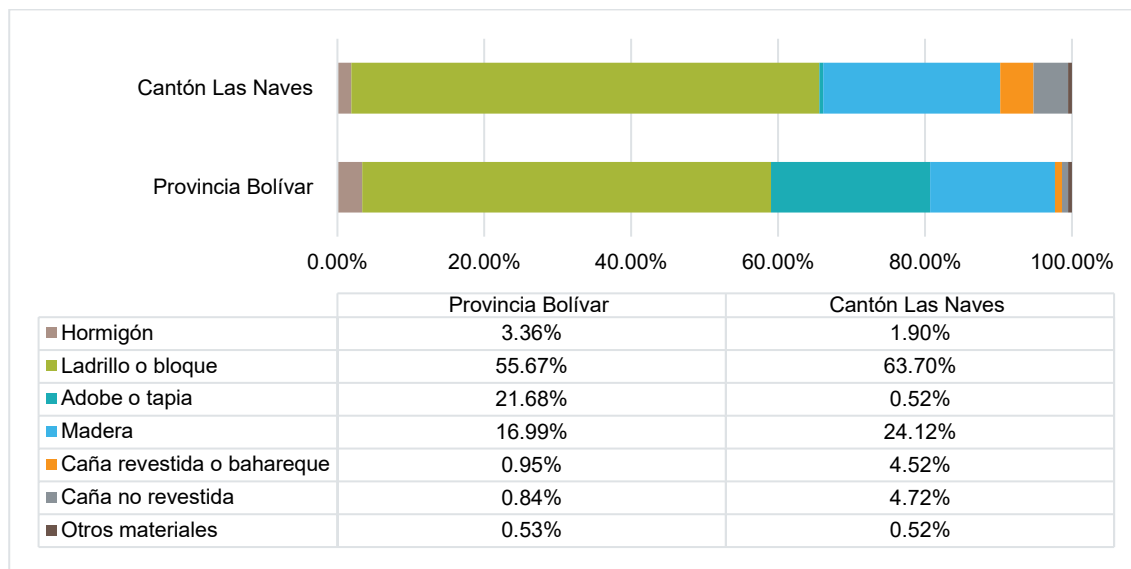


Figura 5-375 Material de las Paredes en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En las viviendas del área geográfica se da una dinámica inversa a la de la jurisdicción, es decir, estas están conformadas en su mayoría por paredes de madera (76,19 %) y en menor cantidad por paredes de ladrillo o bloque (19,05 %) y de asbesto o cemento (4,76 %).

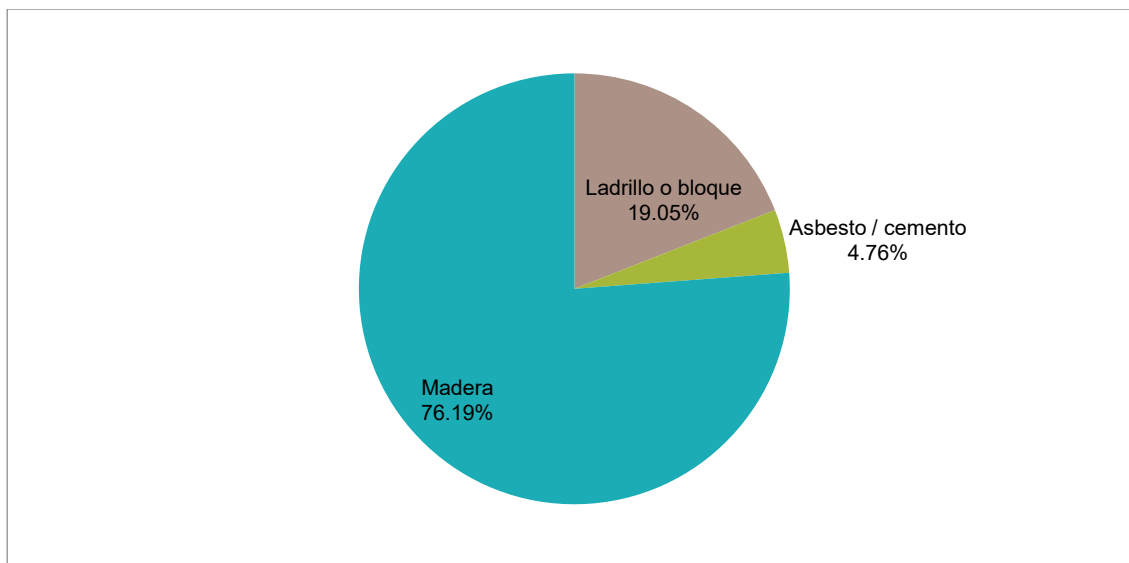


Figura 5-376 Material de las Paredes en las Viviendas del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 021

5.3.8.3.3 Material del Piso

El material del piso agrupa en categorías a las viviendas de materiales resistentes y que promueven condiciones sanitarias adecuadas, como son el entablado, parqué, baldosa, vinil, ladrillo o cemento, en contraste con las viviendas cuyos pisos presentan problemas para su limpieza y por ende aumentan los riesgos sanitarios, como caña y tierra (SICES, 2017).

En la jurisdicción del área geográfica en promedio los materiales del piso mayormente utilizados en las viviendas son el ladrillo o cemento (36,72 %) y la tabla sin tratar (35,55 %), incluso en el cantón Las Naves un gran porcentaje de las viviendas tiene piso de tierra (21,08 %).

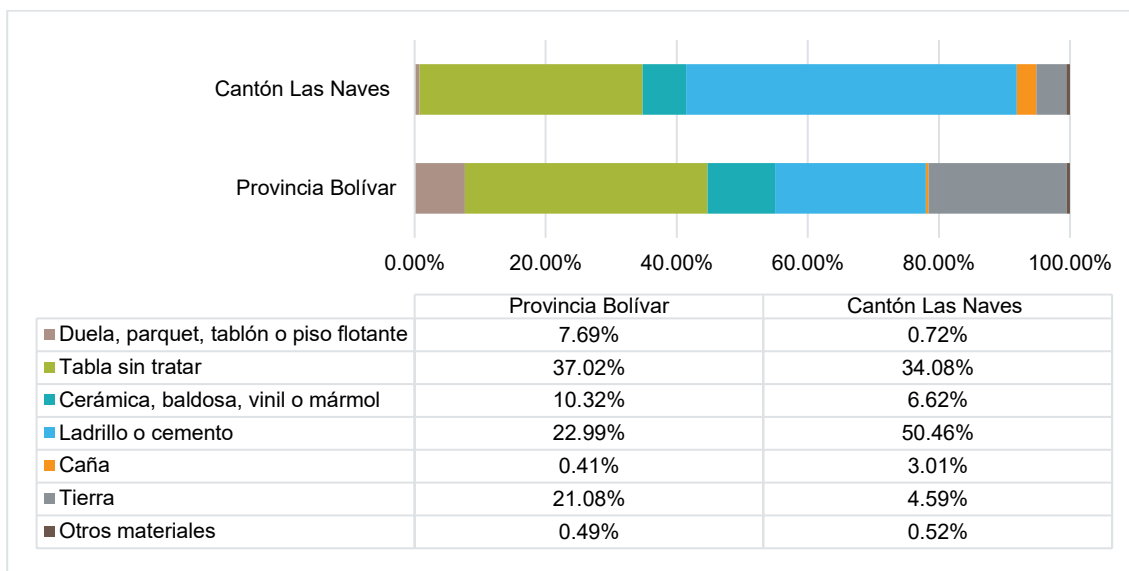


Figura 5-377 Material del Piso en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

La gran mayoría de las viviendas del área geográfica presenta piso de tabla sin tratar (85,71 %), unas pocas viviendas tienen el piso de ladrillo o cemento (14,29 %).

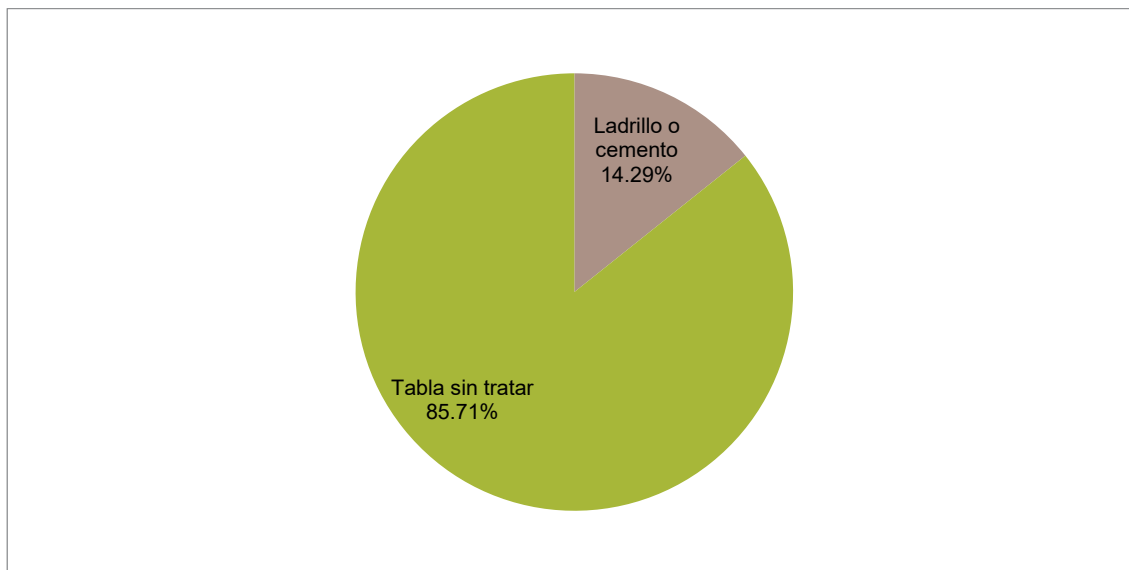


Figura 5-378 Material del Piso en las Viviendas del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.8.4 Propiedad de la Vivienda

El hogar es la unidad social conformada por una persona o grupo de personas que se asocian para compartir el alojamiento y la alimentación. Es decir, es el conjunto de personas que residen habitualmente en la misma vivienda o en parte de ella, que están unidas o no por lazos de parentesco y que cocinan en común para todos sus miembros. El término vivienda propia se refiere a aquellas que están parcial o totalmente pagadas, independientemente del miembro del hogar que es titular de la propiedad, y de la calidad o condiciones de la vivienda. Cabe resaltar que la propiedad de la vivienda se refiere a la propiedad de la infraestructura de la vivienda como tal, no tiene relación con el terreno en el que esta se encuentra (SICES, 2017).

A nivel provincial, el 73,91 % de las viviendas son propias (totalmente pagadas, en proceso de pago, regaladas, heredades, etc.), mientras que a nivel cantonal la tendencia disminuye al 66,13 %.

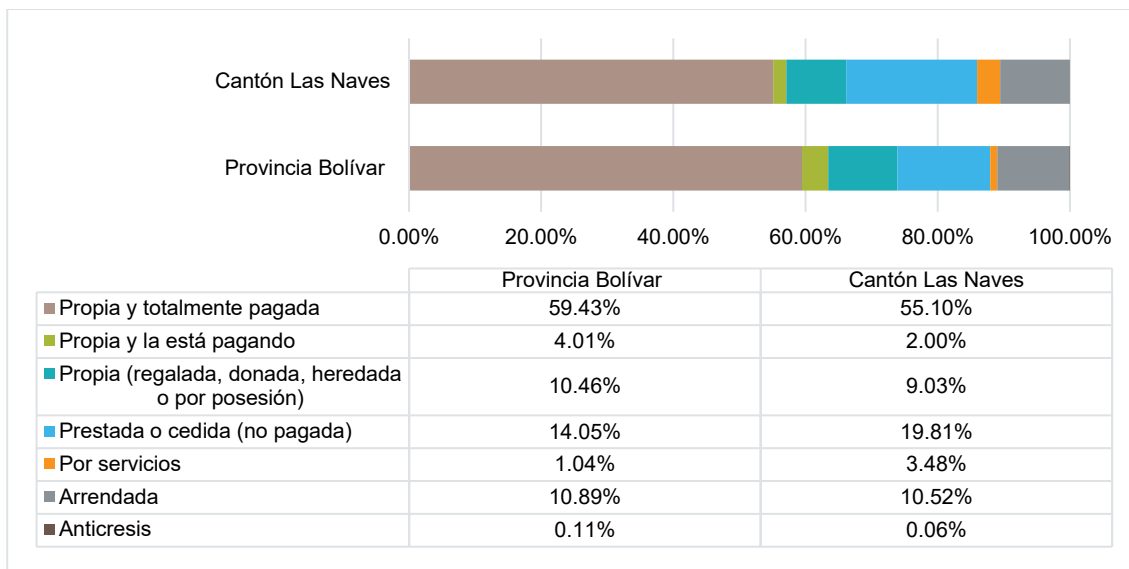


Figura 5-379 Propiedad de la Vivienda en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Al igual que a nivel de la jurisdicción, las viviendas del área geográfica en su mayoría son propias y están totalmente pagadas (61,90 %) o están en proceso de pago (14,29 %); de igual manera, también hay un porcentaje considerable de viviendas familiares (19,05 %) y en menor cantidad están aquellas que son arrendadas (4,76 %).

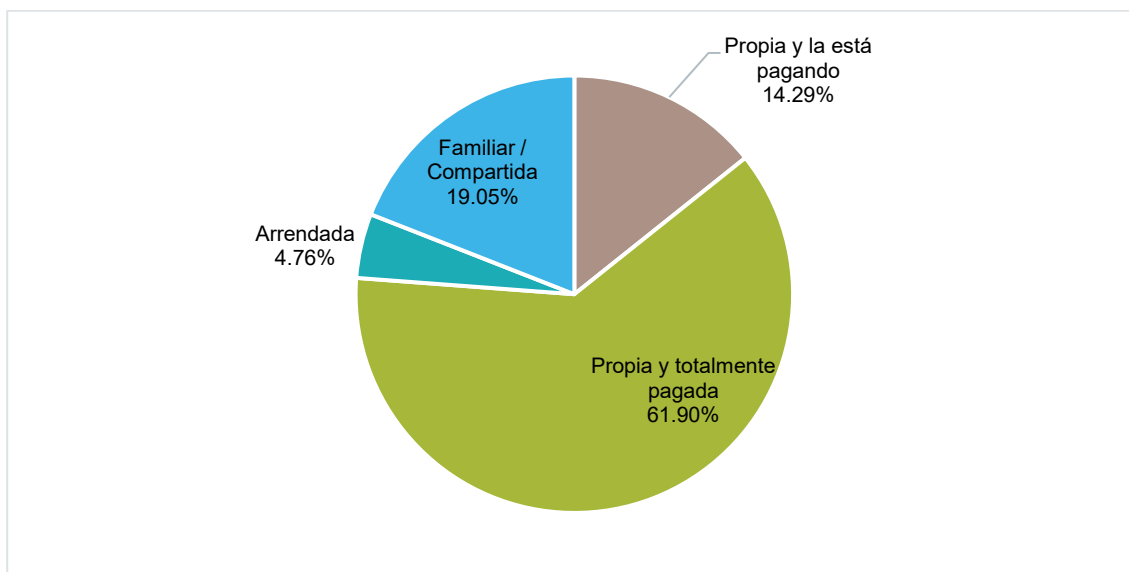


Figura 5-380 Propiedad de las Viviendas del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Con la finalidad de tener constancia sobre la propiedad de la vivienda, se indagó sobre los documentos que acreditan a la propiedad; en tal sentido, se obtuvo que la mayoría de las viviendas que se encuentran

en los predios que se intersecan con el área geográfica tienen escrituras (93,75 %), las restantes fueron cedidas a través de herencia (6,25 %).

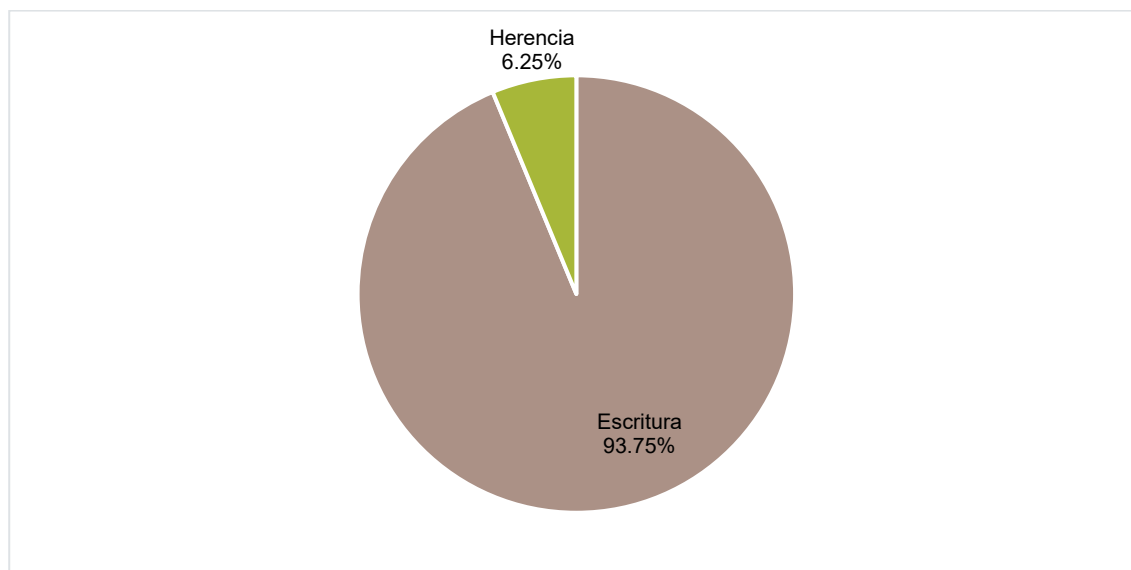


Figura 5-381 Documento de Acreditación de la Propiedad de las Viviendas del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.9 Estratificación

La estratificación social se puede definir como la existencia de desigualdades en la estructura social entre grupos sociales, que produce una jerarquización relacionada a la asignación desigual de recursos y del posicionamiento social y político. Las clases sociales y la estratificación social no pueden definirse sin considerar el fenómeno de la desigualdad, siendo esta el lugar que cada individuo ocupa en la estructura social, en términos de su posición en el sistema de relaciones productivas y reproductivas que determina y está determinado por la asignación desigual de recursos socialmente valorados, tales como la propiedad, el ingreso y acceso a educación de calidad (Marinho & Quiroz, 2018).

La posición de cada individuo afecta las oportunidades de vida y estas definen y reafirman las posiciones sociales. Ello se traduce en la presencia de relaciones asimétricas de poder en torno a recursos que son social y económicamente valorados (Marinho & Quiroz, 2018).

En el presente acápite se presentan varios indicadores que sustentan lo definido anteriormente como estratificación; estos son fuentes de ingreso del hogar, acceso a subsidios públicos, indicadores de pobreza por NBI, valores y costumbres y organización y participación social en las localidades del área geográfica.

5.3.9.1 Fuentes de Ingreso del Hogar

Las fuentes de ingreso se determinan de acuerdo con el tipo de actividad que realiza la población. En las localidades del área geográfica más del 70,00 % de los hogares dependen de la venta de la producción agrícola y ganadera, y el porcentaje restante, de un salario.

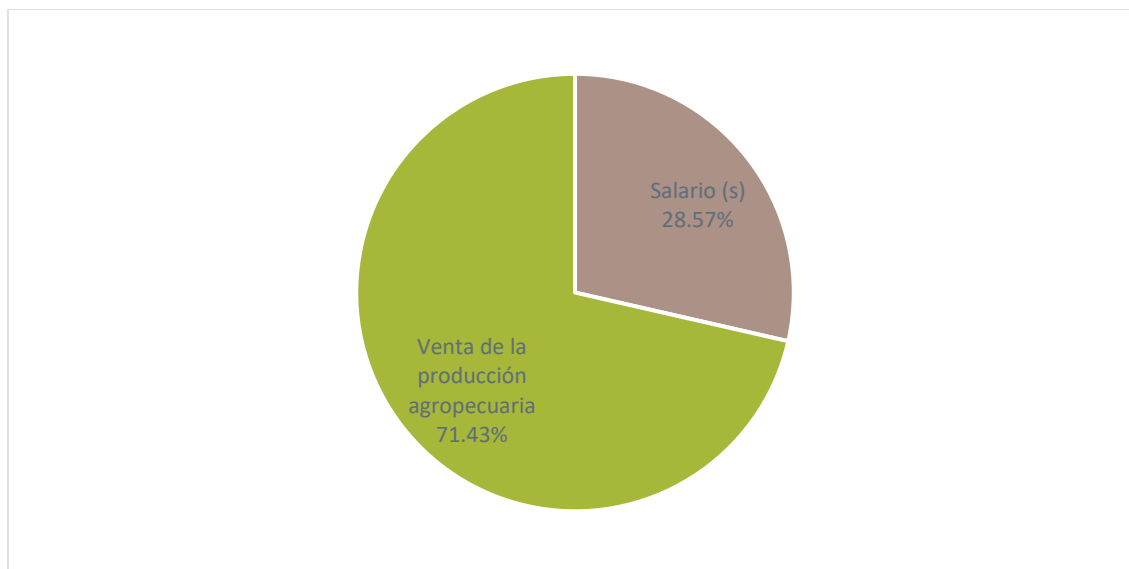


Figura 5-382 Principal Fuente de Ingresos en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

El ingreso recibido por los hogares de las localidades del área geográfica en el último mes bordea entre los \$100 y \$400 dólares en su mayoría, como se observa en la figura a continuación.

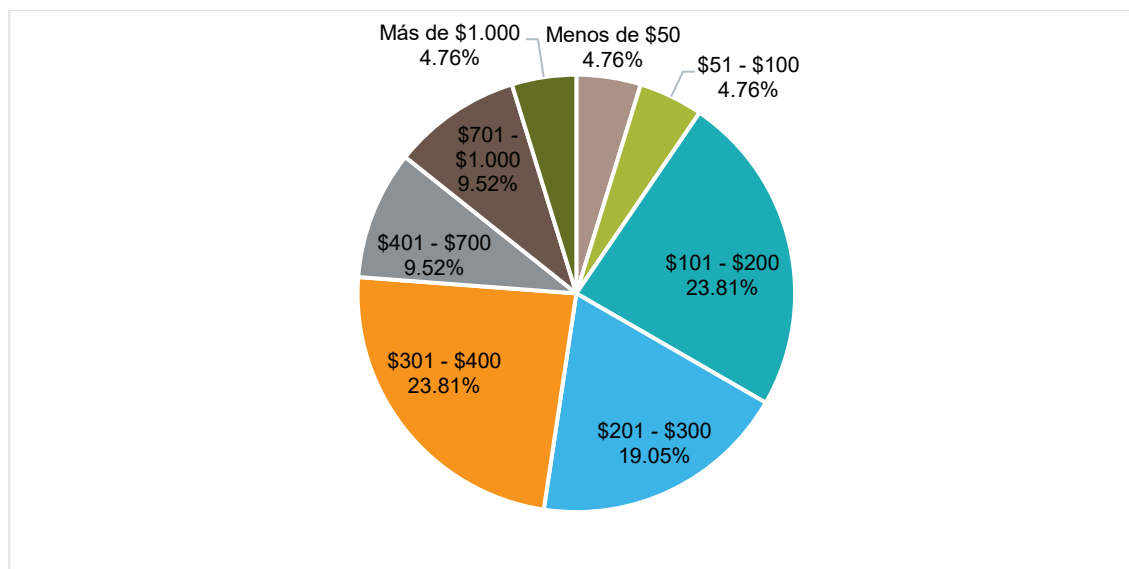


Figura 5-383 Nivel de Ingresos en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.9.2 Indicadores de Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas

La pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) es una medida de pobreza multidimensional desarrollada en los años 80 por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El método abarca cinco dimensiones y dentro de cada dimensión existen indicadores que miden privaciones.

Cada dimensión funciona como una variable dicotómica, que toma el valor de 1 cuando existe la privación, y de 0 cuando no existe; en tal sentido, se suman las cinco dimensiones y se puede tener los siguientes resultados (SICES, 2017):

- > 0: Se considera un hogar en condición de no pobreza
- > 1: Se considera un hogar en condición de pobreza
- > Mayor a 1: Se considera un hogar en condición de pobreza extrema

Tabla 5-298 Dimensiones de la Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas

Dimensión	Indicadores	
Capacidad económica	I1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los años de escolaridad del jefe(a) de hogar es menor o igual a 2 años. ▪ Existen más de tres personas por cada persona ocupada del hogar.
Acceso a educación básica	I2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existen en el hogar niños de 6 a 12 años de edad que no asisten a clases.
Acceso a vivienda	I3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El material del piso es de tierra u otros materiales no adecuados. ▪ El material de las paredes es de caña, estera u otros no adecuados.
Acceso a servicios básicos	I4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La vivienda no tiene servicio higiénico o si lo tiene es por pozo ciego o letrina. ▪ El agua que obtiene la vivienda no es por red pública o por otra fuente de tubería
Hacinamiento	I5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La relación de personas por dormitorio es mayor a tres.

Fuente: (SICES, 2017)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En la jurisdicción del área geográfica el 80,80 % de las familias viven en condición de pobreza, en promedio.

Tabla 5-299 Pobreza por NBI en la Jurisdicción del Área Geográfica

Jurisdicción del Área Geográfica		Número		Porcentaje	
		No Pobres	Pobres	No Pobres	Pobres
Provincia	Bolívar	43 098	139 044	23,7 %	76,3 %
Cantón	Las Naves	897	5155	14,8 %	85,2 %

Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En los hogares del área geográfica la mayor parte de viviendas (47,62%) tiene una condición de no pobreza; sin embargo, el 38,10 % vive en condiciones de pobreza y el 14,29 % en condiciones de extrema pobreza, es decir que el 52,39 % es considerado pobre, porcentaje que está por debajo del promedio de la jurisdicción del área geográfica.

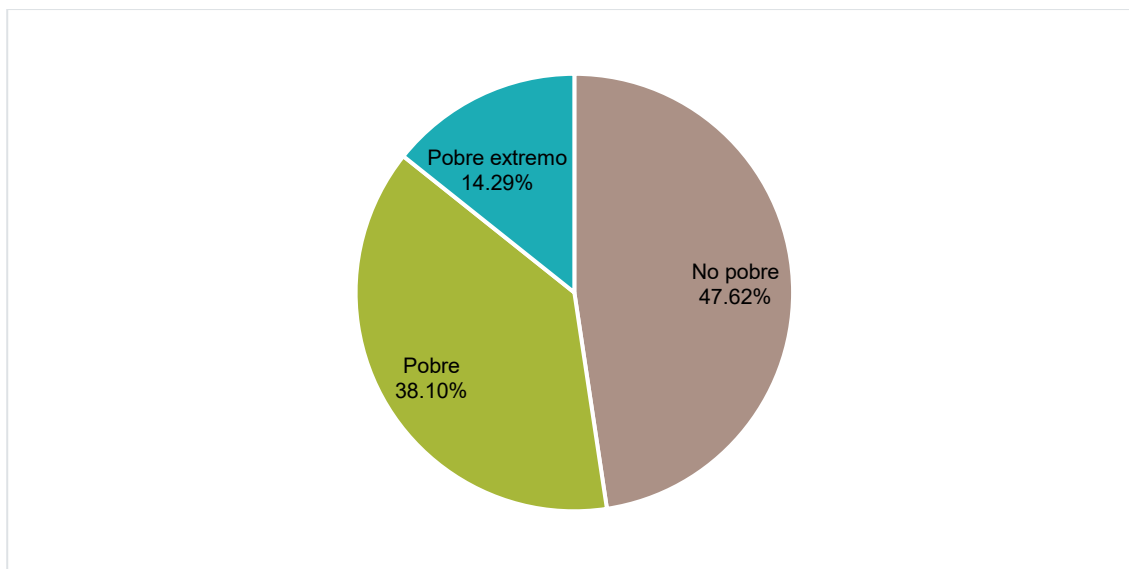


Figura 5-384 Pobreza por NBI en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.9.3 Bono, Subsidio y Transferencia

Una de las maneras de medir la estratificación es a través de bonos o subsidios regresivos, con este indicador se puede tener una idea de las necesidades por las que atraviesan los grupos vulnerables o familias pobres de determinado territorio.

Uno de los bonos que mayor influencia ha tenido dentro del territorio ecuatoriano es el bono de desarrollo humano, que en 2003, mediante Decreto ejecutivo N.º 347-A cambia el Programa Bono Solidario por Programa Bono de Desarrollo Humano, que consiste en la entrega de un subsidio monetario de USD 50 (cincuenta dólares de los Estados Unidos de Norteamérica), condicionado al cumplimiento de requisitos establecidos por el viceministerio de Aseguramiento y Movilidad Social, y que lo reciben los representantes de los núcleos familiares (de preferencia a la mujer que consta como jefe de núcleo o cónyuge) que se encuentran bajo la línea de pobreza establecida por el Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, de acuerdo con los resultados obtenidos del Registro Social (MIES, 2016). En el 2006, a nivel nacional, por las condiciones de pobreza y extrema pobreza, 979 008 personas recibían el BDH. El pico más alto fue en el 2009, donde 1 244 875 habitantes contaban con esta transferencia monetaria por el mismo mecanismo económico y otros semejantes a la par, como el Bono Joaquín Gallegos Lara. La población en condiciones de pobreza ha disminuido, lo que ha permitido que cada vez sean menos las familias que requieren de este apoyo económico. A octubre de 2016, 426 047 personas son beneficiarias del Bono de Desarrollo Humano (Ministerio de Desarrollo Social, 2017).

En las localidades del área geográfica, el 71,43 % de hogares recibe algún tipo de bono o ayuda social, mientras que el 28,57 % no recibe ayuda alguna.

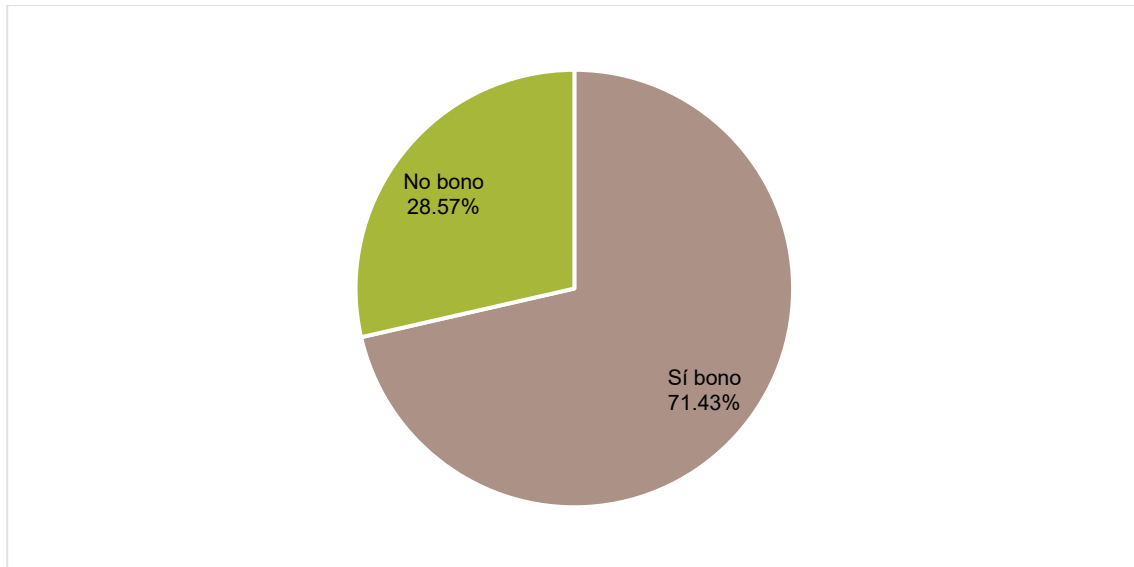


Figura 5-385 Recepción del Bono o Subsidio en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Dentro de los hogares que reciben el bono, el 73,33 % corresponde al bono de desarrollo humano, mientras el porcentaje restante corresponde al bono Mis Mejores Años (26,67 %).

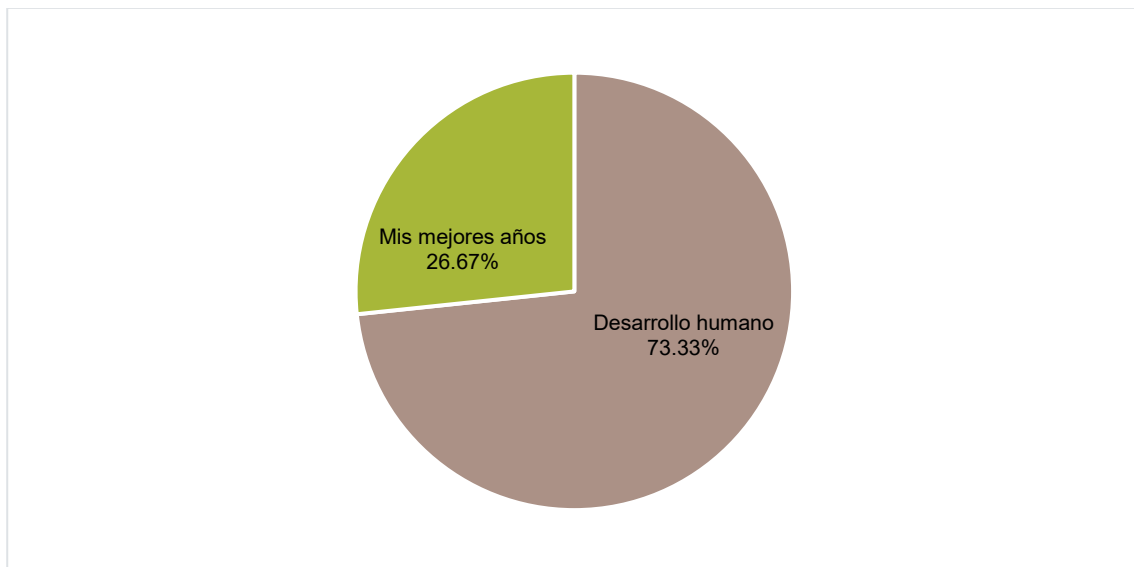


Figura 5-386 Tipo de Bono Recibido en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.9.4 Valores y Costumbres en una Sociedad

Dentro del concepto de estratificación es necesario también definir el concepto de acción, dado que es la elección potencialmente libre de un actor entre valores y cursos de acción alternativos dentro de una sociedad. Existen varios componentes del acto: el actor, el fin o meta a la que se orienta la acción, la

situación en la que tiene lugar el acto y, por último, las normas y valores que lo regulan. El objeto de orientación hacia el que se dirige el actor puede ser un objeto social, esto es un actor o una colectividad o un objeto no social, ya sea físico o cultural; la situación es la parte del mundo externo, el total de objetos, que tiene alguna significación para el actor, es aquella parte a la que el actor se orienta y en la que actúa. Pero además de esta orientación motivacional, que es individual y concerniente a la conciencia, intervienen en la acción criterios sociales o culturales, que guían la elección y que impiden actuar espontáneamente, lo que se conoce como orientación valorativa o de valor (Duek & Inda, 2014).

Es importante referirse a la orientación valorativa, ya que alude a los aspectos de la orientación que someten al actor a la observancia de pautas, normas y criterios de selección, siempre que pueda y deba elegir. Se llama orientación de valor porque compromete al actor en la observancia de ciertas reglas, normas y pautas provenientes de los valores centrales e institucionalizados por una colectividad que han sido internalizados mediante la socialización (Duek & Inda, 2014). En otras palabras, cada individuo que se desarrolle dentro de una comunidad deberá tomar en cuenta la cultura y valores comunes establecidos por la población de esta.

A partir de las normas culturales se puede describir los valores comunes de la colectividad que guían la acción y que rigen las sociedades, estas se dividen en cinco normas o variables principales que son dicotómicas, en las que el actor debe elegir uno de los dos polos para dar sentido a sus acciones (Duek & Inda, 2014):

1. Afectividad vs. neutralidad afectiva
2. Orientación hacia sí mismo vs. orientación hacia la comunidad
3. Universalismo vs. particularismo
4. Adscripción vs. desempeño
5. Especificidad vs. difusividad

Por ejemplo, en las sociedades contemporáneas prevalecen las pautas más racionales: neutralidad afectiva, universalismo, desempeño y especificidad (Duek & Inda, 2014). En cuanto a las localidades del área geográfica se pudo observar durante la jornada de campo que prevalece la neutralidad afectiva, la orientación a la comunidad, el universalismo, el desempeño y la especificidad.

Dichas variables aparecen en tres niveles distintos: el individual relacionado a la personalidad en los hábitos de elección de cada actor, el colectivo relacionado a la definición de roles dentro de una sociedad y el cultural orientado a las normas de valor instauradas (Duek & Inda, 2014).

Solo las localidades El Panecillo, Selva Alegre y Unión del Congreso se caracterizan por sus costumbres o festividades locales. A continuación, se presenta el detalle.

Tabla 5-300 Principales Festividades en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Principales Festividades		
	Fecha	Nombre	Principales Actividades
El Panecillo	Julio	Virgen Narcicita de Jesús	Encuentros deportivos, palo encebado, rifas
Selva Alegre	Septiembre	Virgen Agua Santa de Baños	Deporte, artistas bailes
Unión del Congreso	23-jul	Patrono de la Comunidad "Niño Divino"	Juegos recreativos, deportivos, misa, lidias de gallos, baile

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.9.5 Organización y Participación Social

Los roles constituyen a las relaciones sociales que son definidas como situaciones de interacción entre los individuos, no en su totalidad o en calidad de personalidades globales sino en relación con la satisfacción de una necesidad específica. El consenso es lo que permite la interacción de los individuos, es el hecho de que se comparten patrones culturales vigentes y valores comunes que son congruentes con cada uno de los roles (Duek & Inda, 2014). A continuación, se presenta la organización y participación social del cantón Las Naves y de los propietarios de los predios que se intersecan con el área geográfica.

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Las Naves (PDOT Cantonal Las Naves, 2019):

El cantón cuenta entre sus principales instituciones con el GAD Municipal, el subcentro de salud de Las Naves y de la parroquia Las Mercedes, Cuerpo de Bomberos, Policía Nacional, Brigadas de Seguridad, Jefatura Política, Consejo de la Judicatura, Notaría Única del cantón, oficina del MAGAP, Consejo Cantonal de Protección de Derechos de Las Naves, Organización de discapacitados 1 de Mayo. Entre sus centros educativos está la Universidad Estatal de Bolívar, unidad educativa temporal Las Naves, unidad educativa temporal Dr. Gonzalo Tapia Gaibor, escuela Gral. Vicente Anda Aguirre, unidad educativa Espíritu Santo y centro de educación inicial Dr. Ángel León Alarcón. Entre las instituciones financieras que prestan sus servicios están la Caja comunitaria de la parroquia Las Mercedes y el Recinto Jerusalén. Entre las agrupaciones sociales se tiene la Unión Cantonal de Organizaciones Sociales, la Cooperativa de Producción Artesanal 5 de Noviembre, Naveñitos en acción, Trinidad Bonilla, Asociación de Bella Vista, Asociación de Discapacitados 1.º de Mayo, Asociación 8 de Noviembre, Banda de Músicos Santa María de Las Naves, Centro de rehabilitación para alcohólicos anónimos y drogadicción, Asociación de Productores y Comercializadores agropecuarios Santa María de Las Naves.

Es importante mencionar que adicional a las organizaciones a nivel cantonal, existen organizaciones a nivel comunitario que pueden ser de primer y segundo orden. La estructura y funcionamiento de estas se detallará más adelante en el acápite 5.3.18.2.

De acuerdo con la información levantada en campo, cuatro de los propietarios de los predios que se intersecan con el área geográfica pertenecen a una organización social; más detalles se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 5-301 Participación Social de los Propietarios de los Predios que se Intersecan con el Área Geográfica

Nombre del Propietario	Participación Social		
	Participa	Cargo	Nombre de la Organización
De la Cruz Santillán Tandapilco	Sí	Vocal 3	Directiva El Panecillo
Martín Tocta Tolombo	Sí	Secretario	Directiva Selva Alegre
William Wilfrido Quilligana Gavilanes	Sí	Secretario	Directiva Naves Chico
Napoleón Yunapanta Tocta	Sí	Presidente	Directiva Selva Alegre

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

A continuación, se detalla el medio de comunicación que utilizan las directivas comunitarias para comunicarse con los moradores.

Tabla 5-302 Forma de Convocatoria en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Medio	Especificaciones
Esperanza Baja	Boca a boca	Se comunica a lo que ingresan a la localidad (casa del Sr. Echeverría)
Esperanza Alta	Boca a boca	-
Naves Chico	Visita a los domicilios	Se entrega de casa en casa. No hay acceso a internet
	Convocatorias escritas/impresas	
El Panecillo	Visita a los domicilios	Convocatoria a cada casa.
	Convocatorias escritas/impresas	
	Redes Sociales	WhatsApp.
Selva Alegre	Boca a boca	En el centro poblado.
	Convocatorias escritas/impresas	
	Redes sociales	WhatsApp.
Unión del Congreso	Boca a boca	WhatsApp.
	Convocatorias escritas/impresas	
	Redes Sociales	

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.10 Estado de Legalización de Localidades

Conforme lo señalado en la definición del área geográfica, esta se conforma por predios y localidades sobre los cuales se enfoca la presente caracterización socioeconómica y que sirve para posteriormente delimitar el área de influencia directa e indirecta. En este sentido, es importante detallar el estado de la legalidad de las localidades como de los predios que estarán relacionados al proyecto. En primer lugar, se presenta una descripción cualitativa de cada una de las localidades consideradas del área geográfica, seguido de la descripción para obtener la delimitación de estas y de los predios.

5.3.10.1 Delimitación de Localidades y Predios

Curimining S. A. así como las consultoras que brindan diferentes servicios en el área del proyecto, Cardno Entrix e INSUCO, a lo largo del año han solicitado a las autoridades competentes información oficial sobre el catastro predial (unidades individuales) y delimitación de localidades del área de la concesión; sin embargo, hasta la fecha no se ha recibido respuesta. A continuación, se presenta el orden cronológico de la solicitud de información.

- > El 16 de junio de 2021, mediante oficio generado por la empresa INSUCO, dirigido a la alcaldesa del GAD municipal Las Naves, se solicita un listado de las localidades que conforman la unidad territorial administrativa para facilitar el levantamiento de información para el análisis socioeconómico del cantón y de la parroquia.
- > El 16 de junio de 2021, mediante oficio generado por la empresa INSUCO, dirigido al jefe político del cantón Las Naves, se solicita un listado de las localidades que conforman la unidad territorial administrativa para facilitar el levantamiento de información para el análisis socioeconómico del cantón y de la parroquia.

- > El 20 de julio de 2021, mediante oficio generado por la empresa Curimining S. A., dirigido a la alcaldesa del GAD municipal Las Naves, se realiza la solicitud del catastro urbano y rural del cantón Las Naves.
- > El 4 de agosto de 2021, mediante el oficio Nro. EA-0221-21 generado por la empresa Cardno Entrix, dirigido a la alcaldesa del GAD municipal Las Naves, se solicita el catastro predial y la delimitación geográfica territorial de las localidades que se encuentran dentro de los límites del polígono de la concesión.
- > El 26 de agosto de 2021, mediante oficio GADMCLN-SG-127-2021-AFS, el GAD municipal Las Naves responde que no cuentan con la información solicitada por Curimining el 20 de julio de 2021.
- > El 30 de agosto de 2021, mediante oficio GADMCLN-SG-132-2021-AFS, el GAD municipal Las Naves responde que no cuentan con la información solicitada por Cardno Entrix mediante oficio Nro. EA-0221-21.

Dado que se ha solicitado información oficial sobre el catastro predial de la concesión y no se ha recibido respuesta por parte de las autoridades competentes, Curimining decidió levantar la información de forma primaria. A continuación, se detalla la metodología utilizada por la Empresa (Anexo C. Respaldos LB; C.3 Social; C.3.3 Documentos de Respaldo, Predios).

6. Revisión cartográfica preliminar de información del sector.
7. Acuerdo con el propietario del predio: Antes de hacer el levantamiento de coordenadas se establece un mutuo acuerdo entre el propietario y el representante de Relaciones Comunitarias de la Empresa, de forma que permita el levantamiento de los linderos de su propiedad.
8. La identificación de linderos se realiza directamente con el propietario. Se utiliza fichas técnicas como herramienta para el levantamiento de información en la que se registra: nombre del propietario, fecha del levantamiento, equipo utilizado, localidad (sector), coordenada referencial, descripción del sitio, responsable del levantamiento y registro fotográfico.
9. Se solicita a los propietarios algún tipo de documentación legal que acredite la propiedad del predio; sin embargo, muchos de los propietarios son renuentes a entregar esta documentación a la Empresa mientras que otros no poseen ninguna documentación.
10. Recorrido de los linderos de la propiedad con el equipo técnico y el propietario del predio o a su vez la persona asignada por este.
11. Ubicación y toma de coordenadas UTM en los linderos mediante el uso de equipo topográfico-Estación Total Sokkia-IM105 y equipo de posicionamiento Global-GPS.
12. Fase de gabinete: Replanteo en plano topográfico georreferenciado y establecimiento de polígonos de propiedades.
13. En base a la definición de los polígonos de las propiedades se estableció la delimitación de las localidades. Dado que no se cuenta con documentación oficial que acredite la pertenencia de los predios a las localidades, se tomó como referencia lo mencionado por el propietario en la ficha técnica sobre la localidad a la que pertenece su predio¹⁵.

La tabla a continuación presenta el listado de propietarios de los predios que se intersecan con el área geográfica; adicionalmente, se indican aquellos que se intersecan con la implantación del proyecto. En el Anexo. C (Respaldos LB; C.3 Social; C.3.3 Documentos de Respaldo, Predios) constan los respaldos

¹⁵ Es importante mencionar que esta información se vio reflejada en las entrevistas. Los dirigentes comunitarios mencionaron que los límites se establecieron en base a hitos sobre los linderos de los predios (Anexo C. Respaldo LB; C.3 Social. C.3.2 Respaldo Formularios).

sobre el levantamiento de información predial realizado por la Empresa (escrituras, levantamientos planimétricos, fichas técnicas de levantamientos de predios, acuerdos de linderamiento).

Tabla 5-303 Listado de Propietarios del Área Geográfica

Localidad	Nombre del Propietario	Implantación del Proyecto
El Panecillo	Manuel Rochina	
	William Santillán (1)	
	William Barragán	
	De la Cruz Santillán	
	William Barragán (2)	
	Dina Espín	
	Martin Tocta Toalombo	X
	María Erminia Yanupanta Tocta	X
Naves Chico	Norma García Barragán	
	Galo Gavilanes	
	William Quilligana	
	Gonzalo Tocta	X
	Juan Saltos	
	Ramiro Quilligana	
	Quingaguano	
	Antonio Tamami	X
	Maribel Orozco	X
Selva Alegre	Napo Yanupanta	
	Amado Guerrero	X
	María Raquel Macías Lobena	
	Rubén Jiménez	X
	Martin Tocta Toalombo	
La Esperanza Alta	Herederos Ibarra	
	Manuel Maliza Rea	X
	Fernando Calero	X
	Estuardo Sevilla	X
	Javier Villalba (1)	X
	Freddy Lara	X
	Javier Villalba (2)	X
	Hijos Margoth Martínez	
	Margoth Martínez	X
	Normina Barragán	X
	Juana Rochina	X
La Esperanza Baja	Guaranda	

Localidad	Nombre del Propietario	Implantación del Proyecto
	Hugo Tandapilco	
	Elías Tandapilco	
	Ermites Quijano	
	Walter Manuel Hinojosa	
	Octavio Sisalema	
	Sergio Borja	X
Unión del Congreso	Ángel Aguilar	X
	Jorge Borja Yáñez y hermanos	X
	Carlos Borja Yáñez y hermanos	X
	Ángel Borja	

Fuente: Curimining S.A, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En el capítulo 7 Áreas de Influencia y Sensibilidad se describirá más a detalle la interacción que presentan los predios con el proyecto.

5.3.10.2 Legalidad de las Localidades

Con el fin de conocer el estado de legalidad de las localidades del área geográfica, Cardno Entrix solicitó mediante oficio a cada uno de los dirigentes comunitarios que se emita un certificado sobre la situación legal de estas con el fin de conocer si tienen personería jurídica o reconocimiento legal de alguna autoridad competente. Posterior a las entrevistas y a la obtención de los certificados se supo que las directivas de base o de primer orden que representan a las localidades no cuentan con personería jurídica.

A continuación, se detallan los acercamientos para obtener dicha información.

- > El 4 de agosto de 2021, mediante oficio Nro. EA-0220-21 generado por la empresa Cardno Entrix, dirigido al presidente de la localidad El Panecillo, se solicita la emisión de un certificado sobre la situación legal de la organización social de primer orden con el fin de conocer si esta cuenta con personería jurídica o reconocimiento legal de alguna institución pública competente.
- > El 4 de agosto de 2021, Edwin Joffre Urbina Linares, con cédula de identidad número 0201724663, en calidad de presidente de la directiva comunitaria del recinto El Panecillo, certifica que la organización de primer orden a la que representa no cuenta con personería jurídica.
- > El 4 de agosto de 2021, mediante oficio Nro. EA-0214-21 generado por la empresa Cardno Entrix, dirigido al presidente de la localidad Esperanza Alta, se solicita la emisión de un certificado sobre la situación legal de la organización social de primer orden con el fin de conocer si esta cuenta con personería jurídica o reconocimiento legal de alguna institución pública competente.
- > Se hace el acercamiento a la vivienda del Sr. Maliza; su hermano Manuel, así como la Sra. Martínez indican que él ya no habita en el recinto. La Sra. Martínez a quien se le entrevistó no desea dar el certificado, ya que dice que eso lo debe poner en consideración de todos los propietarios. Actualmente, el recinto Esperanza Alta no está organizado, solo tres familias habitan permanentemente.
- > El 4 de agosto de 2021, mediante oficio Nro. EA-0215-21 generado por la empresa Cardno Entrix, dirigido al presidente de la localidad Esperanza Baja, se solicita la emisión de un certificado sobre la situación legal de la organización social de primer orden con el fin de conocer si esta cuenta con personería jurídica o reconocimiento legal de alguna institución pública competente.

- > El 5 de agosto de 2021 se hace el acercamiento al domicilio del Sr. Sergio Borja; él no se encuentra, pero sus hijos reciben a los encuestadores, quienes mencionan que su familia está en contra de la actividad minera y que no van a dar ninguna información. Por lo que se entrevista al Sr. Medardo Echeverría, como representante por experiencia, a quien se le solicita el certificado de legalidad como morador de la localidad por 34 años.
- > El 5 de agosto de 2021, Medardo Misael Echeverría, con cédula de identidad número 0200279230, morador del recinto Esperanza Baja desde 1986, certifica que la organización de primer orden a la que pertenece no cuenta con personería jurídica.
- > El 4 de agosto de 2021, mediante oficio Nro. EA-0216-21 generado por la empresa Cardno Entrix, dirigido al presidente de la localidad Jerusalén, se solicita la emisión de un certificado sobre la situación legal de la organización social de primer orden con el fin de conocer si esta cuenta con personería jurídica o reconocimiento legal de alguna institución pública competente.
- > El Sr. Daniel Sisa no es presidente de la localidad, es presidente o representante de las juntas de agua; sin embargo, menciona que la localidad se rige y organiza bajo esta organización social. La gente de la localidad al igual que el Sr. Sisa es fuerte opositor a la actividad minera por lo que no brinda información alguna y no emite el certificado solicitado.
- > El 4 de agosto de 2021, mediante oficio Nro. EA-0217-21 generado por la empresa Cardno Entrix, dirigido al presidente de la localidad Naves Chico, se solicita la emisión de un certificado sobre la situación legal de la organización social de primer orden con el fin de conocer si esta cuenta con personería jurídica o reconocimiento legal de alguna institución pública competente.
- > El 5 de agosto de 2021, Cesar Iban Saltos Porco, con cédula de identidad número 1714445068, en calidad de presidente de la directiva comunitaria del recinto Naves Chico certifica que la organización de primer orden a la que representa no cuenta con personería jurídica.
- > El 4 de agosto de 2021, mediante oficio Nro. EA-0218-21 generado por la empresa Cardno Entrix, dirigido al presidente de la localidad Selva Alegre, se solicita la emisión de un certificado sobre la situación legal de la organización social de primer orden con el fin de conocer si esta cuenta con personería jurídica o reconocimiento legal de alguna institución pública competente.
- > El 4 de agosto de 2021 se realiza el acercamiento con el Sr. Napoleón Yunapanta, pero indica que al ser opositor de la minería no va a recibir el oficio ni a dar la certificación. Por esto, se solicita el certificado de legalidad del Selva Alegre al Sr. Napoleón Espín, considerado líder y representante por experiencia de la localidad.
- > El 4 de agosto de 2021, Ángel Napoleón Espín Guerrero, con cédula de identidad número 0200869485, morador del recinto Selva Alegre desde 1970, certifica que la organización de primer orden a la que pertenece no cuenta con personería jurídica.
- > El 4 de agosto de 2021, mediante oficio Nro. EA-0219-21 generado por la empresa Cardno Entrix, dirigido al presidente de la localidad Unión del Congreso, se solicita la emisión de un certificado sobre la situación legal de la organización social de primer orden con el fin de conocer si esta cuenta con personería jurídica o reconocimiento legal de alguna institución pública competente.
- > El 5 de agosto de 2021, Carlos Olmedo Borja Yáñez, con cédula de identidad número 0200913812, morador del recinto Unión del Congreso desde 1980 certifica que la organización de primer orden a la que pertenece no cuenta con personería jurídica.
- > El 5 de agosto de 2021, Carlos Olmedo Borja Yáñez, con cédula de identidad número 0200913812, presidente de la Asociación de Productores Agropecuarios Unión del Congreso, certifica que la organización de segundo orden a la que representa cuenta con personería jurídica otorgada por el MAGAP.

En los acápite siguientes se describe cualitativamente a las localidades del área geográfica. En esta descripción se indica si estas están reconocidas por alguna autoridad local, si están reconocidas en el PDOT del cantón Las Naves y varias características sobre la delimitación (hitos para determinar límites, mapa de la localidad, conflictos de límites).

5.3.10.3 Descripción Cualitativa de Localidades del Área Geográfica

A continuación, se presenta una identificación general de carácter cualitativo de las localidades que componen el área geográfica. Esta sección es estrictamente descriptiva y presenta información general levantada de forma cualitativa sin profundizar demasiado en los temas. Esta información fue recopilada por medio de las entrevistas realizadas a los dirigentes y mediante observación directa. Los formularios aplicados fueron incluidos como respaldo en los anexos (Anexo C. Respaldos LB; C.3 Social; C.3.2 Respaldos formularios).

5.3.10.3.1 El Panecillo

El Panecillo es una localidad que cuenta con 14 fincas de 20 cuadras aproximadamente, la propiedad de la tierra es privada, el patrón de asentamiento es disperso y cuenta con un centro poblado donde hay una escuela fuera de funcionamiento utilizada como casa comunal, y una cancha. La localidad limita: al norte, con Cerro Azul; al sur, con Piedra Blanca; al este, con la localidad Selva Alegre; y al oeste, con Naves Chico y el proyecto El Domo.

Tiene un reconocimiento a nivel del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) cantonal Las Naves y GAD provincial Bolívar, y se encuentra descrita en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón, pero únicamente como localidad con producción ganadera, mas no como asentamiento humano identificado.

A continuación, se presentan características específicas de la localidad.

Tabla 5-304 Descripción El Panecillo

Localidad		Recinto El Panecillo
Historia de creación	Fecha de creación	1977, formaron la escuela
	Familias en la creación	15
Datos poblacionales	Lugar de origen	Guaranda
	Habitantes	60
Viviendas/familias	Número de familias	11
Actividades productivas y de mercado	Principal actividad económica	Ganadería
	Salario promedio actividades ganaderas	\$12 con almuerzo, \$15 sin almuerzo
	Principales productos agrícolas	Yuca, papa china, naranjilla
	Lugar de comercialización	Intermediario
	Destino agrícola	Consumo propio, venta
	Principales animales de crianza/ganaderos	Vacuno, porcino, aves de corral cuyes
	Destino animales/ganadería	Consumo propio, venta
Servicios usados por la población	Lugar de comercialización	Intermediario
	Salud	Echeandía
	Educación	Selva Alegre y Echeandía

Localidad		Recinto El Panecillo
Medios de comunicación	Televisión nacional	Sí
	Televisión satelital	No
	Radio	Sí, Matiabí y Soberana
	Prensa	No
	Redes sociales	Sí
	Medios digitales	Sí
Minería artesanal	Presencia en la localidad	No
Organización social	Organizada	Sí
Delimitación	Cómo se delimitó	Hitos, organización entre los miembros
	Mapa	Si, Consejo Provincial
	Conflicto de límites con otras localidades	No
	Conflicto de límites internos	No

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.10.3.2 Esperanza Alta

La localidad Esperanza Alta está conformada por aproximadamente 15 fincas que presentan una extensión estimada de 20 a 30 cuadras, la propiedad de la tierra es privada, el patrón de asentamiento es disperso, al contar con la infraestructura educativa fuera de funcionamiento la población considera este sitio como centro poblado no lotizado. Limita: al norte y oeste, con Naves Chico; al sur, con Unión del Congreso; y al este, con Selva Alegre.

La localidad tiene reconocimiento del GAD cantonal Las Naves, en el PDOT identifica a la Esperanza como asentamiento humano, sin diferenciar entre Alta y Baja, ya que esa división sucedió luego de la publicación del documento (PDOT Cantonal Las Naves, 2019).

A continuación, se presentan detalles más específicos de la localidad.

Tabla 5-305 Descripción Esperanza Alta

Localidad		Esperanza Alta
Historia de creación	Fecha de creación	La localidad se formó hace 80 años, la escuela fue el hito para su creación y hace 8 años se divide en Esperanza Alta y Baja
	Familias en la creación	Aproximadamente 18
Viviendas/familias	Número de viviendas	15
	Número de familias	3
Actividades productivas y de mercado	Principal actividad económica	Ganadería y agricultura
	Principales productos agrícolas	Caña, yuca, papa china, plátano
	Destino agrícola	Venta, consumo propio
	Lugar de comercialización	Intermediario y mercado de Echeandía
	Principales animales de crianza/ganaderos	Vacuno, porcino, aves de corral cuyes
	Destino ganadería	Venta, consumo propio

Localidad		Esperanza Alta
	Lugar de comercialización	Mercado de Echeandía
Servicios usados por la población	Salud	Echeandía
	Educación	Ya no tienen población estudiantil
Medios de comunicación	Televisión nacional	No
	Televisión satelital	No
	Radio	Sí, Matiabí
	Prensa	No
	Redes sociales	Sí
	Medios digitales	No
Minería artesanal	Presencia en la localidad	No
Organización social	Organizada	No
Delimitación	Cómo se delimitó	Hitos, por linderos de las propiedades
	Mapa	No
	Conflicto de límites con otras localidades	No
	Conflicto de límites internos	No

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.10.3.3 Esperanza Baja

La localidad Esperanza Baja cuenta con 11 fincas privadas de diferente extensión cada una, el patrón de asentamiento es disperso y no tiene centro poblado. Limita: al norte, con Esperanza Alta; al sur, con el río Runayacu; al este, con Unión del Congreso; y al oeste, con El Congreso.

La localidad tiene reconocimiento del GAD cantonal Las Naves, en el PDOT se identifica a la Esperanza como asentamiento humano sin diferenciar entre Alta y Baja, ya que esa división sucedió luego de la publicación del documento.

A continuación, se presentan varias características de la localidad.

Tabla 5-306 Descripción Esperanza Baja

Localidad		Recinto Esperanza Baja
Historia de creación	Fecha de creación	La Esperanza se crea hace aproximadamente 30 años, sin embargo, se separa en Alta y Baja hace 8 años debido al acceso.
	Familias en la creación	De origen de Guaranda y Chalata
Datos poblacionales	Lugar de origen	Guaranda y Chalata
Viviendas/familias	Número de familias	11 de las cuales 8 residen permanentemente en la localidad
Actividades productivas y de mercado	Principal actividad económica	Ganadería y agricultura
	Principales productos agrícolas	Cacao, naranja, guineo
	Destino agrícola	Consumo propio

Localidad		Recinto Esperanza Baja
	Principales animales de crianza/ganaderos	Vacuno, porcino, aves de corral
	Destino ganadería	Venta, consumo propio
	Lugar de comercialización	Intermediario
Servicios usados por la población	Salud	El Congreso y Echeandía
	Educación	El Congreso y Echeandía
Medios de comunicación	Televisión nacional	No
	Televisión satelital	Sí, Directv
	Radio	Sí, Soberana y Matiabí
	Prensa	No
	Redes sociales	No
	Medios digitales	No
Minería artesanal	Presencia en la localidad	No
Organización social	Organizada	Sí
Delimitación	Cómo se delimitó	Hitos, por linderos de las propiedades
	Mapa	No
	Conflicto de límites con otras localidades	No
	Conflicto de límites internos	No

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.10.3.4 Unión del Congreso

Unión del Congreso cuenta con 30 fincas privadas cuya extensión varía de finca en finca. El patrón de asentamiento es disperso; sin embargo, tiene un centro poblado lotizado producto de una donación. Anteriormente, era parte de la localidad El Congreso, pero en 1978 se separan por diferentes intereses. Unión del Congreso geográficamente pertenece al cantón Las Naves mientras que El Congreso pertenece al cantón Echeandía, es por eso que Unión del Congreso tiene reconocimiento del GAD cantonal Las Naves como del GAD cantonal de Echeandía. Limita: al norte, con las localidades de Selva Alegre, La Esperanza y Naves Chico; al sur, con La Libertad y El Congreso; al este, con Selva Alegre y La Pradera; y al oeste, con El Congreso, El Paraíso y La Esperanza.

A continuación, se presenta una tabla con más características de la localidad.

Tabla 5-307 Descripción Unión del Congreso

Localidad		Unión del Congreso
Historia de creación	Fecha de creación	Nace en 1960 como parte de la localidad El Congreso, pero en 1978 se separa.
	Familias en la creación	5
Datos poblacionales	Lugar de origen	Echeandía
Viviendas/familias	Número de familias	20 permanentes, 10 temporales, 30 en total
	Principal actividad económica	Ganadería y agricultura

Localidad		Unión del Congreso
Actividades productivas y de mercado	Principales productos agrícolas	Guineo, naranja, cacao, café, papa china, plátano
	Destino agrícola	Consumo propio, venta
	Lugar de comercialización	Intermediario
	Principales animales de crianza/ganaderos	Vacuno, porcino, caballar, aves de corral
	Destino ganadería	Consumo propio, venta
	Lugar de comercialización	Intermediario
Servicios usados por la población	Educación	El Congreso y Echeandía
	Salud	El Congreso y Echeandía
Medios de comunicación	Televisión nacional	No
	Televisión satelital	Sí, Directv
	Radio	Sí, Soberana y Matiabí
	Prensa	No
	Redes sociales	Sí
	Medios digitales	Sí
Minería artesanal	Presencia en la localidad	No
Organización social	Organizada	No cuentan con directiva base o de primer orden a raíz de que cerró la escuela hace aproximadamente cuatro años, se manejan mediante la directiva de la asociación agropecuaria
Delimitación	Cómo se delimitó	Hitos, por la distancia a la escuela
	Mapa	No
	Conflicto de límites con otras localidades	No
	Conflicto de límites internos	No

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.10.3.5 Naves Chico

La localidad Naves Chico cuenta con aproximadamente 15 fincas cuya extensión va desde las 20 hasta las 60 cuadras, todas son de propiedad privada. El patrón de asentamiento es disperso y cuenta con centro poblado, pero no está lotizado. Limita: al norte, con Jerusalén; al sur, con Esperanza Baja y El Paraíso; al este, con Esperanza Alta y Selva Alegre; y al oeste, con El Triunfo y Voluntad de Dios.

Naves Chico cuenta con reconocimiento del GAD cantonal Las Naves y también se encuentra descrito dentro del PDOT del cantón como asentamiento humano.

A continuación, se presentan características específicas de la localidad.

Tabla 5-308 Descripción Naves Chico

Localidad		Naves Chico
Historia de creación	Fecha de creación	Hace 20 años se conforma y se separa de la localidad El Triunfo debido a que la escuela quedaba muy lejos para los estudiantes.

Localidad		Naves Chico
Datos poblacionales	Habitantes	60
Viviendas/familias	Número de viviendas	15
	Número de familias	15
Actividades productivas y de mercado	Principal actividad económica	Ganadería y oferta de servicios de alimentación, limpieza, hospedaje, otros a la industria minera
	Salario promedio actividades ganaderas	\$15 para hombres y mujeres
	Principales productos agrícolas	Verde, papa china
	Destino agrícola	Consumo propio
	Principales animales de crianza/ganaderos	Vacuno, porcino, aves de corral, piscicultura
	Destino ganadería	Consumo propio, venta
	Lugar de comercialización	Intermediario
Servicios usados por la población	Educación	El Triunfo y Las Naves
	Salud	Las Naves
Medios de comunicación	Televisión nacional	No
	Televisión satelital	No
	Radio	Sí, Estéreo San Luis y Matiabi
	Prensa	No
	Redes sociales	No
	Medios digitales	No
Minería artesanal	Presencia en la localidad	No
Organización social	Organizada	Sí
Delimitación	Cómo se delimitó	Hitos, por percepción de los moradores
	Mapa	No
	Conflicto de límites con otras localidades	No
	Conflicto de límites internos	No

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.10.3.6 Selva Alegre

La localidad Selva Alegre cuenta con aproximadamente 60 fincas con una extensión que varía de finca a finca, la propiedad de la tierra es privada y tiene un patrón de asentamiento concentrado, además cuenta con un centro poblado (espacio que fue donado por el señor Rubén Jiménez para la construcción de la infraestructura comunitaria). Limita: al norte, con El Panecillo y Cerro Azul; al sur, con La Unión; al este, con Cañitas; y al oeste, con Naves Chico.

La localidad está reconocida por el GAD cantonal Las Naves, adicionalmente está descrita como asentamiento humano en el PDOT del cantón.

A continuación, se presenta una tabla con más características de la localidad.

Tabla 5-309 Descripción Selva Alegre

Localidad		Recinto Selva Alegre
Historia de creación	Fecha de creación	1960, por reforma agraria
	Familias en la creación	10
Datos poblacionales	Lugar de origen	Guaranda, Bolívar
Viviendas/familias	Número de viviendas	60
	Número de familias	60
Actividades productivas y de mercado	Principal actividad económica	Ganadería y agricultura
	Salario promedio actividades agropecuarias	\$12 para hombres y mujeres
	Principales productos agrícolas	Guineo, naranja, cacao
	Destino agrícola	Consumo propio, venta
	Lugar de comercialización	Intermediario
	Principales animales de crianza/ganaderos	Vacuno, porcino, aves de corral
	Destino ganadería	Consumo propio, venta
	Lugar de comercialización	Intermediario
Servicios usados por la población	Salud	El Congreso
	Educación	El Congreso
Medios de comunicación	Televisión	Sí
	Radio	Sí
	Prensa	No
	Televisión satelital	Sí
Minería artesanal	Presencia en la localidad	No
Organización social	Organizada	Sí
Delimitación	Cómo se delimitó	Hitos, por linderos de las fincas
	Mapa	No
	Conflicto de límites con otras localidades	No
	Conflicto de límites internos	No

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.10.3.7 Jerusalén

Es importante mencionar que a pesar de los intentos de acercamiento no fue posible acceder a una entrevista con algún líder comunitario de la localidad Jerusalén, ya que gran parte de la población de la localidad es opositora a la actividad minera, por lo que han prohibido el paso y cualquier actividad de la Empresa dentro de la localidad. A nivel de Curimining esta localidad es considerada de alta conflictividad social, ya que a lo largo del tiempo no ha sido posible mantener diálogos constructivos entre la población y la Empresa, incluso se han presentado casos de retención del personal, por lo que durante la jornada de campo no se insistió en obtener mayor información que la conseguida por observación directa y mediante una conversación con Daniel Sisa.

Gracias al recorrido en campo y a una conversación informal con el señor Daniel Sisa, uno de los líderes comunitarios de Jerusalén, se conoce que es una localidad cuyo patrón de asentamiento es disperso y que cuenta con un centro poblado. Las principales actividades económicas de sus moradores son la agricultura y la ganadería.

La localidad limita: al norte, con 3 Puntas; al sur, con Naves Chico; al este, con El Panecillo; y al oeste, con Voluntad de Dios.

Durante los intentos por recopilar información se pudo conocer que Jerusalén no cuenta con una directiva comunitaria base o de primer orden, ya que todos los moradores son una sola voz y toman las decisiones en conjunto. La localidad cuenta con una junta de agua comunitaria y una junta de agua regional cuyo representante es el señor Daniel Sisa, estas juntas manejan un sistema de agua de consumo humano y un sistema de riego para agricultura cuyas captaciones cuentan con permisos de la SENAGUA (actualmente Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica), de las cuales una se encuentra dentro del área geográfica del proyecto; más adelante se tratará en detalle esta situación (acápito 5.3.13 Uso del Recurso Hídrico y sus Conflictos).

5.3.11 Infraestructura Física

En el presente acápito se dará a conocer la infraestructura existente en las localidades del área geográfica, su infraestructura vial y medios de transporte, infraestructura comunitaria y servicios básicos con los que cuenta la población.

5.3.11.1 *Infraestructura Vial*

Según el Art. 4 del Reglamento de la Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre (2018), las vías son las estructuras de diferentes tipos construidas para la movilidad terrestre de los vehículos, ciclistas, peatones y semovientes, y constituyen un esencial medio de comunicación que une regiones, provincias, cantones y parroquias de la República del Ecuador, cuya forma constitutiva contiene la plataforma de circulación que comprende todas las facilidades necesarias para garantizar la adecuada circulación, incluyendo aquella definida como derecho de vía.

El sistema vial es fundamental para la comunicación efectiva de los ciudadanos. La red vial está constituida por calles urbanas y rurales, avenidas, autopistas, carreteras, caminos vecinales y sus obras complementarias, como puentes, veredas, señalización, iluminación, entre otras (Servicio Público para Pago de Accidentes de Tránsito, 2021).

En base al artículo 7 de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, las vías de circulación terrestre son bienes nacionales de uso público abiertos al tránsito nacional e internacional de peatones y vehículos motorizados y no motorizados. Constitucionalmente, el Estado es el encargado de garantizar la libre movilidad de todos los actores del sistema vial.

De acuerdo con las consideraciones metodológicas del INEC, existen tres tipos de vías de acceso a las viviendas (INEC, 2006):

- > **Tipo A**, cuando el acceso a las viviendas está pavimentado o adoquinado.
- > **Tipo B**, cuando el acceso a las viviendas es empedrado, lastrado o de tierra.
- > **Tipo C**, cuando el acceso a las viviendas es a través de un sendero, río o mar, caminos veraneros, escalinatas o gradas y puentes.

A continuación, se presentan las vías de acceso a las localidades del área geográfica. En la Tabla 5-310 se detalla el tramo de la vía, el tipo y material.

Tabla 5-310 Vías de Acceso en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Vía			
	Desde	Hasta	Material	Tipo
Viviendas del área geográfica	El Panecillo	Echeandía	Empedrado, lastrado o tierra	Tipo B
	Esperanza Alta	Echeandía	Caminos veraneros	Tipo C
	Esperanza Baja	Echeandía	Caminos veraneros	Tipo C
	Unión del Congreso	Echeandía	Empedrado, lastrado o tierra	Tipo B
	Selva Alegre	Echeandía	Empedrado, lastrado o tierra	Tipo B
	Naves Chico	Las Naves	Empedrado, lastrado o tierra	Tipo B
	Jerusalén	Las Naves	Empedrado, lastrado o tierra	Tipo B

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Por otro lado, están las vías de acceso a cada una de las viviendas. En la mayoría de los casos estas son de tipo B, es decir, son empedradas, lastradas o de tierra (61,90 %); seguidas de aquellas de tipo C, es decir, de senderos o caminos veraneros (28,57 %); pocos son los casos cuyas vías de acceso son de tipo A, es decir, pavimentadas o adoquinadas (9,52 %).

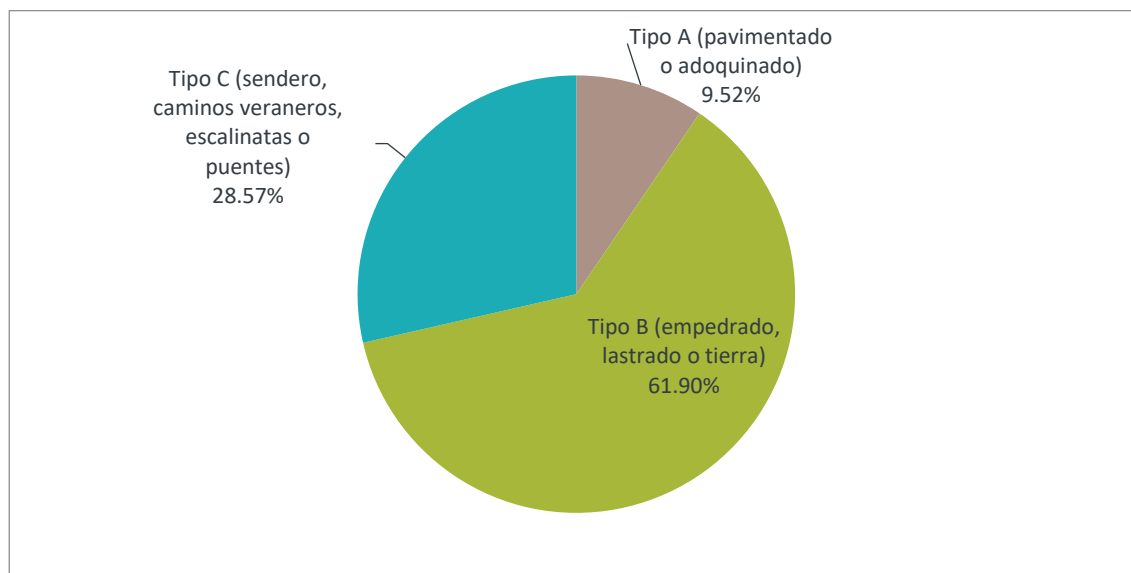


Figura 5-387 Tipo de Vías de Acceso a las Viviendas del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

La población del área geográfica frecuentemente se moviliza a las cabeceras parroquiales más cercanas de Las Naves o Echeandía, sea por salud, educación o por lugar de comercio. La figura a continuación indica que la mayoría de la población del área geográfica utiliza vehículo propio, especialmente las motocicletas (42,86 %), seguido de aquellos que utilizan transporte (23,81 %), un alto porcentaje de la población opta por caminar (19,05 %), en menor cantidad la población utiliza burros o caballos (9,52 %) y taxis o camionetas cooperadas (4,76 %).

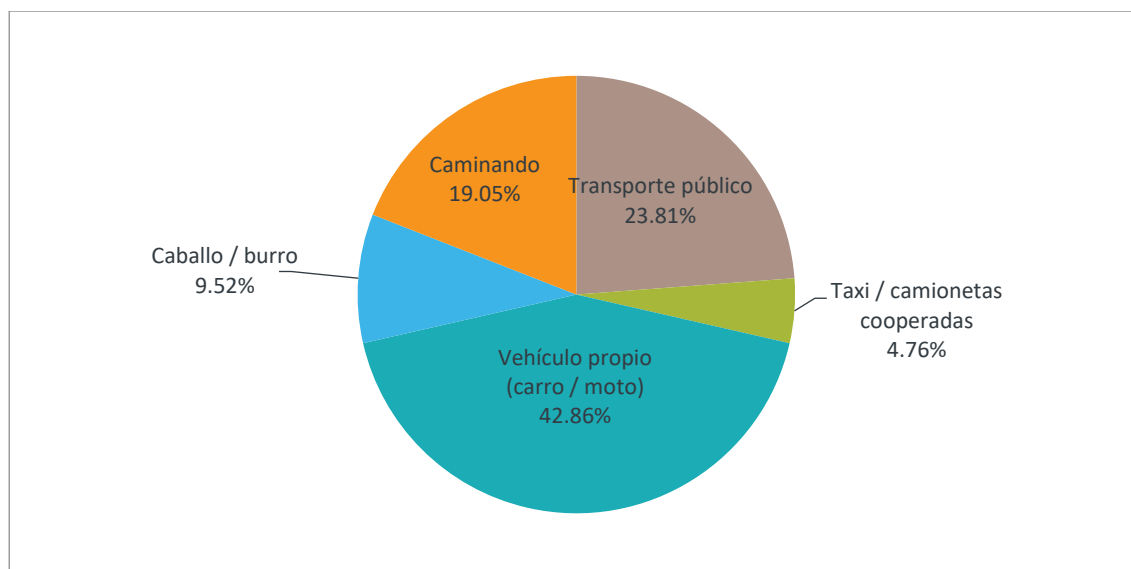


Figura 5-388 Medios de Transporte en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.11.2 Infraestructura Comunitaria

En el presente acápite se presenta la infraestructura comunitaria disponible en la cabecera cantonal de Las Naves y en las localidades del área geográfica. Se realiza esta diferenciación dado que la infraestructura comunitaria en las localidades del área geográfica no es suficiente, por lo que la población acude a la cabecera para adquirir servicios como el de educación y salud.

5.3.11.2.1 Infraestructura Comunitaria en las Localidades del Área Geográfica

La infraestructura comunitaria se trata de los espacios comunales con los que cuenta la localidad, siendo la principal la casa comunal. Esta infraestructura comunitaria es fundamental para ubicar un espacio físico donde se lleve a cabo la toma de decisiones inherentes al desarrollo de la localidad y donde sesionan los representantes comunitarios; es una infraestructura básica, propia de las formas de organizaciones primarias. Luego, vendría la edificación de infraestructura educativa para que los niños no tengan que viajar grandes distancias; espacios deportivos o de recreación, por lo general canchas de fútbol; y, en menor medida, templos religiosos.

A continuación, se resume la infraestructura comunitaria existente en las localidades del área geográfica.

Tabla 5-311 Infraestructura Comunitaria en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Casa Comunal	Infraestructura Educativo	Casa de Salud	Capilla o Iglesia	Cancha Deportiva
El Panecillo	-	✓	-	-	✓
Esperanza Alta	-	✓	-	-	-
Esperanza Baja	-	-	-	-	-
Unión del Congreso	✓	✓	-	✓	✓
Naves Chico	-	✓	-	-	✓
Selva Alegre	✓	✓*	-	✓	✓

Localidad	Casa Comunal	Infraestructura Educativo	Casa de Salud	Capilla o Iglesia	Cancha Deportiva
Jerusalén	-	√*	-	√	√
* En funcionamiento					

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.11.2.2 Infraestructura Comunitaria en la Cabecera Cantonal Las Naves

Las localidades del área geográfica no poseen una buena dotación de infraestructura comunitaria, especialmente en salud y educación con establecimientos en funcionamiento, por tanto, la población hace uso de la infraestructura ubicada en las cabeceras parroquiales. A continuación, se presenta la principal infraestructura comunitaria de la cabecera cantonal Las Naves por ser la jurisdicción del área geográfica; adicional a esta infraestructura también existen varios comercios, como farmacias, mecánicas, restaurantes, entre otros.

Tabla 5-312 Infraestructura Comunitaria en la Cabecera Cantonal Las Naves

Oficinas Públicas	Establecimiento Educativo	Casa de Salud	Capilla o Iglesia	Plaza Central	Infraestructura Deportiva	Mercado
GAD municipal Las Naves, UPC, Unidad de Asistencia Técnica MAGAP	EEB General Vicente Anda Aguirre, unidad educativa Las Naves	Centro de salud Las Naves, consultorio médico Curimining	√	√	Coliseo cubierto Estadio Parque infantil	√

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.11.3 Servicios Básicos

La cobertura de servicios constituye uno de los principales indicadores para medir el nivel de vida de una población y el acceso al bienestar, por lo que se vuelve una infraestructura física indispensable para el desarrollo de una sociedad. La dotación de servicios públicos, más allá de los diversos costes sociales y ambientales que estos conllevan, es el resultado de la confluencia de una serie de factores de orden social, económico, político y tecnológico, que permiten evaluar cómo una sociedad se reproduce en un determinado espacio físico (SICES, 2017).

Los servicios básicos implican una modificación sustancial de los recursos disponibles, una administración sustantiva de estos y un manejo de los residuos de la cotidianidad. El acceso a servicios mejora indudablemente la calidad de vida de una población y de acuerdo con su manejo y tipo permite tener un ambiente de desarrollo más sano y encamina el desarrollo hacia otros puntos. Una privación de estos, por el contrario, es síntoma de exclusión o marginalidad, ya sea social o geográfica (SICES, 2017).

A continuación, se presenta un panorama general de los servicios básicos utilizados por las parroquias y las localidades del área geográfica: luz eléctrica, eliminación de basura y eliminación de excretas; el suministro de agua fue descrito en la sección 5.3.5.3 Suministro de Agua.

5.3.11.3.1 Procedencia de la Luz Eléctrica

La cobertura del servicio de energía eléctrica también define, en gran medida, la forma de vida de la población. La disponibilidad de electricidad es uno de los elementos de la calidad de la vivienda (SICES, 2017). Es preciso mencionar que este indicador no refleja la calidad del servicio debido a que no toma en cuenta las interrupciones o el horario de abastecimiento de electricidad ni las variaciones de voltaje.

En la jurisdicción del área geográfica, en promedio, la mayoría de las viviendas (89,12 %) posee este servicio a través de la red eléctrica de servicio público, aunque hay un alto porcentaje de viviendas que no tienen ningún medio de abastecimiento de luz (10,45 %).

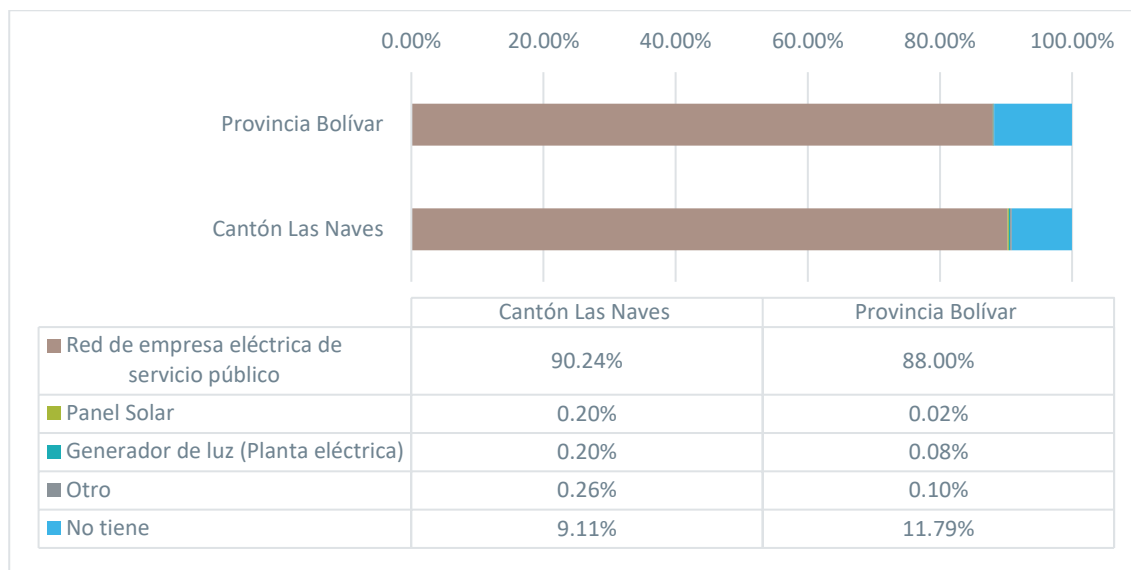


Figura 5-389 Energía Eléctrica de las Viviendas en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En las localidades del área geográfica, todas las viviendas cuentan con servicio eléctrico de la red de empresa eléctrica pública.

5.3.11.3.2 Eliminación de Basura

La eliminación de desechos se enfoca en medir la cobertura de un servicio de recolección de basura privado o municipal u otras formas de eliminación en las que existen altos riesgos sanitarios. La eliminación sanitaria de desperdicios sólidos es fundamental para asegurar un ambiente saludable a la población (SICES, 2017).

En la jurisdicción del área geográfica, en promedio, la mayoría de las viviendas (46,38 %) cuenta con eliminación de basura a través de carro recolector, aunque un alto porcentaje (28,58 %) quema la basura y, en promedio, el 19,66 % la arroja a un terreno baldío o quebrada.

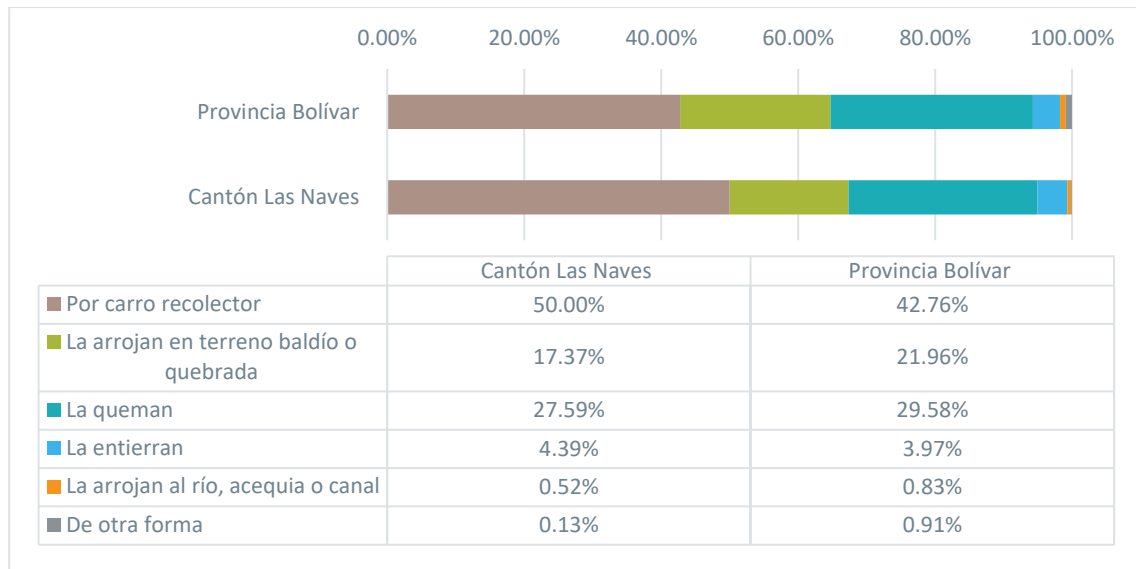


Figura 5-390 Eliminación de Basura en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En cuanto a los hogares del área geográfica se ha separado el análisis en eliminación de basura orgánica e inorgánica. Con respecto a la basura orgánica, el 80,95 % de los hogares la arroja en terrenos baldíos o quebradas, mientras que un 19,05 % opta por quemarla. Por otra parte, todos los hogares optan por quemar la basura inorgánica.

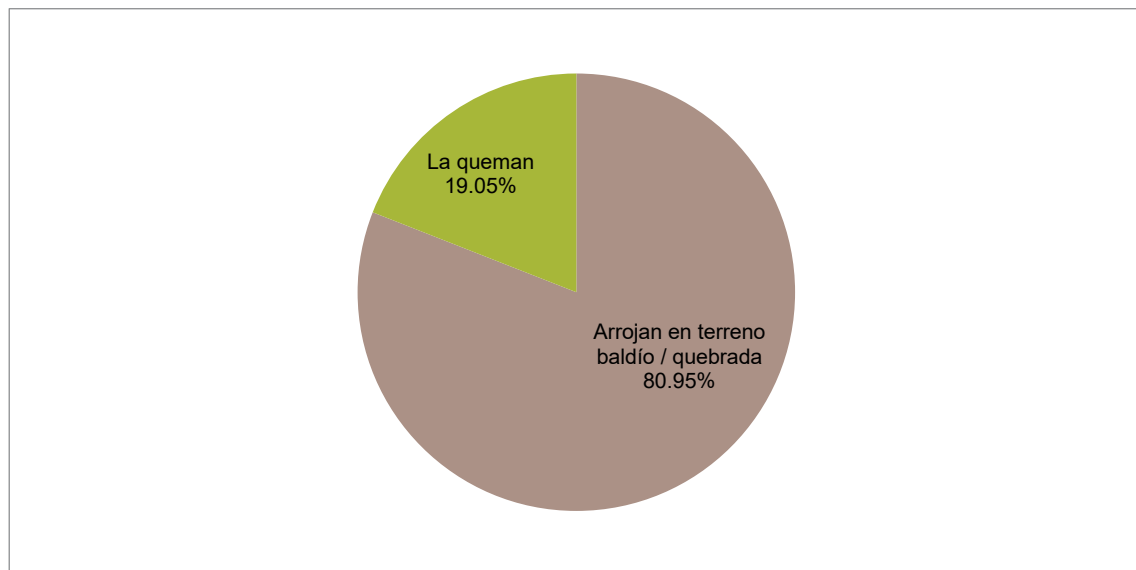


Figura 5-391 Eliminación de Basura Orgánica en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.11.3.3 Eliminación de Excretas

En cuanto a la eliminación de excretas, en promedio, el 33,29 % de las viviendas de la jurisdicción del área geográfica se encuentran conectadas a un pozo séptico, seguidas del 21,86 % que están conectadas a un

pozo ciego, solamente el 20,46 % de las viviendas cuenta con alcantarillado, y un alto porcentaje (17,41 %) no posee ningún mecanismo.

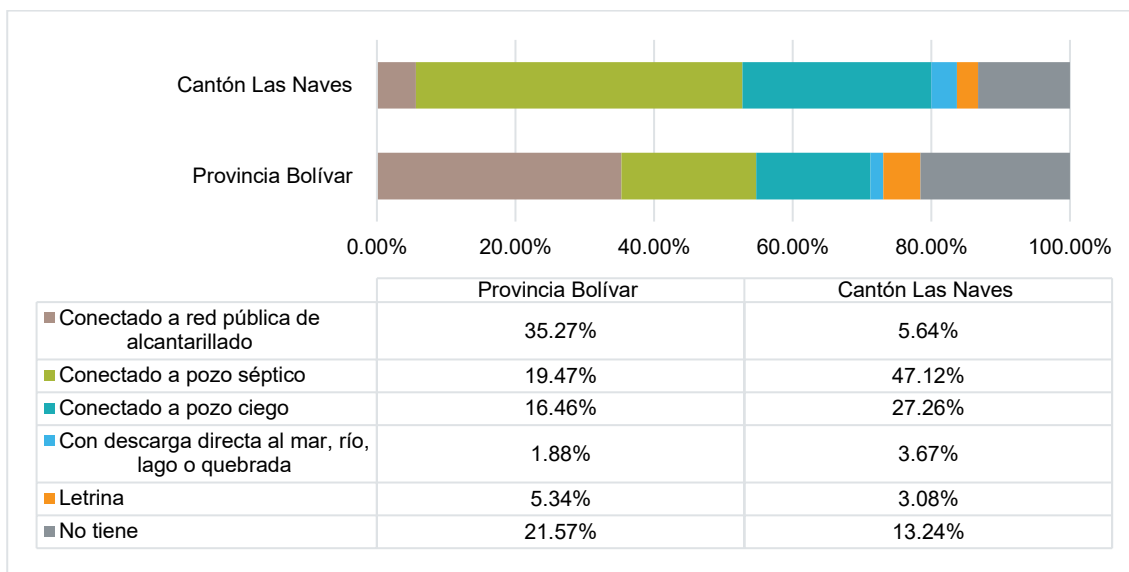


Figura 5-392 Eliminación de Excretas en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

La mayor parte de las viviendas del área geográfica (47,62 %) tiene excusado y pozo séptico, seguido de aquellos que tienen letrinas (23,81 %) y en menor cantidad aquellos que tienen excusado con pozo ciego. Cabe mencionar que un 19,05 % de estas viviendas no cuenta con ningún medio de eliminación de excretas (a campo abierto). Adicionalmente, de las viviendas que cuentan con excusado, en todos los casos estos son de uso exclusivo del hogar y se encuentran dentro de la vivienda o propiedad.

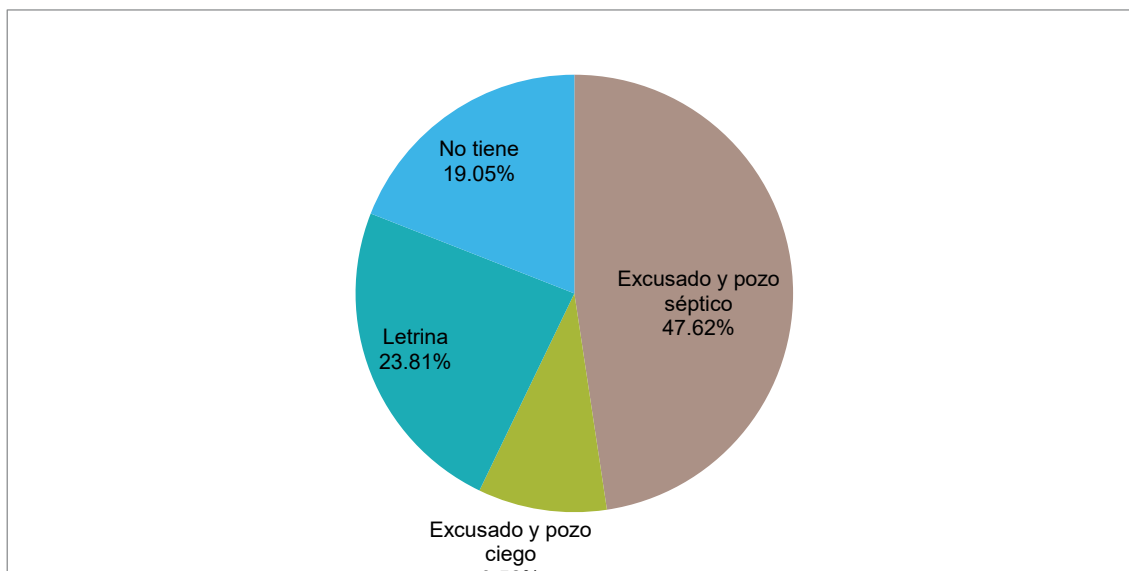


Figura 5-393 Eliminación de Excretas en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.12 **Actividades Productivas**

En el presente acápite se analiza en primer lugar la tenencia de la tierra, ya que de esta se puede partir para determinar la producción local y la estructura del mercado laboral en las localidades como en los hogares del área geográfica.

5.3.12.1 **Tenencia de la Tierra**

La tenencia de la tierra es la relación, definida en forma jurídica o consuetudinaria, entre personas (individuos o grupos) con respecto a la tierra. Es una institución, es decir es un conjunto de normas que las sociedades han creado para regular el comportamiento. Las reglas sobre la tenencia definen de qué manera pueden asignarse los derechos de propiedad de la tierra dentro de las sociedades, estas definen cómo se otorga el acceso a los derechos de utilizar, controlar y transferir la tierra, así como las pertinentes responsabilidades y limitaciones. En otras palabras, los sistemas de tenencia de la tierra determinan quién puede utilizar qué recursos, durante cuánto tiempo y bajo qué circunstancias (FAO, 2003).

La tenencia de la tierra se divide frecuentemente en las siguientes categorías (FAO, 2003):

- > Privada: asignación de derechos a una parte privada que puede ser un individuo, una pareja casada, un grupo de personas o una persona jurídica, como una entidad comercial o una organización sin fines de lucro.
- > Comunal: puede existir un derecho colectivo dentro de una comunidad en que cada miembro tiene derecho a utilizar independientemente las propiedades de la comunidad.
- > De libre acceso: no se asignan derechos específicos a nadie ni se puede excluir a nadie. En este contexto se suelen incluir las actividades marinas, en que el acceso a altamar está generalmente abierto a todos; pueden incluirse también los pastizales, bosques, etc., cuando todos gozan de libre acceso a los recursos (una diferencia importante entre libre acceso y sistema comunal es que en virtud de este último quienes no son miembros de la comunidad están excluidos de la utilización de las áreas comunes).
- > Estatal: se asignan derechos de propiedad a una autoridad del sector público.

En las localidades del área geográfica la tenencia de la tierra es privada, no hay localidades de pueblos o nacionalidades indígenas que se caracterizan por tener territorios comunales. Por tanto, cada localidad tiene su número estimado de fincas de propiedad privada, a continuación, se presenta el número estimado de fincas, obtenido de las entrevistas a los dirigentes o moradores de las localidades.

Tabla 5-313 Número de Fincas Estimado por Localidad del Área Geográfica

Localidad	Número Aproximado de Fincas
Esperanza Alta	15
Esperanza Baja	11
Naves Chico	15
El Panecillo	14
Selva Alegre	60
Unión del Congreso	30

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En cuanto a los hogares del área geográfica, el 71,43 % cuenta con tierras o fincas propias que están principalmente destinadas a actividades agropecuarias.

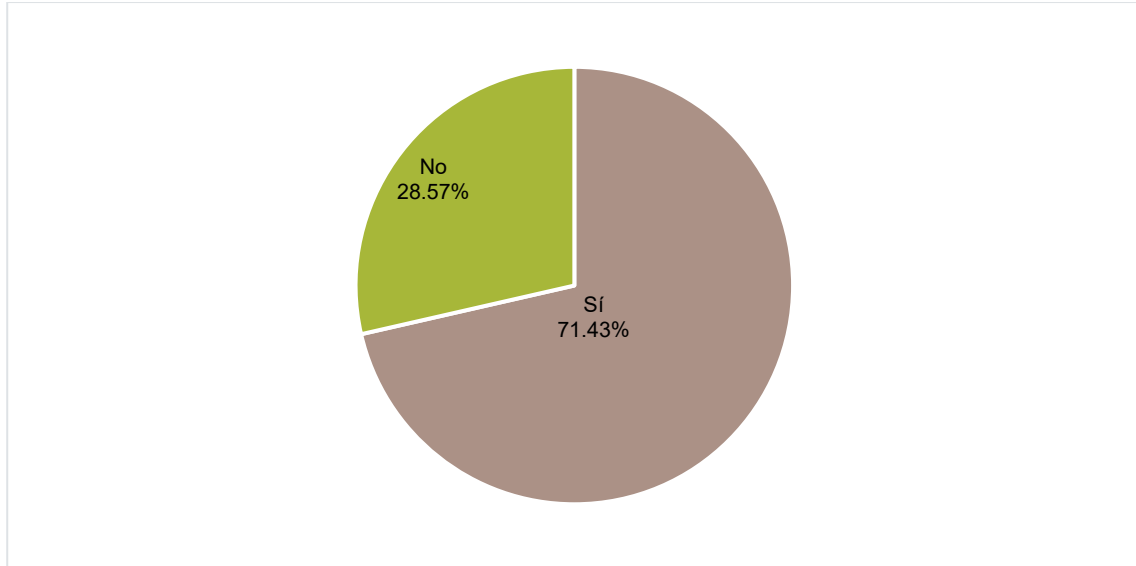


Figura 5-394 Tenencia de Tierras/Fincas en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

De las familias que poseen tierras, el 86,67 % tiene escrituras, el 6,67 % tiene derechos posesorios y el otro 6,67 % se encuentra con medidas en trámite.

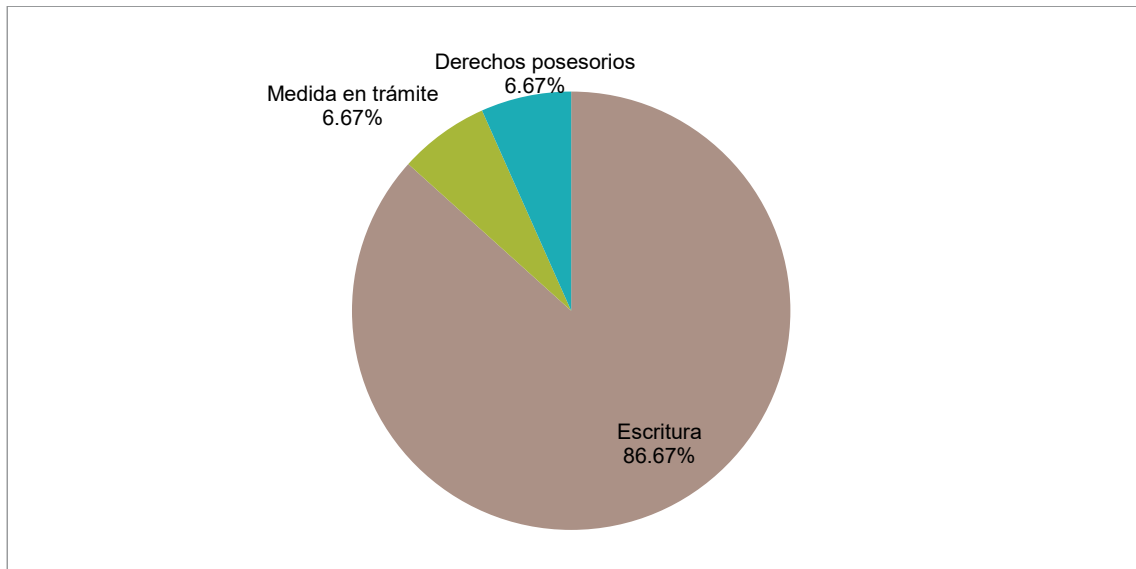


Figura 5-395 Documentos de Acreditación de la Tenencia de la Tierra en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.12.2 Producción Local

La producción en las localidades del área geográfica se basa en las actividades agropecuarias y en menor cantidad en otras actividades, como la pesca y la extracción de madera. Adicionalmente, se ha identificado que la actividad minera también es parte del desarrollo de los hogares.

5.3.12.2.1 Actividad Agropecuaria

La actividad agropecuaria se entiende como la diversidad que existe entre los patrones de subsistencia o sistemas de producción que la población comprendida por agricultores, pastores y familias pescadoras emplea para satisfacer sus necesidades alimenticias (Dixon, J.; Gulliver, A.; Gibbon, D.; 2001) y permite analizar actividades como agricultura, ganadería y crianza de animales en los hogares del área geográfica.

Los hogares del área geográfica utilizan el suelo principalmente para actividades pecuarias, agrícolas y forestales; sin embargo, muy pocos dedican a una sola actividad. El 20,00 % de los hogares dedican sus tierras únicamente a actividades agrícolas; el 33,33 % dedica en primer lugar a las actividades pecuarias, en segundo a las actividades agrícolas y en tercer lugar a la forestal; el 26,67 % de los hogares destina principalmente a las actividades pecuarias y posteriormente a la agricultura; mientras que el 13,33 % lo destina a la inversa, primero a la agricultura y luego a la ganadería; por último, según el orden de importancia que los hogares dan a las actividades productivas, el 6,67 % lo destina primero a la agricultura, segundo a la ganadería y tercero a la forestal.

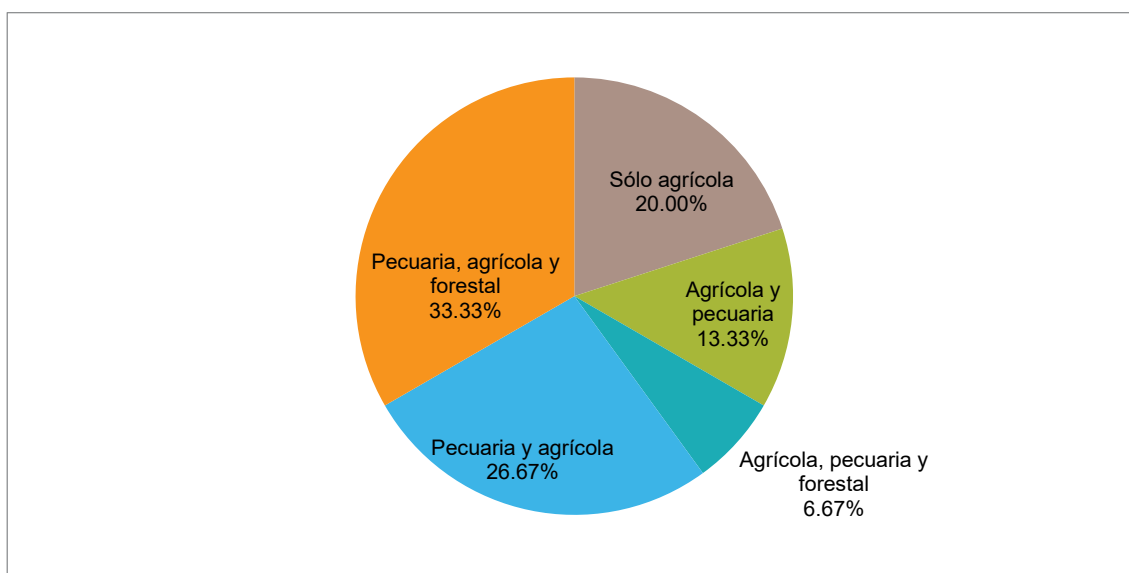


Figura 5-396 Orden de Importancia del Uso del Suelo Agrícola en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Al analizar la extensión de la tierra, se puede observar que las propiedades que tienen una extensión menor a 10 hectáreas destinan la tierra solamente para usos agrícolas, mientras las fincas con extensiones mayores a 10 hectáreas las utilizan para actividades agrícolas, pecuarias y forestales.

Tabla 5-314 Uso del Suelo por Extensión en los Hogares del Área Geográfica

Localidad	Extensión	Agrícola	Pecuaria	Forestal
Hogares del área geográfica	Menos de 10 ha	✓	-	-
	De 10 a 20 ha	✓	✓	✓
	Más de 20 ha	✓	✓	✓

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Dentro de las localidades del área geográfica se cultivan productos como la yuca, papa china, cacao, café, entre otros, en su mayoría la finalidad es principalmente el consumo propio y en otros casos también es la venta que se realiza a través de intermediarios. Únicamente la población de Esperanza Alta saca su producción al mercado de Echeandía.

Tabla 5-315 Principales Bienes de Producción Agrícola en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Producto	Finalidad	Lugar de Comercialización
El Panecillo	Yuca	Consumo propio	-
	Papa china	Consumo propio	
	Naranja	Consumo propio, venta	Intermediario
Esperanza Alta	Caña	Venta	Intermediario, Mercado de Echeandía
	Yuca	Venta	
	Papa china	Venta	
	Plátano	Consumo propio	
Esperanza Baja	Cacao	Consumo propio	-
	Naranja	Consumo propio	
	Guineo	Consumo propio	
Unión del Congreso	Cacao	Venta	Intermediario
	Café	Venta	
	Naranja	Consumo propio, venta	
	Guineo	Consumo propio, venta	
	Papa china	Consumo propio, venta	
	Plátano	Consumo propio, venta	
Naves Chico	Verde	Consumo propio	-
	Papa china	Consumo propio	
Selva Alegre	Guineo	Consumo propio, venta	Intermediario
	Naranja	Consumo propio, venta	
	Cacao	Consumo propio, venta	

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En lo que se refiere a la producción pecuaria y crianza de animales, en las localidades del área geográfica prima la crianza de ganado vacuno y porcino, cuya finalidad es principalmente la venta, sea en animales en pie o en productos derivados, como carne, leche o queso. Solo la población de Esperanza Alta saca su producción al mercado de Echeandía, el resto vende mediante intermediarios. Adicionalmente, la población también cría animales de consumo, como aves de corral y cuyes.

Tabla 5-316 Principales Bienes de Producción Pecuaria y Crianza de Animales en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Producto	Finalidad	Lugar de Comercialización
El Panecillo	Ganado vacuno	Venta	Intermediario
	Ganado porcino	Venta	
	Aves de corral	Consumo propio	-
	Cuyes	Consumo propio	
Esperanza Alta	Ganado vacuno	Venta	Mercado de Echeandía
	Ganado porcino	Venta	
	Aves de corral	Consumo propio, venta	-
	Cuyes	Consumo propio	
Esperanza Baja	Ganado vacuno	Venta	Intermediario
	Ganado porcino	Venta	
	Aves de corral	Consumo propio	-
Unión del Congreso	Ganado vacuno	Venta	Intermediario
	Ganado porcino	Venta	
	Aves de corral	Consumo propio, venta	
	Caballos	Uso propio, venta	
Naves Chico	Ganado vacuno	Venta	Intermediario
	Ganado porcino	Venta	
	Aves de corral	Consumo propio	-
	Piscicultura	Consumo propio	
Selva Alegre	Ganado vacuno	Consumo propio, venta	Intermediario
	Ganado porcino	Consumo propio, venta	
	Aves de corral	Consumo propio	-

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.12.2 Pesca, Cacería y Extracción de Madera

El 28,57 % de los hogares del área geográfica practica la pesca, que se realiza con una frecuencia trimestral y su finalidad es el autoconsumo. También se practica la cacería en un 9,52 % de los casos, que al igual que la pesca esta práctica es trimestral y la finalidad es el autoconsumo. Por último, el 4,76 % de los casos practica la extracción de madera, cuya finalidad es obtener combustible y la frecuencia es una vez al año. Lo descrito se refleja en el gráfico a continuación.

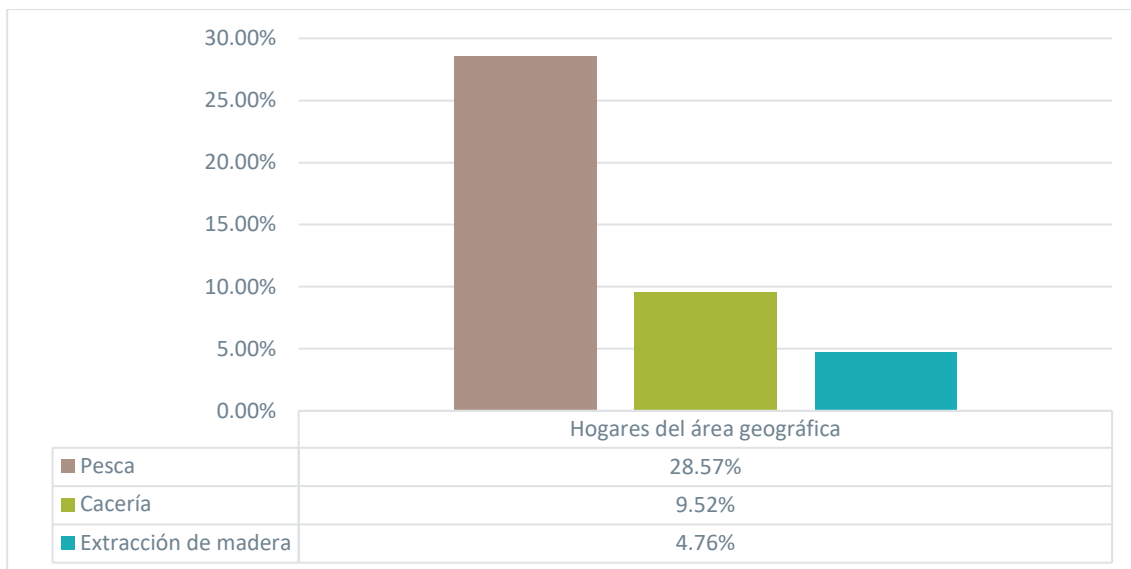


Figura 5-397 Pesca, Cacería y Extracción de Madera en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.12.2.3 Minería

Dentro de los hogares del área geográfica, en promedio, el 24,34 % de personas se dedica a actividades vinculadas con la explotación de minas y canteras, que representa la segunda mayor actividad productiva después de las actividades agropecuarias. Los hombres tienen una participación del 31,01 % frente a la participación de las mujeres que es del 17,65 %.

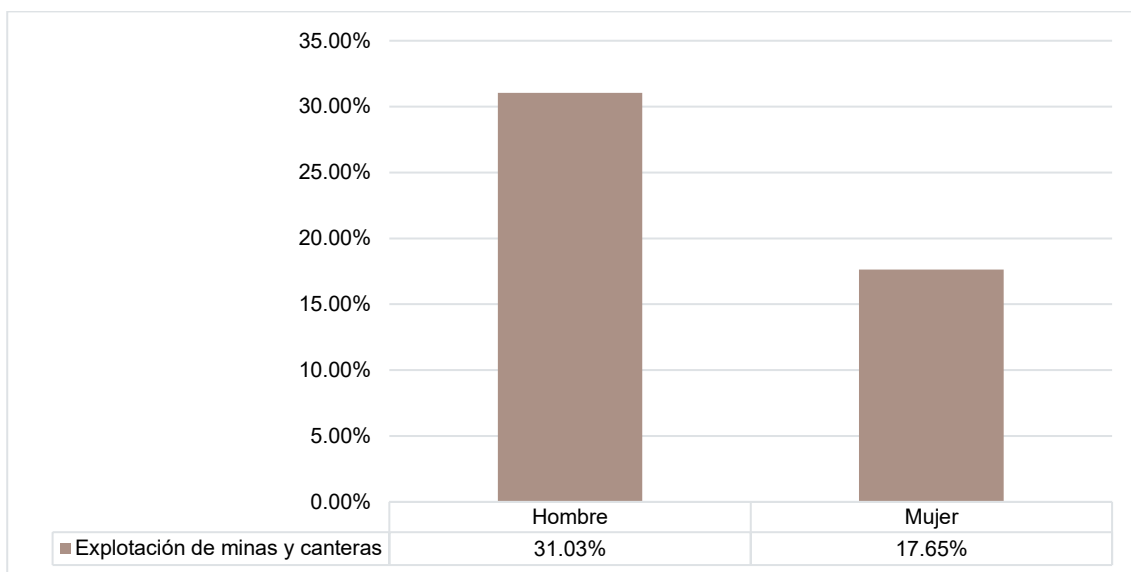


Figura 5-398 Contribución de los Proyectos Mineros en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Gracias a las entrevistas a los dirigentes o moradores de las localidades del área geográfica se pudo conocer que en el área geográfica del proyecto no se ha identificado prácticas de minería artesanal o informal.

5.3.12.3 Empleo

Según el Art. 2 y Art. 3 del Código del Trabajo del Ecuador, el trabajo es un derecho y un deber social, es obligatorio en la forma y con las limitaciones prescritas en la Constitución y las leyes. El trabajador es libre para dedicar su esfuerzo a la labor lícita que a bien tenga (Ministerio de Trabajo, 2005).

En este acápite se presentan las características del empleo o del mercado laboral de la jurisdicción del área geográfica y las localidades específicas de esta. La figura a continuación ilustra la estructura en la cual se basará el análisis.

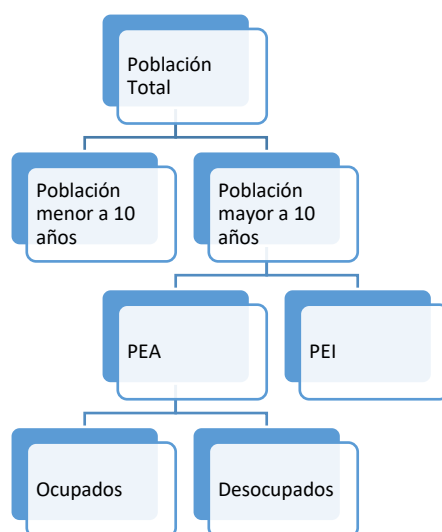


Figura 5-399 Estructura del Mercado Laboral

Fuente: (Ecuador en Cifras - INEC, 2016)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Se define como población en edad de trabajar (PET) a todas las personas mayores a una edad a partir de la cual se considera que están en capacidad de trabajar. El SIISE usó como edad de referencia los 10 años, para asegurar la comparabilidad entre las fuentes disponibles. Es una medida demográfica que refleja indirectamente la oferta de trabajo. Da cuenta del número de personas que tienen edad de trabajar, incluye tanto a las personas activas como a las inactivas.

Según las pautas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el límite inferior de la PET debería ser la edad a la cual según las normas del sistema educativo las personas deben terminar la educación básica. Al igual que la Constitución del Ecuador (aprobada en el 2008) que establece en el Art. 28 la obligatoriedad de la enseñanza inicial, básica y bachillerato. Sin embargo, la definición de la Población Económicamente Activa (PEA) para el caso de Ecuador se aplica a partir de los 10 años, con la finalidad de captar en las estadísticas el trabajo infantil (SIISE, 2007).

La PEA es el principal indicador de la oferta de mano de obra en una sociedad y corresponde a todas aquellas personas que teniendo edad para trabajar están en capacidad y disponibilidad para dedicarse a la producción de bienes y servicios económicos en un determinado momento. Incluye a las personas que trabajan o tienen trabajo (ocupados) y a aquellas que no tienen empleo, pero están dispuestas a trabajar (desocupados) (SIISE, 2015).

La Población Económicamente Inactiva (PEI) abarca a todas las personas de 10 o más años no clasificadas como ocupadas, paradas ni población contada aparte durante la semana de referencia. Comprende las siguientes categorías funcionales: estudiantes, jubilados, personas dedicadas al quehacer doméstico, incapacitados para trabajar u otras personas que sin ejercer una actividad económica reciben ayuda pública o privada (SIISE, 2015).

En la jurisdicción del área geográfica, en promedio el 67,67 % de los hombres pertenecen a la PEA frente al 30,20 % de mujeres, siendo el porcentaje de desocupación del 2,72 %, en promedio. A continuación, se presenta una tabla con mayor detalle de estructura del mercado laboral en la jurisdicción.

Tabla 5-317 PET, PEA y PEI por Sexo en las Jurisdicciones del Área Geográfica

Jurisdicción del Área Geográfica		Sexo	Población	PET	PEA	PEI	Ocupado	Desocupado
Provincia	Bolívar	Hombre	89 875	69 543	45 096	24 447	43 631	1465
		Mujer	93 766	74 150	27 062	47 088	25 994	1068
Cantón	Las Naves	Hombre	3135	2495	1759	736	1727	32
		Mujer	2957	2264	541	1723	531	10

Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En lo que se refiere a indicadores laborales de los hogares del área geográfica, se establece que el porcentaje de hombres pertenecientes a la PEA es del 72,50 %, mientras que el de las mujeres es del 51,43 %. Es importante recalcar que se ha identificado únicamente un caso de desocupación en los hogares del área geográfica. A continuación, se presenta una tabla con mayor detalle de estructura del mercado laboral en los hogares del área geográfica.

Tabla 5-318 PET, PEA y PEI, Ocupados y Desocupados por Sexo en los Hogares de las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Sexo	Población	PET	PEA	PEI	Ocupado	Desocupado
Viviendas del área geográfica	Hombre	45	40	29	11	29	0
	Mujer	83	35	18	17	17	1

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.12.3.1 Rama de Actividad

En la jurisdicción del área geográfica un gran porcentaje de la población (en promedio el 53,18 %) se dedica a las actividades vinculadas a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; en menor cantidad la población se dedica a otras actividades, como al comercio al por mayor y al por menor (5,46 %), enseñanza (6,20 %), administración pública y defensa (4,18 %), entre otras. En cuanto a la explotación de minas y canteras, menos del 2,00 % de la población de la jurisdicción del área geográfica se dedica a esta actividad. Lo descrito se visualiza en la figura a continuación.

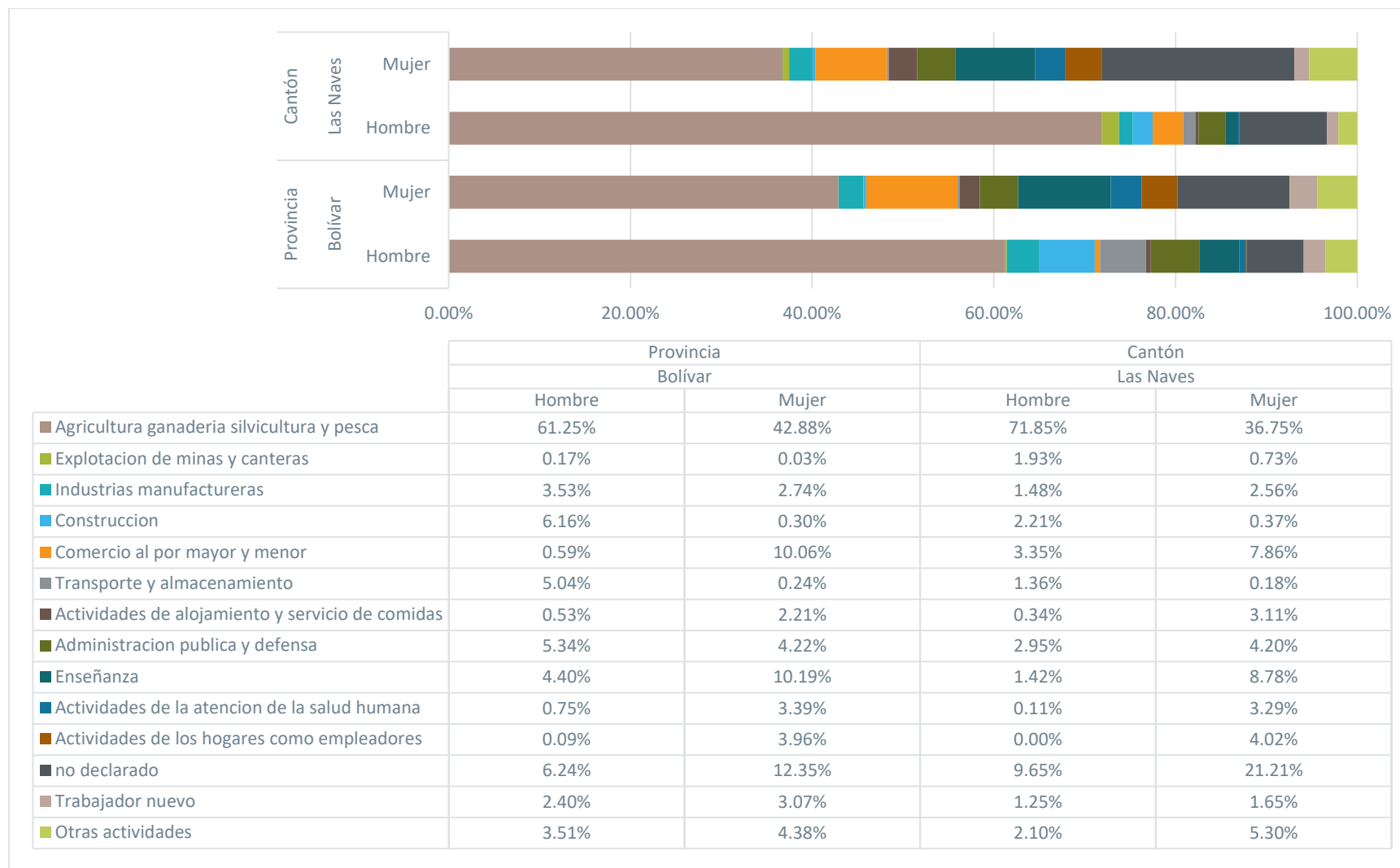


Figura 5-400 Rama de Actividad en la Jurisdicción del Área Geográfica

Fuente: (INEC, 2010)
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Página en blanco

En los hogares del área geográfica, la mayor parte de la población (70,99 %) se dedica a las actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; se puede observar que la incidencia femenina es mayor que la masculina. Otra de las actividades, como se mencionó anteriormente, es la explotación de minas y canteras; el 26,09 % de la población de los hogares del área geográfica se dedica a esta actividad. Otras de las actividades son la enseñanza (5,88 %) y oferta de servicios (3,45 %).

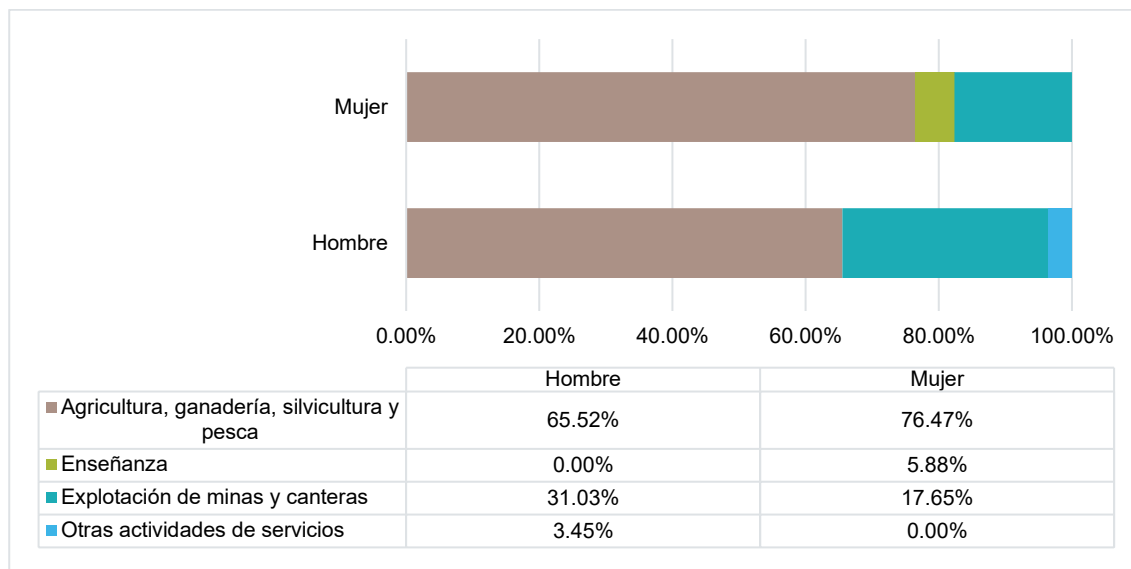


Figura 5-401 Rama de Actividad en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.12.4 Proyectos Productivos y Desarrollo Comunitario

La provincia de Bolívar busca el desarrollo de sus habitantes, considerando las mejores condiciones, para el desarrollo agroindustrial, la protección del medio ambiente, la inclusión de los habitantes, y un desarrollo sostenido a corto, mediano y largo plazo. Por su ubicación geográfica posee potencialidad para la generación de proyectos hidroeléctricos, en la actualidad están operando la hidroeléctrica Chimbo con un potencial de 1350 KW, en procesos de ejecución Hidrotambo en Chillanes a pesar de varios desacuerdos por la falta de socialización con las comunidades y en proceso de estudio Hidroespol ubicada en Caluma y Tigreurco en Guaranda (GAD Provincial de Bolívar, 2015-2020).

En este sentido, en la tabla a continuación se presenta el resumen de los programas y proyectos de la provincia Bolívar en función de su modelo de gestión en los diferentes componentes.

Tabla 5-319 Modelo de Gestión de la Provincia Bolívar

Programa	Proyecto	Responsable
Modelo de Gestión Componente Biofísico		
Recuperación de Áreas Naturales	Proyecto de restauración forestal con fines de conservación ambiental.	GADPB MAATE
	Capacitación para conservación de la flora, fauna y recuperación ambiental.	GADPB MAATE
	Elaboración del Plan de Manejo Ambiental, con su normativa de los principales ecosistemas de la provincia	GADPB MAATE

Programa	Proyecto	Responsable
	Inventario Geo referenciado de la biodiversidad Provincial.	GADPB/ MAATE/ Universidad Estatal de Bolívar
	Proyecto implementación de paneles solares	GADPB/ MAATE/ Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos
	Regularización Ambiental de todos los actores contaminantes a nivel provincia	GADPB/ MAATE
Descontaminación y manejo de la subcuencas hídricas y fuentes de agua	Plan de manejo y conservación del ecosistema paramo.	GADPB/ MAATE
	Plan de Manejo de Cuencas, Microcuencas y vertientes Provincial con su normativa	GADPB/ SENAGUA/ MAATE
	Inventario Geo referenciado de los recursos hídricos Provinciales.	GADPB/ SENAGUA/ MAATE
	Proyecto para la calificación de autoridad ambiental Provincial	GADPB/ MAATE
	Proyectos de implementación de piscinas de oxidación y plantas de tratamientos de desechos	GADS Cantonales
Modelo de Gestión Componente Sociocultural		
Población con buena salud	Construcción, mantenimiento y adecuación de centros y subcentros de salud del sector rural de la provincia	MSP
	Impulsar la Construcción del hospital de Segundo nivel tipo B en el cantón Las Naves	MSP
Amplia cobertura de servicios de educación	Construcción y mantenimiento de la infraestructura educativa existente en el área rural de la provincia	GADs Municipales/ MINEDUC
	Construcción y equipamiento Escuela del Milenio en el cantón Las Naves	MINEDUC
	Desarrollo de herramientas informáticas con enfoque a personas con discapacidades	GADs Cantonales/ MINEDUC
	Programa dirigido a padres de familia del sector rural para promover la educación y evitar la deserción escolar	MINEDUC
	Implementación de programas y proyectos de alfabetización con énfasis en el área rural	MINEDUC
Mejorar las Condiciones de Vida de Grupos vulnerables	Campañas de concienciación a la población joven de la provincia sobre los derechos de las personas que se encuentren en condiciones de vulnerabilidad	GAD Provincial/ MIESS
	Construcción y Reconstrucción de dos centros gerontológicos del adulto mayor	GAD Provincial
	Promover la existencia de una casa de acogimiento temporal para grupos de atención prioritaria con personal especializado	GAD Municipal Las Naves Convenio MIES y GAD Provincial
	Programas para la prevención y rescate de menores en riesgo	GAD Provincial/ GADs cantonales
	Realizar talleres para apoyo a víctimas de violencia intrafamiliar	GAD Provincial/ GADs cantonales
	Apoyo a la Red Pro-Derechos del cantón Las Naves en la implementación de un Plan estratégico de manera	GAD Municipal Las Naves

Programa	Proyecto	Responsable
	especial en acciones para la erradicación de la violencia intrafamiliar y de género	
	Fomento acciones de ayuda a víctimas por desastres naturales en la provincia	GAD Provincial
Modelo de Gestión Componente Económico Productivo		
Incremento a la Producción y Productividad agropecuaria	Plan Agropecuario Provincial	GAD Provincial/ DEP Económico Productivo
	Estudios de factibilidad para fortalecimiento de las cadenas de valor de los productos agropecuarios	GAD Provincial/ DEP Económico Productivo
	Impulso al desarrollo de la propuesta del cambio de la matriz productiva de la provincia (Cadenas productivas de industrialización del maíz suave, Caña de azúcar, cacao, lácteos).	GADs: Provincial, Cantonal, Parroquial/ DEP Económico Productivo/ MAGAP/ MIPRO/ UEB
	Uso de semillas de calidad	MAGAP/ INIAP/ UEB
	Diseño de proyectos de factibilidad para la industria	GAD Provincial/ UEB
	Mecanización Agrícola	GAD Provincial/ MAGAP
	Agricultura agroecológica	GAD Provincial/ MAGAP/ ONGs/ AGROCALIDAD
	Generación de valor agregado a productos agropecuarios - Industria	GAD Provincial/ UEB/ MIPRO
	Construcción e implementación planta procesadora de semillas	GAD Provincial/ MAGAP/ INIAP/ UEB
	Capacitación y transferencia de tecnología a los agricultores	GAD Provincial/ MAGAP/ UEB/ MIPRO
	Mejoramiento genético en especies pecuarias	GAD Provincial/ MAGAP/ UEB
	Implementación de Laboratorios de Suelos y Alimentos	GAD Provincial
	Mejoramiento de la infraestructura de centros de comercialización y de faenamiento	GAD Municipales/ Agrocalidad
	Construcción y rehabilitación de sistemas de riego comunitarios, asociativos y tecnificación del riego a nivel de parcela	GAD Provincial/ DEP de Riego, SENAGUA
Fortalecimiento al sector manufacturero y artesanal	Incentivo a MYPYMES	GAD Provincial/ MIPRO
	Acceso a mercados de microempresas y pequeños productores	GAD Provincial/ MAGAP/ MIPRO
	Fortalecimiento a la Organización de productores	MAGAP/ MIES
	Fortalecimiento a empresas asociativas en la provincia	GAD Provincial/ MIPRO/ MAGAP/ ONGs/ UEB
Desarrollo del sector turístico en la provincia	Plan de Turismo Provincial	GAD Provincial/ DEP Económico Productivo, Ministerio de Turismo
	Promoción y difusión de destinos turísticos de la provincia	GADs: Provincial, Cantonal, Parroquial/ MT

Programa	Proyecto	Responsable
	Construcción y adecuación de Infraestructura para el desarrollo de actividades turísticas: Las Cochas, Parque Acuático Balsapamba, Centro de Interpretación	GAD Provincial/ MT
	Capacitación a la población en la provisión de servicios turísticos	GADs: Provincial, Cantonal, Parroquial/ MT
	Fomentar el fortalecimiento de operadoras turísticas comunitarias	MT
Generación de óptimos canales de comercialización	Construcción de centros de acopio y manejo post-cosecha	GADs: Provincial, Cantonal, Parroquial/ MAGAP/ Agrocalidad
	Organizar y participar en expo-ferias para la promoción y venta de productos agropecuarios	GAD Provincial
	Inteligencia de mercados para los principales productos de las cadenas de valor	GAD Provincial/ UEB
	Construcción recinto ferial Las Cochas	GAD Provincial
	Ruedas de negocios con empresas	GAD Provincial/ MIPRO/ MAGAP
	Estudios para un centro de transferencia de productos agropecuarios para el abastecimiento local y regional	GADs: Provincial, Cantonal, Parroquial
Modelo de Gestión Componente Asentamientos Humanos		
Servicios Básicos	Mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable en los siete cantones de la provincia	GADs: Cantonal y Parroquial
	Mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado en los siete cantones de la provincia	GADs: Cantonal y Parroquial
	Manejo integral de aguas servidas en las comunidades	GADs: Provincial, Cantonal, Parroquial
	Implementación y mejoramiento de plantas hidroeléctricas	CNEL/ GADs: Provincial, Cantonal, Parroquial
	Mejoramiento de redes de distribución eléctrica y alumbrado público de las parroquias rurales	CNEL
	Reciclaje de basura para la elaboración de abonos orgánicos	GADs: Cantonal y Parroquial
	Garantizar la conservación del medio ambiente y la biodiversidad reduciendo los niveles de contaminación	GADs: Provincial, Cantonal, Parroquial
Modelo de Gestión Componente de Movilidad, Energía y Conectividad		
Mejorar y mantener la infraestructura vial de la provincia Bolívar	Elaboración del Plan Vial Provincial	GADPB
	Estudios completos de vías de la provincia	GADPB
Mantenimiento de vías y calles	Lastrado de las calles de la zona urbana de la ciudad de Las Naves	Dirección de Obras Publicas
	Mantenimiento de calles adoquinadas de la zona urbana del cantón Las Naves	Dirección de Obras Publicas
Coordinación para el mantenimiento vial	Apertura de caminos vecinales en los recintos del cantón Las Naves en convenio concurrente con el GAD Provincial de Bolívar	Dirección de Obras Publicas

Programa	Proyecto	Responsable
con actores en base a las competencias	Lastrado de caminos vecinales del cantón Las Naves en convenio concurrente con el GAD Provincial de Bolívar	Dirección de Obras Publicas

Fuente: (GAD Provincial de Bolívar, 2015-2020)
Elaboración: Entrix, marzo 2022

De la misma manera, se describe varios de los proyectos o aportes de empresas públicas como privadas que la población a lo largo del tiempo ha identificado como ayuda para el desarrollo de las localidades del área geográfica. Gracias a las entrevistas, se pudo conocer que las localidades Esperanza Ala, Esperanza Baja y Unión del Congreso no han recibido ningún tipo de ayuda.

Tabla 5-320 Instituciones que Apoyan a las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Institución	Beneficio o Contribución
El Panecillo	GAD municipal	Gallineta y retro excavadora
	Curimining	Lastrado de vía
Esperanza Alta	No hay instituciones que apoyan a la localidad	
Esperanza Baja	No hay instituciones que apoyan a la localidad	
Unión del Congreso	No hay instituciones que apoyan a la localidad	
Naves Chico	Consejo/Municipio	Mejoramiento vial
	Curimining	Compra de material pétreo, tubos de alcantarilla
Selva Alegre	Prefectura	Vías, canchas
	Alcaldía Guaranda	Escuela
	Alcaldía Las Naves	Vías
Jerusalén	Sin información	

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Adicionalmente, Curimining ofrece proyectos en Esperanza Alta, Esperanza Baja y Unión del Congreso relacionados al mantenimiento vial y brigadas médicas. En Unión del Congreso y en Selva Alegre también se está ejecutando escuelas de fútbol, proyectos orientados a la salud (bailoterapia y nutrición) y mantenimiento de iglesias y canchas deportivas.

5.3.13 Uso del Recurso Hídrico y sus Conflictos

Uno de los recursos naturales prominentes por su importancia para el bienestar del ser humano es el agua; así, la Constitución de Ecuador en su Art. 12 la define como un Patrimonio Nacional de uso público, y como tal no puede comercializarse, su dominio es inalienable e imprescriptible. No es un patrimonio susceptible de posesión, accesión o cualquier otro modo de apropiación.

Cabe indicar que las autorizaciones pueden ser para uso de agua o para aprovechamiento productivo del agua. Estas autorizaciones pueden tener diferente duración temporal según la naturaleza de su destino:

- > Consumo humano.
- > Riego, acuicultura y abrevadero de animales para garantizar la soberanía alimentaria.
- > Actividades productivas no consideradas en la soberanía alimentaria.
- > Ocasionales, sobre recursos sobrantes o remantes.

- > De plazo determinado, para uso doméstico.

De acuerdo con el artículo 86 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, el orden de prelación entre los diferentes destinos o funciones del agua es:

- > Consumo humano
- > Riego que garantice la soberanía alimentaria
- > Caudal ecológico
- > Actividades productivas.

Por lo tanto, las autorizaciones se otorgan según este orden de preferencia, estando en primer lugar el abastecimiento de poblaciones o consumo humano.

En el siguiente acápite se presentarán las captaciones y sistemas de agua existentes en el área geográfica del proyecto.

5.3.13.1 Captaciones de Agua de los Hogares del Área Geográfica

Como se mencionó en la sección 5.3.5.3 Suministro de Agua, los hogares del área geográfica utilizan los cuerpos hídricos para el abastecimiento de agua para consumo humano. El 90,48 % de los hogares del área geográfica captan el agua de ríos, vertientes, ojos de agua o acequias y la llevan a sus viviendas mediante mangueras, el 9,52 % de igual manera hace uso de los cuerpos hídricos, pero sin uso de mangueras, es decir, la toman en pomos o cubetos y llevan a la vivienda.

A continuación, se presenta una tabla que indica las captaciones de agua que utilizan los hogares del área geográfica.

Tabla 5-321 Captaciones de Agua de las Viviendas Ocupadas en el Área Geográfica

Localidad	Nombre del Propietario	Nombre del Cuerpo de Agua	Coordenadas WGS 84		Relación con Captaciones del Proyecto
			Este	Norte	
Esperanza Alta	Manuel Maliza Rea	Estero El Silencio	695657	9853095	Ninguna
Esperanza Alta	Marile Margoth Martínez Andrade	Ángel Aguilar	695557	9852800	
Esperanza Alta	Normina Barragán Santillán	Ángel Aguilar	695557	9852800	
Esperanza Baja	Walter Manuel Hinojosa	Estero El Silencio	694411	9852976	
Esperanza Baja	Elías Tandapilco	Estero SN	694291	9852613	
Naves Chico	Antonio Tamame Amangache	Estero El Silencio	695898	9854397	
Naves Chico	Galo Enrique Gavilánez Rosero	Estero SN	693203	9854906	
Naves Chico	Gonzalo Eduardo Tocta Camacho	Estero SN	693949	9854563	
Naves Chico	Juan Olmedo Saltos Parco	Estero SN	693335	9854214	
Naves Chico	Raúl Ramiro Quilligana Urbina	Estero SN	693247	9854143	
Panecillo	De la Cruz Santillán Tandapilco	Estero Dos Hermanos	696616	9855814	
Panecillo	Martín Tocta Tolombo	Estero SN	695823	9854912	
Panecillo	María Emilia Yunapanta Tocta	Estero SN	696012	9854692	
Selva Alegre	Martín Tocta Tolombo	Estero SN	696531	9854699	

Localidad	Nombre del Propietario	Nombre del Cuerpo de Agua	Coordenadas WGS 84		Relación con Captaciones del Proyecto
			Este	Norte	
Selva Alegre	Martín Tocta Tolombo	Ojo de agua	696422	9852985	
Selva Alegre	María Raquel Macías Cobeña	Estero SN	696442	9853972	
Selva Alegre	María Raquel Macías Cobeña	Estero SN	696442	9853972	
Selva Alegre	Celso Amado Guerrero Carvajal	Estero SN	696401	9854004	
Selva Alegre	Rubén Jiménez	Estero SN	697237	9853818	
Selva Alegre	Gustavo Espinoza Chimbo	Estero SN	697237	9853818	

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

El principal uso que los hogares del área geográfica les dan a los cuerpos hídricos antes mencionados es el doméstico, es decir, para actividades de lavado, de cocina y de higiene. De acuerdo con el orden de importancia del uso del recurso hídrico, el 61,90 % de los hogares usa principalmente el agua para actividades domésticas y en segundo lugar para abrevadero de animales, el 19,05 % también utiliza el recurso para actividades agropecuarias, mientras que el otro 19,05 % únicamente le da uso doméstico.

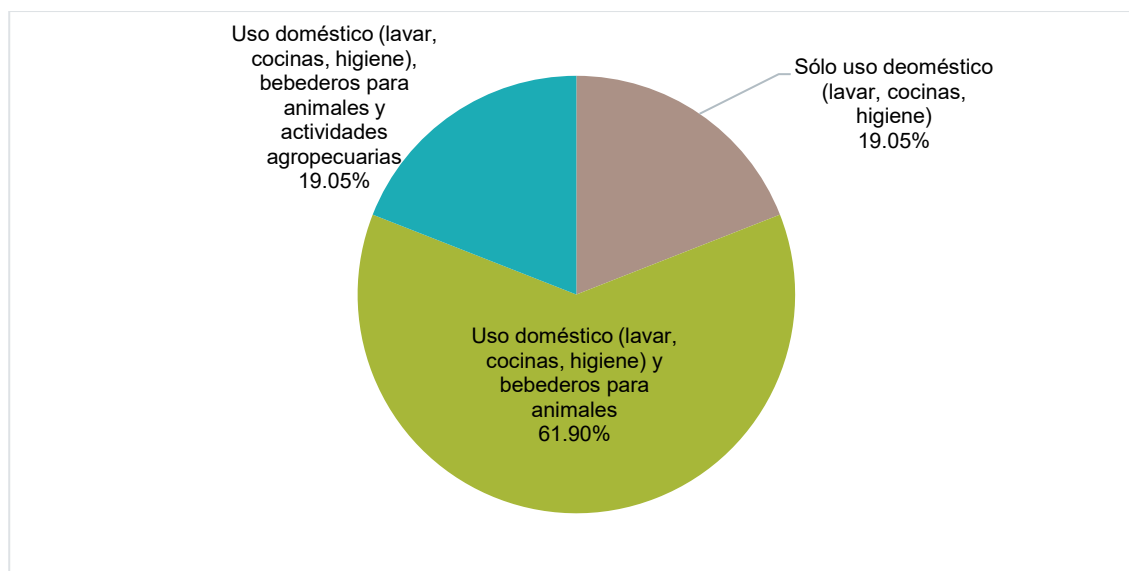


Figura 5-402 Orden de Importancia del Uso del Recurso Hídrico en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Es importante mencionar que todos los hogares del área geográfica recolectan el agua de alguna fuente natural, pero en su mayoría desconocen el nombre de la vertiente o estero o no le han dado uno para su identificación.

5.3.13.2 Captaciones de Agua con Autorización de la SENAGUA

Dentro del área geográfica de la concesión y cercana a esta existen autorizaciones por parte de la SENAGUA para la captación del recurso por diferentes motivos. Se puede indicar que existen tres autorizaciones de uso de agua dentro del área geográfica, tres autorizaciones fuera del área geográfica pero dentro de la concesión y seis autorizaciones a menos de dos kilómetros de la concesión. Estas

captaciones presentan distintos aprovechamientos: consumo humano, riego y abrevadero de animales (MAATE, s.f.). A continuación, se presenta una tabla con la información detallada y con la relación que tienen estas captaciones con las captaciones del proyecto.

Tabla 5-322 Captaciones de Agua con Autorización de la SENAGUA¹⁶

Cantón	Parroquia	Ubicación Referente al Proyecto*	Nombre del Representante	Nombre del Cuerpo de Agua	Tipo	Uso del Recurso Hídrico	Coordenadas WGS 84		Relación con Captaciones del Proyecto
							Este (m)	Norte (m)	
Las Naves	Las Naves	Dentro del área geográfica	Calero Chimbo José Manuel	Río Suquibi	Vertientes, manantial, acuífero	Consumo humano, abrevadero	694949	9855484	Ninguna
		Dentro del área geográfica	García Ortiz Ángel Bélico	Río Suquibi	Esteros	Consumo humano, abrevadero	695453	9854860	
		Dentro del área geográfica	Junta Agua Usuarios Riego Jerusalén	Río Suquibi	Río	Riego	694340	9855990	
		Fuera del área geográfica, dentro de la concesión	Quinillagua Raúl Ramón	Río Suquibi	Vertientes, manantial, acuífero	Consumo humano	693304	9855244	
		Fuera del área geográfica, dentro de la concesión	Tocta Camacho Gonzalo Eduardo	Río Suquibi	Vertientes, manantial, acuífero	Abrevadero	693680	9854850	
		Fuera del área geográfica, dentro de la concesión	Tocta Camacho Gonzalo Eduardo	Río Suquibi	Quebrada	Consumo humano	693711	9854990	
		Cercano a la concesión (1,78 km)	Armijo Gaibor Marino Eduardo	Río Suquibi	Esteros	Consumo humano, abrevadero, riego	693117	9857404	
		Cercano a la concesión (1,78 km)	Jiménez Villalba Mariela Narcisa	Río Suquibi	Esteros	Abrevadero	693117	9857404	
		Cercano a la concesión (1,09 km)	Prejunta de Agua de Naves Chico	Río Suquibi	Vertientes, manantial, acuífero	Consumo humano	694418	9857704	
Cercano a la concesión (1,52 km)	Paredes Ramos Rafael	Río Suquibi	Río	Riego	692502	9857134			

¹⁶ Actualmente Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Cantón	Parroquia	Ubicación Referente al Proyecto*	Nombre del Representante	Nombre del Cuerpo de Agua	Tipo	Uso del Recurso Hídrico	Coordenadas WGS 84		Relación con Captaciones del Proyecto
							Este (m)	Norte (m)	
		Cercano a la concesión (0,75 km)	Lara Escudero Nelson	Río Oncebi y Dren al río Zapotal	Vertientes, manantial, acuífero	Abrevadero	697501	9855634	
Echeandía	Echeandía	Cercano a la concesión (0,60 km)	Junta de Aguas del recinto Unión del Congreso	Río Oncebi y Dren al río Zapotal	Quebrada	Consumo humano	696108	9852574	

*Distancia medida en línea recta

Fuente: MAAE, junio 2020;
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.13.3 Sistemas de Agua

Gracias a las entrevistas a los diferentes actores sociales y a los recorridos de campo se pudo evidenciar que en las localidades del área geográfica no existen sistemas de agua, a excepción de Jerusalén.

De la conversación con Daniel Sisa, presidente de la junta de agua de Jerusalén, se supo que en la localidad existen dos sistemas de agua, el uno para consumo humano y el otro de riego, ambos con personería jurídica o permisos de captación de la SENAGUA (actualmente MAATE); sin embargo, al ser opositor a la minería no concedió la entrevista para levantar la información en detalle. Para conocer más de estos sistemas se realizó una entrevista a Isaac Arteaga, morador de Jerusalén y trabajador de Curimining. De esta entrevista se obtuvo la siguiente información.

5.3.13.3.1 Sistema de Agua de Consumo Humano-Jerusalén

El agua de consumo humano que obtiene la población de Jerusalén proviene de un sistema de red pública o comunitaria. Este sistema opera aproximadamente desde el 2005 y hasta la actualidad está activo. La captación es en un ojo de agua sin nombre que sale en medio de dos rocas y está ubicado dentro de la propiedad del Sr. Segundo Tacle, al igual que los tanques de almacenamiento y tratamiento.

El sistema funciona de la siguiente manera: desde la captación mediante tubos se traslada el agua hasta el tanque de almacenamiento, posteriormente se traslada al tanque de tratamiento; una vez tratada el agua mediante tubería PVC llega a los tanques-rompe presión (dos ramales) para ser distribuida a cada una de las viviendas. Cada vivienda que es parte del sistema tiene un medidor que determina el consumo y con este el valor que debe pagar mensualmente.

El sistema está gestionado por una directiva y abastece únicamente a la localidad de Jerusalén. De acuerdo con la entrevista, se supo que hasta el momento las actividades de Curimining no se intersecan con este sistema o su captación y que no habido actividad humana alguna que afecte el cuerpo de agua.

5.3.13.3.2 Sistema de Riego-Jerusalén

El sistema de riego se inauguró en el 2012; sin embargo, estuvo en funcionamiento solo por dos años. Actualmente, hay tramos que están dañados y ya no pueden volver a usarse si no se reparan. La captación de este sistema se encuentra cerca de las propiedades de Curimining, cercano al vivero o sector La Pelona.

El sistema funcionaba de la siguiente manera: el agua era captada del río Suquibí y trasladada por tubería a dos piscinas de almacenamiento, posteriormente pasaba por tanques-rompe presión (dos ramales) para ser distribuidos a los predios.

De acuerdo con la información disponible de la autoridad ambiental, la Junta de Agua de Usuarios de Riego de Jerusalén se encuentra dentro del área geográfica del proyecto. Con el fin de verificar esta información, el 6 de septiembre de 2021 Curimining realizó una inspección de la que se obtuvo como resultado lo siguiente: el punto georreferenciado de la autoridad ambiental se encuentra dentro de uno de los terrenos adquiridos por la Empresa, el punto está ubicado sobre terreno con vegetación, no coincide con ningún estero de donde se pueda captar agua, está localizado en una topografía de difícil acceso y no se evidencia la presencia de mangueras o algún tipo de captación de agua (Curimining, 2021).

Con el fin de corroborar la inexistencia de una captación de agua se realizó una visita complementaria a los dos esteros más cercanos al punto de referencia, en esta inspección se verificó que no existe la presencia de mangueras u otra forma de captación de agua y que estos cuerpos hídricos son temporales (Curimining, 2021).

En el Anexo C. Respaldo LB; C.3 Social; C.3.3 Documentos de Respaldo, consta el Informe de Inspección realizado por Curimining.

Con el fin de visualizar todo lo descrito en el presente capítulo, se presenta la figura a continuación que indica las captaciones de agua de los hogares del área geográfica, las captaciones de agua autorizadas

por la autoridad ambiental, un punto referencial del sistema de agua de consumo humano de Jerusalén, diferenciada por tipo de uso y con relación a la concesión, el parca geográfica y la infraestructura del proyecto.

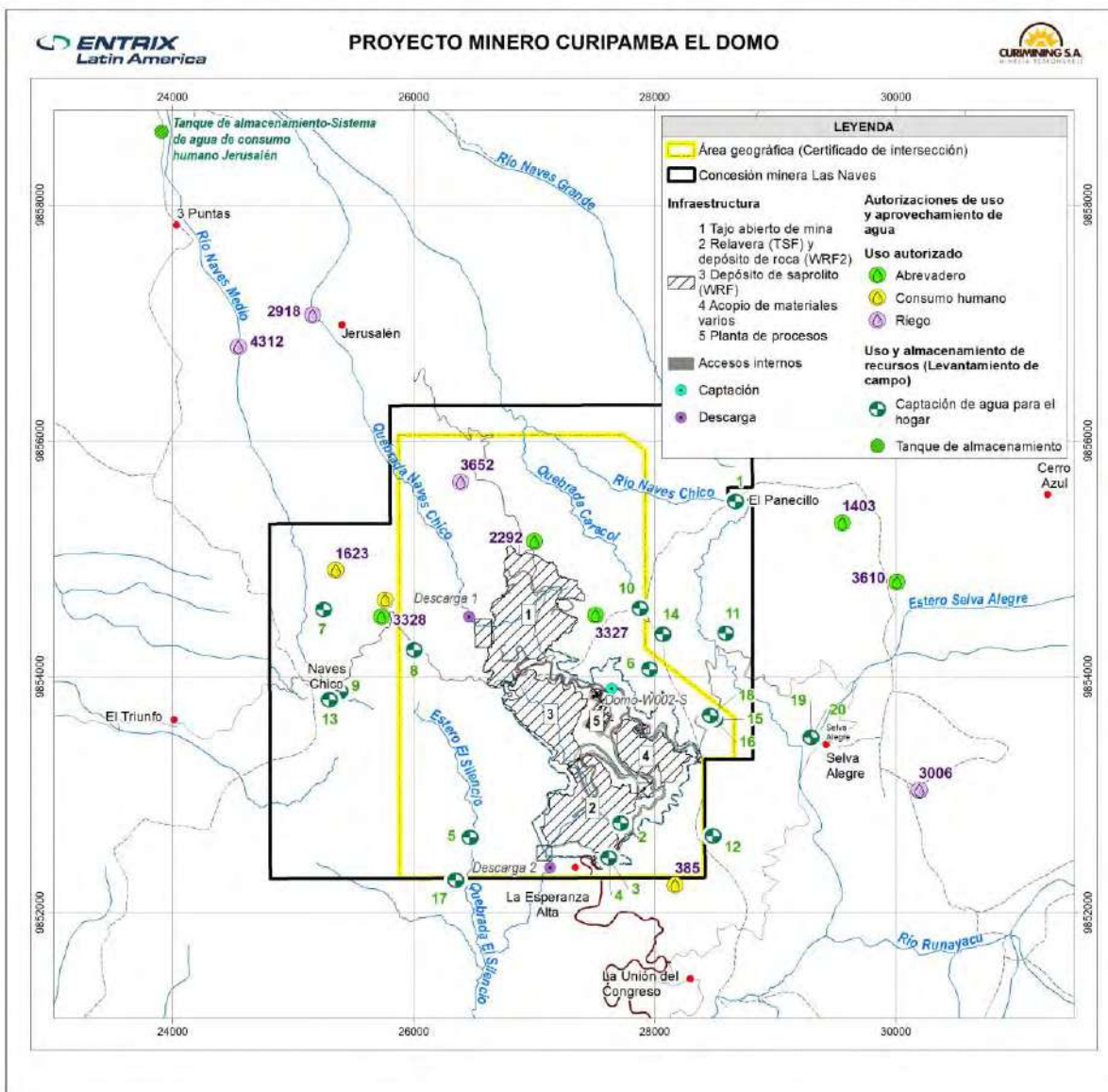


Figura 5-403 Captaciones de Agua Relacionadas al Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Entrix, abril 2022

5.3.14 Uso del Suelo

De acuerdo con el levantamiento cuantitativo y cualitativo, así como por observación directa se pudo evidenciar que el uso de suelo en las localidades del área geográfica es principalmente destinado para actividades agropecuarias, pastizales y en menor cantidad para bosques.

Tabla 5-323 Uso del Suelo en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Uso de Suelo
Jerusalén	Act. agropecuaria
	Pastizales
Esperanza Alta	Pastizales
	Act. agropecuaria
Esperanza Baja	Pastizales
	Bosques
	Act. agropecuaria
El Panecillo	Pastizales
	Bosques
Naves Chico	Pastizales
	Bosques
Selva Alegre	Pastizales
	Act. agropecuaria
Unión del Congreso	Pastizales
	Act. agropecuaria
	Bosques

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Lo mismo sucede en los hogares del área geográfica que cuentan con territorio. El suelo en su mayoría tiene diferentes usos, entre estos los principales son para cultivos transitorios o de ciclo corto (agricultura), para pasto cultivado (ganadería) y también hay espacios destinados para montes o bosques naturales. Al preguntar el orden de importancia de estos usos, el 33,33 % de los hogares indicó que primero está el uso pecuario, posterior el agrícola y por último el forestal; el 26,67 % indicó de igual manera que el uso pecuario es el principal, seguido del uso agrícola, y el resto de los hogares asimismo indicó la prioridad del uso, como se muestra en la figura a continuación.

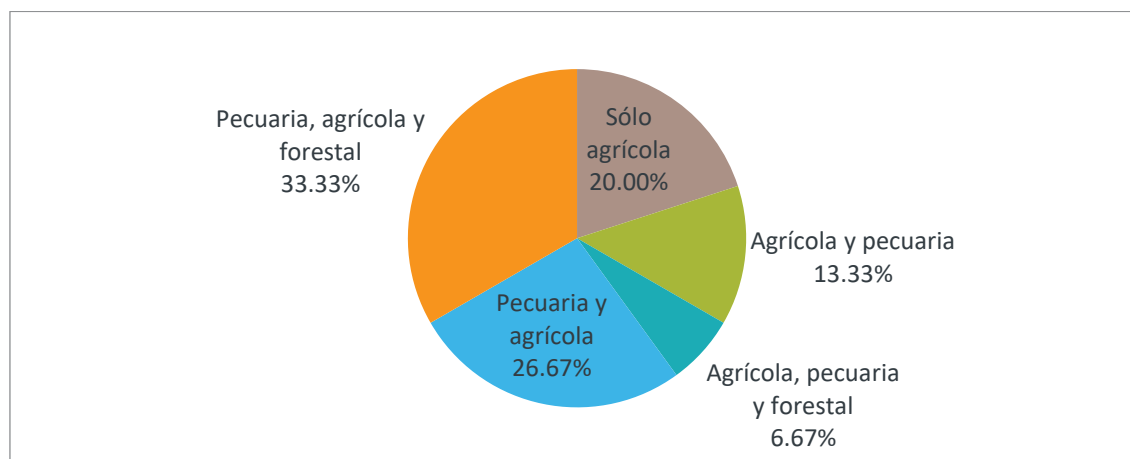


Figura 5-404 Importancia del Uso del Suelo en los Hogares del Área Geográfica

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.15 Turismo y Espacios Culturales

Las Naves cuenta con riquezas forestales que por su valor paisajístico se pueden considerar como parte del patrimonio cultural, entre ellos hay sitios sagrados, selva virgen, cascadas milagrosas y riquezas en flora y fauna (PDOT Cantonal Las Naves, 2019).

Por otro lado, las fiestas religiosas conforman el patrimonio cultural intangible por su carácter religioso. Entre las principales festividades están el Carnaval, patrimonio de todos los cantones de la provincia; las festividades del recinto San Pedro de Cumandá que lleva el mismo nombre; fiestas en honor a la patrona de la ciudad de Las Naves, Virgen Santa María de Las Naves; y fiestas parroquiales de Las Mercedes, con su patrona, Virgen de Las Mercedes (PDOT Cantonal Las Naves, 2019).

Tanto las riquezas naturales como las fiestas patrimoniales fomentan el turismo en el cantón. A continuación, se presenta un resumen de lo descrito.

Tabla 5-324 Inventario de Atractivos Turísticos y Espacios Culturales en el Cantón Las Naves

Ubicación	Nombre del Atractivo Turístico o Espacio Cultural	Descripción	Naturales	Históricos	Culturales
Cabecera cantonal Las Naves	Cascadas y sitios turísticos naturales	Patrimonio tangible	✓		
	Fiestas patrimoniales, religiosas y cívicas	Celebraciones organizadas por diferentes organizaciones sociales		✓	✓

Fuente: (PDOT Cantonal Las Naves, 2019)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

A nivel de las localidades del área geográfica únicamente se registra atractivos o festividades en las localidades de El Panecillo, Selva Alegre y Unión del Congreso, como se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 5-325 Inventario de Atractivos Turísticos y Espacios Culturales en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Principales atractivos turísticos	Principales festividades		
		Fecha	Nombre	Principales Actividades
El Panecillo	-	Julio	Virgen Narcicita de Jesús	Encuentros deportivos, palo encebado, rifas
Selva Alegre	-	Septiembre	Virgen Agua Santa de Baños	Deporte, artistas bailes
Unión del Congreso	Río Runayacu	23-jul	Patrono de la Comunidad "Niño Divino"	Juegos recreativos, deportivos, misa, lidias de gallos, baile
	Cascadas Carlos Borja			

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.16 Servicios Ambientales

Como ya se mencionó anteriormente, la población de las localidades del área geográfica aprovecha los recursos naturales que la naturaleza ofrece, lo que se traduce en el aprovechamiento de servicios ambientales. Se entiende como servicio ambiental a los beneficios que generan los ecosistemas para el bienestar humano. Existen tres tipos de servicios más uno que soporta a los tres, estos se describen a continuación (Casa, 2008; Arenas, 2020):

- > Servicio de suministro o abastecimiento: Son los productos obtenidos de la naturaleza para su consumo o utilización, ya sea de manera directa o previo procesamiento, como por ejemplo los alimentos, los combustibles, materias primas, el agua, entre otros.
- > Servicio de regulación: Hacen referencia a procesos ecológicos que mejoran o hacen posible la vida, como la regulación climática, regulación de las inundaciones, de las sequías, de la degradación del suelo y de las enfermedades.
- > Servicios culturales: Son los valores o beneficios no materiales que se obtienen de la naturaleza a través del enriquecimiento personal o espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, el disfrute de la naturaleza y los placeres estéticos que ofrecen los propios ecosistemas, tales como los beneficios recreacionales, espirituales, religiosos y otros intangibles.
- > Servicios de base o de soporte: Engloban a los procesos ecológicos necesarios para la producción de los otros tres tipos de servicios, por lo que su impacto sobre el ser humano es indirecto, como por ejemplo la formación del suelo, la fotosíntesis, la producción primaria, el ciclo del agua y los ciclos de los nutrientes.

Según las definiciones antes mencionadas, a continuación, se presenta una tabla con el detalle de los servicios ambientales presentes en el área geográfica.

Tabla 5-326 Uso de Servicios Ambientales en el Área Geográfica

Tipo de Servicio	Servicio	Detalle
Servicio de abastecimiento	Producción de alimentos	Los principales productos que se cosechan en las localidades del área geográfica son: yuca, papa china, naranjilla, caña, plátano, cacao, café, naranja que están destinados para el autoconsumo de los hogares y para la venta.
Servicio de abastecimiento	Pesca	El 28,57 % de los hogares del área geográfica practica la pesca con fines de autoconsumo.
Servicio de abastecimiento	Cacería	El 9,52 % de los hogares del área geográfica practica la cacería con fines de autoconsumo.
Servicio de abastecimiento	Extracción de madera	El 4,76 % de los hogares del área geográfica practica la extracción de madera para combustible.
Servicio de abastecimiento	Extracción minera	El 24,34 % de personas del área geográfica se dedica a actividades vinculadas con la minería, que representa la segunda actividad productiva después de las actividades agropecuarias.
Servicio de abastecimiento	Captación de agua para uso productivo del agua para actividades mineras	Curimining actualmente posee una autorización vigente para uso y aprovechamiento de agua de la quebrada Caracol y la quebrada Naves Chico, ubicadas en la parroquia Las Naves, cantón Las Naves, provincia de Bolívar.
Servicio de abastecimiento	Uso productivo del agua para actividades mineras	El caudal autorizado para cada una de las quebradas es de 2,50 L/s, equivalente a un volumen anual de 78 840 m ³ .
Servicio de abastecimiento	Captación de agua para uso doméstico	Dentro del área geográfica del proyecto existen captaciones de agua para uso doméstico en cada una de las viviendas ocupadas.
Servicio de regulación	Regulación climática	En las localidades del área geográfica uno de los usos de suelo es el de bosques naturales.
Servicio de regulación	Regulación de enfermedades	Aproximadamente el 75,12 % de la población del área geográfica no ha presentado enfermedades, en los tres meses anteriores a la entrevista.

Tipo de Servicio	Servicio	Detalle
Servicio cultural	Turismo	El cantón Las Naves posee un gran potencial turístico por sus atributos naturales y culturales y su gran reserva acuífera (PDOT Cantonal Las Naves, 2019).

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.17 Transporte

Los medios de transporte son los diferentes sistemas o maneras de desplazar bienes y personas de un mismo modo permitiendo que los operadores desarrollen las distintas estrategias de movilidad a partir de sus necesidades específicas y asegurando su viabilidad desde el lugar de origen hasta el lugar de destino. Los medios de transporte permiten una movilidad fácil y activa mejorando e innovando los procesos, la seguridad, eficiencia, productividad y movilidad en el transporte buscando las mejores condiciones de vida y atendiendo las necesidades de las personas en situaciones adversas (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2009).

Existen tres modos de transporte: aéreo, marítimo-fluvial y terrestre. El acceso a las localidades del área geográfica, así como para el proyecto es terrestre, entendido este como aquel cuyas redes se extienden por la superficie de la tierra y sus ejes son visibles debido a que están formados por una infraestructura construida previamente (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2009).

De acuerdo con la observación directa o recorrido en campo, se pudo evidenciar que en las localidades del área geográfica la población se moviliza principalmente en transporte público, seguido de camionetas o taxis cooperados; sin embargo, se observó que muchas personas cuentan con vehículo privado, especialmente motocicletas.

A continuación, se presentan los medios de transporte utilizados por los hogares del área geográfica para su movilización en las vías existentes.

Tabla 5-327 Medios de Transporte Utilizados por los Hogares del Área Geográfica

Localidad	Vía		Medio de Transporte	Costo del Viaje	Tiempo de Viaje
	Desde	Hasta			
Viviendas del área geográfica	El Panecillo	Echeandía	Transporte público	\$2,00	120 minutos
	Esperanza Alta	Unión del Congreso	Transporte público	\$1,50	90 minutos
		Echeandía	Transporte público	\$0,50	60 minutos
	Esperanza Baja	Echeandía	Transporte público	\$1,00	40 minutos
	Unión del Congreso	Echeandía	Transporte público	\$1,50	75 minutos
		Las Naves	Vehículo personal	\$5,00	90 minutos
	Naves Chico	Las Naves	Vehículo personal	\$8,00	40 minutos
		Las Naves	Taxi/camionetas cooperadas	\$10,00	25 minutos
	Selva Alegre	Echeandía	Transporte público	\$2,00	120 minutos
		Las Naves	Vehículo personal	\$2,00	45 minutos
Echeandía	Las Naves	Transporte público	\$0,50	60 minutos	

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.18 **Campo Socioinstitucional**

En el presente acápite se describe y explica la conformación del campo socioinstitucional existente, su estructura y funcionamiento a nivel gubernamental como a nivel de las localidades del área geográfica. Asimismo, se incluye la descripción y análisis de la percepción de los diferentes actores sociales identificados en el área geográfica: autoridades locales, representantes de las organizaciones comunitarias y sociales, representantes de los sistemas de agua y miembros de los hogares.

5.3.18.1 **Niveles de Gobierno**

Las últimas elecciones seccionales en Ecuador se realizaron en abril de 2021, las autoridades electas por un periodo de cuatro años se posesionaron en su cargo el 24 de mayo. El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) provincial se establece a través del prefecto como autoridad de la función ejecutiva local electo por votación popular, a quien lo acompaña el viceprefecto y el concejo provincial, de elección indirecta. A nivel cantonal, en el GAD municipal la máxima autoridad ejecutiva es el alcalde, y el concejo municipal es el órgano legislativo. Los GAD parroquiales rurales están conformados por la junta parroquial, integrada por los vocales elegidos por votación popular de entre los cuales el más votado lo presidirá, siendo esta la primera autoridad del Ejecutivo.

A continuación, se detallan las principales autoridades del área geográfica a nivel de GAD provincial y municipal.

Tabla 5-328 Autoridades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD)

Provincia/ Cantón/ Parroquia	Institución	Cargo	Nombre	Período de Elecciones	Partido Político
Provincia Bolívar	GAD provincial	Prefecto	Vinicio Coloma	2021-2025	Suma
Cantón Las Naves	GAD cantonal	Alcaldesa	Cynthia Solano	2021-2025	Alianza País

Fuente: (CNE, 2019)
Elaboración: Propraxis, agosto 2021

Además de las autoridades de elección popular detalladas anteriormente, la Función Ejecutiva a través del Ministerio del Interior designa un representante provincial que está a cargo de la gobernación, entidad adscrita a dicho ministerio, quien a su vez nombra un representante local en cada cantón y en cada una de las parroquias; dichos cargos son de libre remoción. A continuación, se detallan las autoridades del área geográfica.

Tabla 5-329 Autoridades de la Gobernación y Jefes Políticos

Provincia/Cantón/ Parroquia	Institución	Cargo	Nombre
Provincia Bolívar	Gobernación de Bolívar	Gobernador	Régulo Verdezoto
Cantón Las Naves	Jefatura Política de Las Naves	Jefe Político	María José Morillo

Fuente: (Gobernación de Bolívar, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Dentro de la estructura del Estado existen cinco funciones: Legislativa, Judicial, Electoral, Transparencia y Control Social y Ejecutiva. Esta última está encabezada por la presidencia de la República, seguida de sus ministerios y secretarías de Estado, cada uno de ellos con funciones específicas en sus respectivas áreas: educación, salud, economía, justicia, vivienda, transporte, ambiente, defensa y seguridad, entre otras.

A su vez, cada uno de estos ministerios cuenta con instituciones públicas, como secretarías, institutos de investigación, institutos de promoción, agencias de regulación y control, empresas públicas, secretarías

técnicas, banca pública y direcciones, las cuales de acuerdo con su objetivo y relevancia en cada zona de planificación administrativa se desplazan a lo largo de todo el territorio del país (Presidencia de la Republica del Ecuador, 2015).

Por tanto, en el área geográfica se ha podido identificar las siguientes instituciones públicas, cuyo nombre del representante se detalla de acuerdo con el levantamiento de información.

Tabla 5-330 Autoridades de las Instituciones Públicas del Área Geográfica

Cantón/Parroquia	Institución	Cargo	Nombre
Cabecera cantonal Las Naves	Comité de Desarrollo Campesino	Presidente	Lizardo Eusberto Monar Bonilla
	Asociación de funcionarios, empleados y trabajadores municipales	Presidente	Miguel Reinaldo Castillo Castro
	Asociación de comerciantes minoristas	Miembro	Ángel Ovidio Vega Pazcuaza
	Corporación de desarrollo de la subregión	Presidenta	Inés Aracely Vásconez Sotomayor

Fuente: (SUIOS, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.18.2 Estructura y Funcionamiento de las Organizaciones Sociales

“De acuerdo con lo que dispone la Constitución y leyes del Ecuador, se reconocen todas las formas de organización de la sociedad como expresión de soberanía popular que contribuyen a la defensa de los derechos individuales y colectivos, gestión y resolución de problemas y conflictos, el fomento de la solidaridad, la construcción de la democracia, la búsqueda del buen vivir, la incidencia en decisiones y políticas públicas, el control social de los niveles de gobierno y entidades públicas y privadas de servicio público. Las organizaciones sociales deben cumplir con principios de alternabilidad en su dirigencia, el respeto a la equidad de género y la inclusión y la interculturalidad, y tener alcance territorial.” (Consejo de Participación Ciudadana y Control Social, s.f.).

La organización social es un mecanismo mediante el cual la población establece estamentos propios para administrar y regular la vida cotidiana en el marco de la satisfacción de las necesidades locales.

Según el Art. 3 del Registro Oficial No.19 (2013), “las organizaciones sociales se definen como el conjunto de formas organizativas de la sociedad, a través de las cuales las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos tienen derecho a convocarse para constituirse en una agrupación humana organizada, coordinada y estable, con el propósito de interactuar entre sí y emprender metas y objetivos lícitos para satisfacer necesidades humanas para el bien común de sus miembros y/o de la sociedad en general, con responsabilidad social y en armonía con la naturaleza, cuya voluntad se expresa mediante acto constitutivo, colectivo y voluntario de sus miembros y se regula por normas establecidas para el cumplimiento de sus propósitos”.

Cada una de estas localidades cuenta con una organización propia que se convierte en la organización social de primer nivel más representativa de esta población, sean estas con reconocimiento jurídico o, de hecho; sin embargo, en ambos casos no constituye un reconocimiento legal en cuanto a división territorial, límites o ubicación geográfica.

La legalidad de una organización está dada por el reconocimiento que tenga ante una institución del Estado; de acuerdo con la naturaleza de esta debe realizar el trámite de legalización ante la cartera de Estado que tenga competencia, sea en el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) o el GAD municipal.

Actualmente, desde el Estado se realizaron acciones para concentrar la información de todas las organizaciones sociales, inicialmente a través de la Dirección de Registro Único de Organizaciones de la Sociedad Civil en donde se encontraban registradas 1270 organizaciones sociales a nivel nacional, producto del trabajo desarrollado durante cuatro años de existencia de dicha dependencia. Para el 2013, a través del Decreto Ejecutivo No. 16 de 4 de junio de 2013, se crea el Sistema Unificado de Información de las Organizaciones Sociales (SUIOS) que de acuerdo con la normativa debe ser administrado por la Secretaría Nacional de Gestión de la Política el Registro Único de Organizaciones de la Sociedad Civil (RUOSC) y alcanza un registro de tan solo 4838 organizaciones a nivel nacional, de un universo aproximado de 200 000 contabilizadas, de aquellas que han obtenido personería jurídica y aquellas que actúan como organizaciones de hecho (Secretaría Nacional de Gestión de la Política, 2016).

Todas estas organizaciones sociales están representadas por una asamblea comunitaria y tanto sus estatutos como su organización están dados por todos sus miembros en consenso. Normalmente, está conformada por un presidente, vicepresidente, tesorero, secretario, procurador síndico y vocales electos por periodos establecidos, generalmente entre uno y dos años.

En general, la interrelación se produce entre las diferentes instancias de organización social de manera puntual y con un alcance local, ya que la existencia de los niveles primarios de organización responde justamente a la necesidad de llevar a cabo interacciones con otros miembros de la sociedad local que tienen un papel que desempeñar en la dinámica propia de la cotidianidad de sus habitantes.

Las localidades, en su afán de legalizarse y visibilizar su existencia, se han conformado en organizaciones sociales denominadas: organización comunitaria, precooperativa o comité promejuoras, acompañado con el nombre de la localidad; en este caso particular, se identificó la organización Unión de Precooperativas, la cual representa bajo una sola organización social a varias localidades. Para fines del presente estudio, este tipo de organizaciones sociales se han agrupado como “Organizaciones Comunitarias”; por otro lado, están las organizaciones sociales con finalidades específicas, como las juntas de aguas, asociación de mujeres, campesinos, agropecuarios, deportivas, entre otras, que se han agrupado de acuerdo con la definición el SUIOS¹⁷ como “Otras Organizaciones”

Cada una de las organizaciones sociales cuenta con una directiva que las representa; así, en la siguiente tabla se presenta la directiva de las organizaciones comunitarias, denominada regularmente como directiva comunitaria, que está conformada por un presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y vocales, los cuales son designados por elección popular en una asamblea cuyo periodo de funciones varía de acuerdo con los estatutos o la organización de cada una de estas.

Durante la jornada de campo, se recopiló documentación que sustenta o respalda la personería jurídica de las localidades u organizaciones base, se determinó que ninguna de las localidades es jurídica, excepto la Asociación de Trabajadores Agrícolas Productores Agropecuarios, que es de segundo orden; sin embargo, es la organización principal con la que se manejan los pobladores (Anexo C. Respaldos LB; C.3 Social; C.3.3. Documentos de respaldo).

Tabla 5-331 Organizaciones Sociales en las Localidades del Área Geográfica

Localidad	Organización	Cargo	Nombre	Periodo de la Directiva
Esperanza Baja	Directiva Comunitaria	Presidente	Sergio Borja	No han cambiado la directiva por 3 años
		Vicepresidente	No cuentan con este cargo	
		Secretaria	Carmen Quinatoa	

¹⁷ Otras Organizaciones: Además existen otras organizaciones nacionales, como juntas de agua, de regantes, centros agrícolas, cámaras de agricultura, entre otras similares, que se rigen por sus propias leyes.

Localidad	Organización	Cargo	Nombre	Periodo de la Directiva
		Tesorero	Wilson Saltos	
Selva Alegre	Directiva Comunitaria	Presidente	Napoleón Yunapanta ¹⁸	-
	Asociación de Ganaderos	Presidente	Hugo Espín ¹⁹	-
Naves Chico	Directiva Comunitaria	Presidente	Iván Saltos	2019-2021
		Vicepresidente	Gonzalo Tocta	
		Secretario	José García	
		Tesorero	William Quilligana	
	Asociación de Productores Agropecuarios	Presidente	William Quilligana	2020-2022
		Vicepresidente	Gonzalo Tocta	
		Secretaria	Diana Orozco	
		Tesorero	Juan José García	
El Panecillo	Directiva del Recinto	Presidente	Joffre Urbina	2020-2022
		Vicepresidente	José Guaquipana	
		Secretaria	Alicia Segura	
		Tesorero	Darwin Muñoz	
Unión del Congreso	Asociación de Trabajadores Agrícolas Productores Agropecuarios	Presidente	Carlos Borja	2020-2022
		Vicepresidenta	Hilda Saltos	
		Secretaria	Carmen Garófalo	
		Tesorero	Medardo Echeverría	
Jerusalén	Junta de Agua	Presidente	Daniel Sisa ²⁰	-

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Cabe recalcar que la localidad Esperanza Alta no está organizada y que en el caso de Jerusalén y Selva Alegre no se presenta información debido a que por la oposición los líderes comunitarios no ofrecieron la entrevista.

5.3.18.3 Percepción Social

La percepción social es el proceso por el cual las personas comprenden y categorizan el comportamiento de los demás e incluso de objetos no sociales, está influida por las creencias y las expectativas que están limitadas por la información precisa que se obtiene de cierto tema (Gerrig & Zimbardo, 2005). La información incompleta o desconocimiento puede provocar prejuicios y, en general, juicios de valor erróneos y arbitrarios. Estos escenarios se presentan con el desarrollo de los proyectos de infraestructura que se entrelazan con las actividades cotidianas de la población, como es el caso del proyecto en estudio.

¹⁸ No fue posible entrevistar para levantar el formulario de organizaciones sociales ya que es opositor a la actividad minera.

¹⁹ No fue posible entrevistar para levantar el formulario de organizaciones sociales ya que es opositor a la actividad minera.

²⁰ No fue posible entrevistar para levantar el formulario de organizaciones sociales ya que es opositor a la actividad minera.

El presente acápite recopila la información sobre la percepción de los principales actores sociales del área geográfica en base a la información reportada por la consultora INSUCO en el “Estudio Socioeconómico y Cultural del Proyecto Curipamba” (Anexo C. Respaldos LB; C.3 Social; C.3.3 Documentos de Respaldo).

Adicionalmente, con la finalidad de conocer la percepción a nivel de hogares que integran las localidades del área geográfica, se incluyó una sección específica de la encuesta de hogares con la que se indagó sobre la percepción que tienen los hogares sobre el entorno ambiental y social respecto a la minería y sobre Curimining S. A. (Anexo C. Respaldos LB; C.3 Social; C.3.2 Respaldo de formularios).

5.3.18.3.1 Posturas Frente al Proyecto

El estudio realizado por INSUCO (2021) determinó las posturas de los presidentes, líderes o moradores comunitarios frente al proyecto. En este se concluyó qué actores son afines a las actividades mineras, reflejada en diferentes niveles de importancia o impacto del actor hacia la Empresa o viceversa, categorizados en alto, medio o bajo.

Es importante mencionar que a pesar de los intentos de acercamiento de INSUCO a los líderes de Jerusalén tampoco pudo conseguir entrevistas por la oposición y conflictividad que existe. En el caso de Esperanza Alta, INSUCO, así como Cardno Entrix determinaron con la jornada de campo que esta localidad no está organizada. INSUCO intentó levantar la información a algún actor clave, aunque debido a la oposición no pudo ejecutarla.

La tabla a continuación resume la información sobre las posturas afines:

Tabla 5-332 Posturas de los Actores Sociales Frente al Proyecto

Actor	Localidad	Descripción	Importancia
Joffre Urbina	El Panecillo	Presidente comunitario con capacidad de liderazgo, mantiene una buena relación con la Empresa, pero siempre vigilante en cuanto a las actividades que se desarrollan en la zona. Busca precautelar el medio ambiente y principalmente las fuentes de agua. Está siempre expectante de las actividades que se vayan a desarrollar en un futuro.	Media
Medardo Echeverría	Esperanza Baja	Líder comunitario, es muy respetado y considerado. Está abierto al diálogo y apoya la empresa siempre y cuando no contamine el medio ambiente.	Alta
Carlos Borja	Unión del Congreso	Presidente comunitario, presenta una postura abierta al diálogo frente a la actividad minera, colabora con la Empresa manteniendo una postura crítica frente a la política de captación de empleo.	Alta
Iván Saltos	Naves Chico	Presidente comunitario, que mantiene una buena posición en cuanto al trabajo de la Empresa en la zona. Se muestra abierto a colaborar en lo que sea necesario. Le preocupa el posible daño ambiental, principalmente de las fuentes de agua que nacen en las quebradas aledañas a la localidad.	Alta
Napoleón Espín	Selva Alegre	Líder comunitario que tiene cierto respaldo de algunos moradores; no es un punto focal entre la empresa y la localidad, aunque tiene un discurso conciliador y de apoyo a la minería. Sus prácticas son transaccionales.	Media
William Tacle	Jerusalén	Es morador de la comunidad. Si bien otorgó la entrevista, y a pesar de ser trabajador de la Empresa mantiene una postura neutral ante la gente y afirma que las actividades mineras contaminan.	Media

Fuente: (INSUCO, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

En lo que respecta a los actores institucionales, es importante considerar que, si bien las autoridades contactadas han mostrado una postura institucional favorable frente a las actividades mineras, dicha autoridades son de libre remoción en sus cargos, por lo que con el cambio de Gobierno hay una alta probabilidad de que sean reemplazados. Además, se deberá considerar el acercamiento futuro la política de gobierno con respecto a la minería (INSUCO, 2021).

Tabla 5-333 Posturas de Actores Institucionales Frente al Proyecto

Actor	Institución	Descripción	Importancia
Ángel Iza	Jefatura Política de Echeandía	Jefa Política de Echeandía, es afín a las actividades mineras. Ha participado en eventos informativos.	Alta
María José Murillo	Jefatura Política de las Naves	Demuestra apertura para informarse sobre el tema minero.	Media
Carmen Vascones	Dirección Distrital de Salud	Directora distrital de salud que tiene relacionamiento directo con las localidades y a su vez con la Empresa. Presenta una postura de diálogo y colaboración con la actividad minera de la zona, considera necesario un diálogo permanente por la preocupación que genera la posible contaminación.	Alta

Fuente: (INSUCO, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.18.3.2 Posturas en Contra o Neutrales con el Proyecto Minero

Los actores que se detallan a continuación han mostrado una postura institucional neutral, pues no quieren afectar sus relaciones políticas con la población por lo que no respaldan las actividades mineras, pero tampoco han dado su apoyo a los pobladores o comunidades antimineras. Sin embargo, a nivel personal algunos actores sí han dejado claro que no apoyan las actividades de la Empresa, pero que estarían abiertos al diálogo por el desarrollo comunitario.

Tabla 5-334 Actores Institucionales con Posturas en Contra o Neutrales a las Actividades Mineras

Actor	Institución	Descripción	Importancia
Patricio Escudero	Alcalde GAD de Echeandía	En el escenario político mantiene un perfil distante a la Empresa y la minería, mantiene un rol neutral y no dirimente en cuanto al accionar de la Empresa en las comunidades pertenecientes a su cantón.	Alta
Gina Alvario	Presidenta del GADPR Zapotal	Mantiene una postura personal antiminera, pero abierta al diálogo en cuanto a su perfil político frente al proyecto y la Empresa, no es dirimente y se posiciona de manera neutral. Manifiesta que no han logrado ninguna actividad con la Empresa a pesar de haber generado el acercamiento.	Media
Gerardo Cacungo	Director Distrital de Educación	Abierto al diálogo. Manifiesta imposibilidad de coordinar con la Empresa ante su preocupación por la agresión y crítica de grupos antimineros. Cualquier actividad solicita se coordine con los padres de familia de forma directa.	Media

Fuente: (INSUCO, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

5.3.18.3.3 Percepción Social en las Localidades del Área Geográfica

Con respecto a las localidades del área geográfica, estas responden a la percepción del informante al momento de aplicar la encuesta cuantitativa. Se ha considerado pertinente presentar la información en tablas que contienen las figuras realizadas con los resultados. De esa manera, se puede conocer la temática, la forma en que se orientó la pregunta, el gráfico del resultado y una breve interpretación. A continuación, se presentan los resultados.

Tabla 5-335 Percepción sobre la Comunicación de la Empresa con la Localidad

Pregunta:	¿Qué tipo de comunicación mantiene con la Empresa?																
Objetivo:	Conocer si la Empresa mantiene comunicación con las localidades																
<table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>Datos del Gráfico de Sectores</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de Comunicación</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Visitas al domicilio</td> <td>33.33%</td> </tr> <tr> <td>Ninguna</td> <td>23.81%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>9.52%</td> </tr> <tr> <td>Convocatorias escritas / impresas</td> <td>9.52%</td> </tr> <tr> <td>Mediante el presidente de la comunidad</td> <td>9.52%</td> </tr> <tr> <td>Redes sociales</td> <td>9.52%</td> </tr> <tr> <td>Medios digitales</td> <td>4.76%</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo de Comunicación	Porcentaje	Visitas al domicilio	33.33%	Ninguna	23.81%	Otro	9.52%	Convocatorias escritas / impresas	9.52%	Mediante el presidente de la comunidad	9.52%	Redes sociales	9.52%	Medios digitales	4.76%
Tipo de Comunicación	Porcentaje																
Visitas al domicilio	33.33%																
Ninguna	23.81%																
Otro	9.52%																
Convocatorias escritas / impresas	9.52%																
Mediante el presidente de la comunidad	9.52%																
Redes sociales	9.52%																
Medios digitales	4.76%																
Breve interpretación:	La mayor parte de hogares, el 33,33 %, ha recibido visitas al domicilio por parte de la Empresa; sin embargo, un porcentaje del 23,81 % manifiesta no haber tenido ningún tipo de comunicación con la Empresa.																

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Tabla 5-336 Percepción de los Aspectos Positivos de la Empresa

Pregunta:	¿Cuáles considera que son los aspectos positivos de la Empresa?																
Objetivo:	Indagar los aspectos positivos que genera la Empresa en las localidades del área geográfica.																
<table border="1" style="margin: auto;"> <caption>Datos del Gráfico de Sectores</caption> <thead> <tr> <th>Aspecto Positivo</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ninguno</td> <td>28.57%</td> </tr> <tr> <td>Generación de empleo local</td> <td>28.57%</td> </tr> <tr> <td>Mejora de infraestructura vial</td> <td>9.52%</td> </tr> <tr> <td>Generación de empleo local y aumenta la seguridad</td> <td>4.76%</td> </tr> <tr> <td>Generación de empleo local y mejora de infraestructura vial</td> <td>19.05%</td> </tr> <tr> <td>Generación de empleo local y obras de desarrollo comunitario e inversión social</td> <td>4.76%</td> </tr> <tr> <td>Generación de empleo local, mejora de infraestructura vial y obras de desarrollo comunitario e inversión social</td> <td>4.76%</td> </tr> </tbody> </table>		Aspecto Positivo	Porcentaje	Ninguno	28.57%	Generación de empleo local	28.57%	Mejora de infraestructura vial	9.52%	Generación de empleo local y aumenta la seguridad	4.76%	Generación de empleo local y mejora de infraestructura vial	19.05%	Generación de empleo local y obras de desarrollo comunitario e inversión social	4.76%	Generación de empleo local, mejora de infraestructura vial y obras de desarrollo comunitario e inversión social	4.76%
Aspecto Positivo	Porcentaje																
Ninguno	28.57%																
Generación de empleo local	28.57%																
Mejora de infraestructura vial	9.52%																
Generación de empleo local y aumenta la seguridad	4.76%																
Generación de empleo local y mejora de infraestructura vial	19.05%																
Generación de empleo local y obras de desarrollo comunitario e inversión social	4.76%																
Generación de empleo local, mejora de infraestructura vial y obras de desarrollo comunitario e inversión social	4.76%																
Breve interpretación:	La mayor parte de los hogares (40,00 %) considera que uno de los aspectos positivos que genera la Empresa es el empleo local; sin embargo, el 28,75 % considera que no genera ningún aspecto positivo.																

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

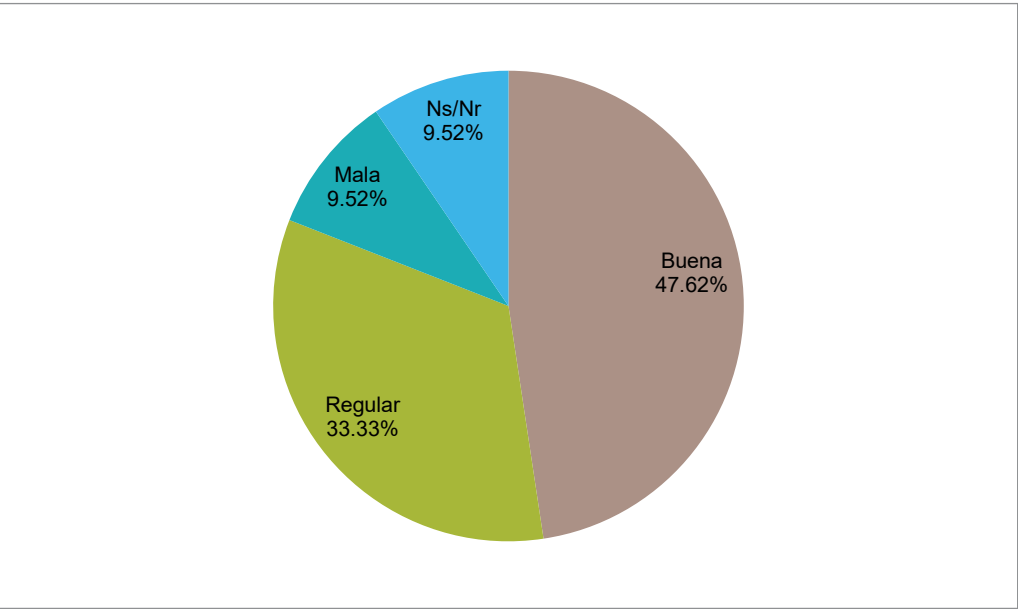
Tabla 5-337 Percepción de los Aspectos Negativos de la Empresa

Pregunta:	¿Cuáles considera que son los aspectos negativos de la Empresa?																		
Objetivo:	Indagar los aspectos negativos que genera la Empresa en las localidades del área geográfica.																		
<table border="1"> <caption>Data for Pie Chart: Percepción de los Aspectos Negativos de la Empresa</caption> <thead> <tr> <th>Aspecto Negativo</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Afecta al medio ambiente</td> <td>23.81%</td> </tr> <tr> <td>Fragmentación social</td> <td>23.81%</td> </tr> <tr> <td>Malas condiciones laborales y fragmentación social</td> <td>9.52%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>14.29%</td> </tr> <tr> <td>Ns/Nr</td> <td>9.52%</td> </tr> <tr> <td>Ninguno</td> <td>9.52%</td> </tr> <tr> <td>Afecta al medio ambiente y fragmentación social</td> <td>4.76%</td> </tr> <tr> <td>Afecta al medio ambiente, malas condiciones laborales y fragmentación social</td> <td>4.76%</td> </tr> </tbody> </table>		Aspecto Negativo	Porcentaje	Afecta al medio ambiente	23.81%	Fragmentación social	23.81%	Malas condiciones laborales y fragmentación social	9.52%	Otro	14.29%	Ns/Nr	9.52%	Ninguno	9.52%	Afecta al medio ambiente y fragmentación social	4.76%	Afecta al medio ambiente, malas condiciones laborales y fragmentación social	4.76%
Aspecto Negativo	Porcentaje																		
Afecta al medio ambiente	23.81%																		
Fragmentación social	23.81%																		
Malas condiciones laborales y fragmentación social	9.52%																		
Otro	14.29%																		
Ns/Nr	9.52%																		
Ninguno	9.52%																		
Afecta al medio ambiente y fragmentación social	4.76%																		
Afecta al medio ambiente, malas condiciones laborales y fragmentación social	4.76%																		
Breve interpretación:	Solamente el 9,50 % de los hogares considera que no existen aspectos negativos, y la mayor parte de los hogares (23,81 %) considera que uno de los aspectos negativos es la fragmentación social.																		

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Tabla 5-338 Percepción de la Gestión social de la Empresa

Pregunta:	¿Cómo califica la gestión social de la Empresa?										
Objetivo:	Calificar la gestión social de la empresa en función de la percepción de las localidades del área geográfica.										
 <table border="1"><thead><tr><th>Categoría</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Buena</td><td>47.62%</td></tr><tr><td>Regular</td><td>33.33%</td></tr><tr><td>Mala</td><td>9.52%</td></tr><tr><td>Ns/Nr</td><td>9.52%</td></tr></tbody></table>		Categoría	Porcentaje	Buena	47.62%	Regular	33.33%	Mala	9.52%	Ns/Nr	9.52%
Categoría	Porcentaje										
Buena	47.62%										
Regular	33.33%										
Mala	9.52%										
Ns/Nr	9.52%										
Breve interpretación:	Las localidades del área geográfica califican la gestión social de la Empresa en su mayoría (47,62 %) como buena, seguida por regular, con un 33,33 %, una pequeña parte (9,52 %) considera que la gestión social de la Empresa es mala.										

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Tabla 5-339 Percepción de la Gestión Ambiental de la Empresa

Pregunta:	¿Cómo califica la gestión ambiental de la empresa??												
Objetivo:	Calificar la gestión ambiental de la empresa en función de la percepción de las localidades del área geográfica.												
<p>A pie chart illustrating the perception of environmental management. The chart is divided into five segments: 'Buena' (38.10%, green), 'Regular' (19.05%, teal), 'Ns/Nr' (33.33%, orange), 'Mala' (4.76%, light blue), and 'Excelente' (4.76%, grey). The segments are arranged in a circle, with 'Buena' being the largest and 'Excelente' being the smallest.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Excelente</td> <td>4.76%</td> </tr> <tr> <td>Buena</td> <td>38.10%</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>19.05%</td> </tr> <tr> <td>Ns/Nr</td> <td>33.33%</td> </tr> <tr> <td>Mala</td> <td>4.76%</td> </tr> </tbody> </table>		Calificación	Porcentaje	Excelente	4.76%	Buena	38.10%	Regular	19.05%	Ns/Nr	33.33%	Mala	4.76%
Calificación	Porcentaje												
Excelente	4.76%												
Buena	38.10%												
Regular	19.05%												
Ns/Nr	33.33%												
Mala	4.76%												
Breve interpretación:	Las localidades del área geográfica califican la gestión ambiental de la Empresa en su mayoría (38,10 %) como buena, seguida por regular, con el 19,05 %, una pequeña parte (4,76 %) considera que la gestión ambiental de la empresa es excelente o mala, y un alto porcentaje de la población (33,33 %) no supo contestar.												

Fuente: (Cardno Entrix, 2021)
 Elaboración: Cardno Entrix, agosto 2021

Página en blanco

Tabla de Contenido

5	Diagnóstico Ambiental-Línea Base	5-781
5.4	Línea Base Arqueológica	5-781
5.4.1	Introducción.....	5-781
5.4.2	Justificación.....	5-782
5.4.3	Alcance de la Investigación	5-782
5.4.4	Datos del Proyecto.....	5-782
5.4.5	Ubicación Geográfica.....	5-784
5.4.6	Antecedentes Arqueológicos	5-784
5.4.7	Objetivos	5-786
5.4.8	Hipótesis	5-787
5.4.9	Marco Teórico	5-787
5.4.10	Definición	5-791
5.4.11	Metodología Aplicada	5-792
5.4.12	Resultados	5-797
5.4.13	Análisis e Interpretación.....	5-831
5.4.14	Interpretación de Datos.....	5-837
5.4.15	Conclusiones.....	5-838

Tablas

Tabla 5-340	Datos Generales	5-782
Tabla 5-341	Coordenadas del Polígono El Domo.....	5-784
Tabla 5-342	Plataformas Prospectadas dentro del Polígono de la Concesión Minera	5-784
Tabla 5-343	Petroglifos y Caminos Identificados por Bravo, E., & Vargas, M. (2011)	5-785
Tabla 5-344	Curacazgo o Cacicatos Reconocidos por León de Velasco (1955)	5-802
Tabla 5-345	Cerámica Chimbo	5-806
Tabla 5-346	Material Identificado en la Cuenca del Chimbo-Bolívar por Arellano (1992).....	5-807
Tabla 5-347	Material Arqueológico de los Sitios Puri Cocha, Vinchoa y Tagma Provincia de Bolívar (Idrovo, 1994).....	5-810
Tabla 5-348	Descripción de los Informes Inéditos Realizados por Arqueología de Contrato en la Provincia de Bolívar-Ecuador.....	5-815
Tabla 5-349	Propietarios que No Autorizaron la Entrada a los Predios Polígono El Domo	5-821
Tabla 5-350	Resumen de la Prospección Realizada en el Polígono El Domo	5-822
Tabla 5-351	Resumen Estratigrafía del Polígono El Domo	5-822
Tabla 5-352	Plataformas Prospectadas y Monitoreadas (Toscano, 2021).....	5-825
Tabla 5-353	Material diagnóstico del Polígono El Domo	5-832
Tabla 5-354	Distribución Estratigráfica del Material Diagnóstico del Polígono El Domo.....	5-833

Tabla 5-355	Análisis Tecnológico del Material Diagnóstico del Polígono El Domo.....	5-834
Tabla 5-356	Estado de Integridad del Material Lítico Diagnostico del Polígono El	5-836
Tabla 5-357	Técnica de Obtención de la Materia Prima Lítica Diagnostico del Polígono El Domo.....	5-836

Figuras

Figura 5-405	Ubicación Político-Administrativa del Proyecto Curipamba El Domo	5-783
Figura 5-406	Esquema de Prospección en Damero	5-794
Figura 5-407	Plataforma C, Posición Original previo Relocalización (densidad pruebas de pala Alta).....	5-795
Figura 5-408	Perfil Norte de Cateo 1 P.lg y Cateo en Plataforma C, Posición Original Previo Relocalización-Cateo, Rasgo 1.....	5-796
Figura 5-409	Croquis de Distribución de las Nacionalidades Puruhá, Chonos, Panzaleos, entre otros durante los Cacicazgos ante de la Conquista Española*	5-799
Figura 5-410	Cántaros*	5-804
Figura 5-411	Sitios Arqueológicos de la Provincia de Bolívar	5-805
Figura 5-412	Técnica de Manufactura Alfarera Identificada en el Material Diagnóstico.....	5-833

5 Diagnóstico Ambiental-Línea Base

5.4 Línea Base Arqueológica

5.4.1 Introducción

Curimining S. A. se encuentra desarrollando el “Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Minero Curipamba-El Domo bajo régimen de Mediana Minería para las fases de Explotación y Beneficio (10491200)”.

En ese marco se han desarrollado investigaciones arqueológicas que permiten contextualizar el pasado prehispánico de las áreas geográfica y operativa del proyecto minero Curipamba-El Domo. El presente capítulo de línea base tiene sustento en dos informes:

- > “Diagnóstico bibliográfico y Prospección Arqueológica para el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Minero Curipamba El Domo bajo régimen de Mediana Minería para las fases de Explotación y Beneficio (polígono El Domo y Vías OPTA, OPTF y Bypass)-CURIMINING S.A.” mismo que contó con la Autorización para Investigación Arqueológica Nro. 005-DTZ5.INPC.2021 de fecha 17 de marzo de 2021 a nombre de la investigadora Ibis Mery. El documento cuenta con el Dictamen a Conformidad emitido por el INPC con fecha 11 de octubre de 2021 mediante Oficio Nro. INPC-DAAPPS-2021-0164-O. Cabe indicar que el polígono El Domo corresponde al área de implantación del proyecto minero Curipamba – El Domo y que la información de las vías prospectadas no se considera dentro de la presente línea base, ya que estas tendrán su licenciamiento independiente que iniciará en función de los diseños y requerimientos técnicos del Proyecto para lo cual podrá definir o utilizar cada uno de los trazados de vía prospectados.
- > “Investigación Arqueológica: Plataformas de exploración Minera en Curipamba. Prospección, rescate y monitoreo; y prospección, rescate y monitoreo intrasitio de plataforma en Sitio Arqueológico ‘El Panecillo’”, realizado bajo Autorización para Investigación Arqueológica Nro. 003.DZ5.INPC.2020 de fecha 12 de marzo de 2020 a nombre del investigador Iván Toscano. Cabe indicar que, si bien el título supuso la reevaluación de las dimensiones del polígono del sitio El Panecillo, esta actividad no se incluye en la presente investigación, ya que el sitio arqueológico se encuentra fuera del área geográfica del Proyecto.

En los dos casos los documentos habilitantes para desarrollar la investigación arqueológica fueron emitidos por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural-Zonal 5 (Anexo A. Documentos Oficiales).

La investigación arqueológica se realizó en los flancos occidentales de la cordillera occidental de los Andes hacia la planicie de la cuenca del Guayas, en la provincia de Bolívar, cantón Las Naves, parroquia Las Naves; donde la topografía es irregular con pendientes que van desde moderadas a abruptas (terreno ligeramente colinado), quebradas profundas, algunos afloramientos rocosos ubicados en las zonas de quebradas y esteros que van a formar afluentes ribereños que desembocan en la cuenca del río Guayas. En adición, el área de El Domo presenta un paisaje agropecuario en dos zonas: la parte alta, que presenta pastizales, y la parte baja, donde se forman microclimas que permiten el cultivo de cacao, caña de azúcar y palma.

Metodológicamente, la prospección arqueológica se ejecutó mediante tres técnicas: diagnóstico, prospección intrusiva (pruebas de pala y cateo) y prospección no intrusiva (pedestre), donde se identificaron modificaciones del paisaje en las cuchillas naturales y material arqueológico en superficie (metates y cerámica rodada) (Mery I., 2021; Toscano, 2021).

5.4.2 Justificación

La investigación arqueológica en las áreas denominadas “El Domo” y “10 plataformas” se realizó en el marco de la Arqueología de Contrato, buscando determinar áreas sensibles arqueológicamente y definir medidas de mitigación a fin de proteger y evitar la destrucción del patrimonio cultural arqueológico identificado.

5.4.3 Alcance de la Investigación

A continuación, se presenta el alcance definido por la investigación arqueológica realizada:

La investigación permitió describir y caracterizar el polígono denominado El Domo en términos arqueológicos a través de dos técnicas de investigación, primero el diagnóstico bibliográfico seguido de una prospección arqueológica intrusiva. Los resultados de la investigación definen áreas de sensibilidad arqueológica en la zona que podrían o no ser afectadas por la construcción de infraestructura y/o facilidades mineras; así para cada área identificada se presentan medidas de mitigación específicas (Mery I., 2021).

Si bien en la investigación de Mery (2021) están consideradas las vías OPTA, OPTF y Bypass, en el presente estudio no serán incluidas, ya que tienen un proceso de regularización independiente al área denominada El Domo. Este proceso de regularización, como se explica en la Introducción, dependerá de la necesidad del proyecto de utilizar o no el trazado de las vías prospectadas.

La investigación tuvo como objetivo determinar la existencia de sitios arqueológicos a nivel descriptivo combinando la recolección de datos por métodos estadísticos a través de las variables “naturaleza de materia cultural y territorialidad” que fueron contrastados con datos históricos, paisaje y construcción cultural (método inductivo) (Toscano, 2021).

5.4.4 Datos del Proyecto

La investigación arqueológica se realizó en la provincia de Bolívar, cantón Las Naves (Figura 5-) ubicado al noroccidente de la provincia.

Tabla 5-340 Datos Generales

Denominación del Área	Proyecto minero Curipamba-El Domo Polígono El Domo (área de implantación del proyecto minero) P.G, P.C, P.Cg, DH-19-02, DH-19-07, DH-19-08, DH-19-13, DH-19-12, DH-19-10, DH-19-14
Provincia	Bolívar
Cantón	Las Naves
Parroquia	Las Naves
Tipo de Estudio	Diagnóstico y Prospección Arqueológica
Área Investigada	316,119 ha

Fuente: Cardno Entrix, octubre, 2021
Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

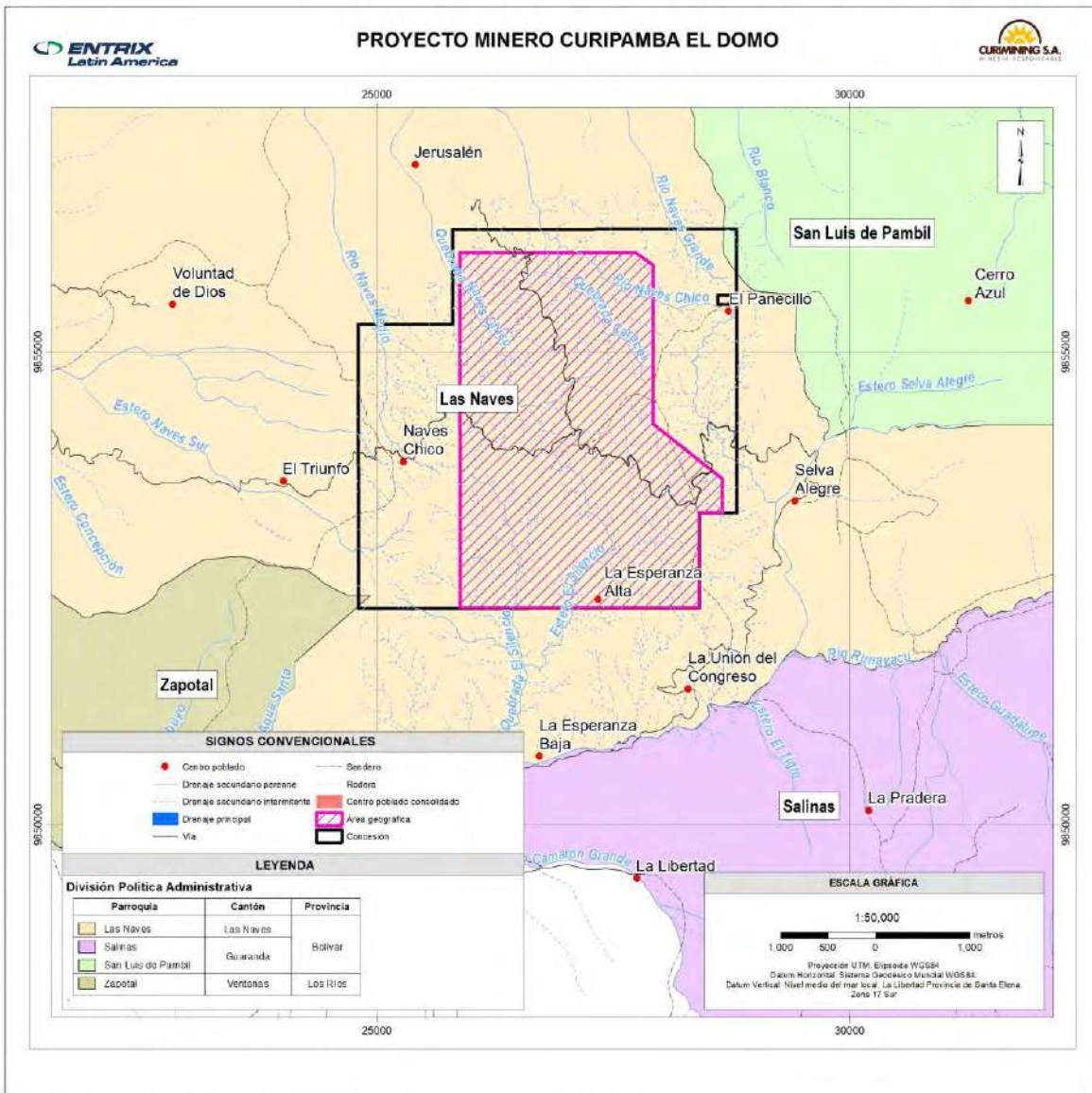


Figura 5-405 Ubicación Político-Administrativa del Proyecto Curipamba El Domo

Fuente: Cardno Entrix, octubre 2021
Elaboración: Entrix, abril 2022

5.4.5 Ubicación Geográfica

Las coordenadas del polígono investigado por Mery (2021) se citan en la siguiente tabla (Anexo B. Cartografía, Mapa 1.1-1 Ubicación):

Tabla 5-341 Coordenadas del Polígono El Domo

Proyecto Minero Curipamba El Domo		
Coordenadas WGS84 Zona 18 Sur		
ID	Este (m)	Norte (m)
Inicio	694991	9852693
	696320	9853958
Fin	694619	9855364
	695242	9855364

Fuente: (Mery I., 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Mientras que la prospección y el monitoreo arqueológico realizado por Toscano (2021) en el sector de Esperanza Alta y Naves Chico se emplaza en las siguientes coordenadas:

Tabla 5-342 Plataformas Prospectadas dentro del Polígono de la Concesión Minera

No.	Plataforma	Sector	Parroquia	Coordenadas (Datum PSAD56)		Coordenadas (Datum WGS84-Zona 17 Sur)	
				Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
1	P.G	Naves Chico	Las Naves	695181	9856176	694979	9855811
2	P.C	Esperanza Alta	Las Naves	696446	9853640	696244	9853275
3	P.Cg	Esperanza Alta	Las Naves	696467	9853633	696265	9853268
4	DH-19-02	Esperanza Alta	Las Naves	695847	9854477	695645	9854112
5	DH-19-07	Esperanza Alta	Las Naves	696201	9853771	695999	9853406
6	DH-19-08	Esperanza Alta	Las Naves	696221	9853909	696019	9853544
7	DH-19-13	Esperanza Alta	Las Naves	695345	9853473	695143	9853108
8	DH-19-12	Esperanza Alta	Las Naves	695336	9853342	695134	9852977
9	DH-19-10	Esperanza Alta	Las Naves	695166	9853186	694964	9852821
10	DH-19-14	Esperanza Alta	Las Naves	695481	9853372	695279	9853007

Fuente: (Toscano, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

5.4.6 Antecedentes Arqueológicos

En la concesión minera Las Naves, en el 2006 el investigador Fernando Tamayo realizó un diagnóstico bibliográfico para el proyecto minero Curipamba, a través del cual describió etnohistóricamente a La Magdalena, Asunción de Santiago, San Lorenzo y San Miguel, áreas que estuvieron conformadas por mitimaes provenientes de los terrenos circundantes a San José de Chimbo. Según Espinoza (1988), estos poblados fueron parte del cacicazgo de Chimbo, postulado que se sumó al de Segundo Moreno, quien sugirió (1983) que los chimbos constituían un señorío étnico conformado por varios cacicazos.

Tamayo (2006) sustentó su investigación con la realizada por Jijón y Caamaño (1927), quien presentó una ocupación Puruhá desde la Sierra hacia la Costa recogiendo la hipótesis de la fase Alauís de Porras (1977).

En el 2007 Tamayo realizó una prospección arqueológica en la concesión minera, identificando tres sitios arqueológicos: El Panecillo (9856142 m N; 0696886 m E), Las Naves (N: 9854580 m N; 0694200 m E) y El Congreso (9849625 m N-0692600 m E). En esta investigación Tamayo relacionó los hallazgos con el señorío étnico de Chimbo descrito por Segundo Moreno.

Posteriormente, Bravo y Vargas (2011) identificaron 30 sitios arqueológicos entre tolas, terrazas y montículos y 19 petroglifos en el área circundante a El Domo.

Tabla 5-343 Petroglifos y Caminos Identificados por Bravo, E., & Vargas, M. (2011)

Punto	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 Zona 17 Sur		Distancia en línea recta al área geográfica (km)
		Este (m)	Norte (m)	
P1	Petroglifo 1	704035	9787859	65,24
P2	Petroglifo 2	703707	9784933	68,11
P3	Petroglifo 3	701539	9860128	6,87
P4	Petroglifo 4	693646	9861556	5,17
P5	Petroglifo 5	692365	9860612	4,47
P6	Petroglifo 6	692373	9860610	4,47
P7	Petroglifo 7	692371	9860620	4,47
P8	Petroglifo 8	692358	9860611	4,47
P9	Petroglifo 9	692400	9860714	4,56
P10	Petroglifo 10	692098	9863402	7,23
P11	Petroglifo 11	689071	9869830	14,26
P12	Petroglifo 12	689071	9869830	14,26
P13	Petroglifo 13	690415	9870896	14,91
P14	Petroglifo 14	683466	9834623	20,78
P15	Petroglifo 15	682761	9834947	20,87
P16	Petroglifo 16	702287	9815453	37,66
P17	Petroglifo 17	703073	9815489	37,76
P18	Petroglifo 18	700898	9818378	34,56
P19	Petroglifo 19	700898	9818378	34,56
C1	Camino antiguo 1	701209	9802722	50,15
C2	Camino antiguo 2	697787	9799690	52,97
C3	Camino antiguo 3	707086	9819981	34,38

Fuente: (Bravo & Vargas, 2011)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Los proyectos realizados por Bravo y Vargas (2011) y Tamayo (2007) fueron prospecciones arqueológicas a través de las cuales no se definió la filiación cultural del material identificado. Sin embargo, se detalló que el material cultural se registró de 0 a 20 cm bajo superficie. La cronología relativa propuesta está basada en el estilo de la cerámica (pasta, diseño y decorados) registrado en estudios anteriores, sugiriendo que existen asentamientos datados para el período de Desarrollo Regional y el período de Integración.

López (2009), en su tesis de licenciatura establece una disyuntiva en cuanto a filiación cultural entre los petroglifos de la Sierra, San Luis de Pambil a la cultura Puruhá, o a la cultura Milagro-Quevedo de la Costa. Los hallazgos de terrazas y tolas pueden ser vinculadas con las culturas de alta montaña tanto como a las de la Costa, por lo que no se presenta suficiente evidencia para generar un marco de filiación del territorio. A esta propuesta se suman los resultados de Mery (2021), quien sugiere que la ocupación del polígono de El Domo está asociada con la cultura Chimbo. En ese contexto, el territorio es considerado como una zona fronteriza entre cacicazgos, es decir que no está definida la asociación del material a un grupo específico.

Posiblemente, las sociedades prehispánicas que habitaron el actual cantón Las Naves contaron con estrategias para controlar pisos ecológicos y aumentar su productividad dando paso a actividades de comercio e intercambio.

Toscano (2014) fue parte de la investigación realizada por Bravo y Vargas (2011) a través de la cual redactó su tesis de licenciatura. El aporte fue la interpretación de petroglifos identificados mediante el uso teórico de la arqueología del paisaje con metodología mixta incorporando métodos de análisis iconográficos semióticos. El objetivo de la investigación fue proponer principios de filiación cultural de los petroglifos para después generar una propuesta de territorialidad de las estribaciones andinas, concluyendo que los petroglifos no permiten establecer de forma determinante filiación cultural o establecer parámetros de territorialidad. El área geográfica en la que se asientan los petroglifos presenta un déficit de investigación arqueológica, lo que se traduce en un déficit de contexto cultural para los petroglifos, universo de la investigación de Bravo y Vargas (2011).

En el sector del Guabito y La Industria, en una inspección ejecutada por Byron Vega, Andrés Henríquez y Cesar Vallejo (2018) se identificaron dos petroglifos que presentan motivos con alguna similitud a los identificados por Bravo y Vargas (2011). El tratamiento en el informe es muy corto, aun así, la intuición de los investigadores relaciona a estos dos petroglifos a la cultura Milagro-Quevedo por características de la territorialidad y por material cerámico observado en superficie cercano al petroglifo 2 de La Industria. La cercanía territorial permite relacionarlos, y los reportes verbales de comunidades sugieren la presencia de más petroglifos que aún no han sido registrados en el área. Cabe indicar que el registro de bienes patrimoniales realizados por Vega, Henríquez, Vallejo, Bravo y Vargas; se encuentra fuera del área geográfica del proyecto minero Curipamba-El Domo.

5.4.7 Objetivos

El objetivo general responde al EIA del proyecto minero Curipamba-El Domo, mientras que los proyectos específicos son citas textuales de las investigaciones citadas en el presente capítulo.

5.4.7.1 *General*

- > Caracterizar arqueológicamente el área geográfica de la concesión minera Las Naves, en función de los resultados de dos investigaciones arqueológicas intrusivas.

5.4.7.2 *Específicos*

Los objetivos que guiaron las investigaciones arqueológicas realizadas en el área geográfica del proyecto minero fueron:

- > Realizar el diagnóstico bibliográfico y la prospección arqueológica sistemática para el polígono del depósito El Domo y vías (OPT A, OPTF y Bypass) de la concesión Las Naves, proyecto minero Curipamba. Provincia de Bolívar-Ecuador (Mery I., 2021).
- > “Realizar un diagnóstico bibliográfico regional y de la zona.
- > Realizar una prospección arqueológica sistemática.
- > Identificar la existencia de zonas de sensibilidad arqueológica en el área de estudio.

- > Delimitar Áreas de Interés Arqueológico (AIA) o sitios arqueológicos en el caso de ser identificados.
- > Analizar material cultural encontrado en el área de estudio.
- > Realizar el informe final con las conclusiones, recomendaciones y posibles planes de mitigación específicos para cada área y sitio acorde a la sensibilidad (Mery I., 2021).
- > “Realizar una investigación arqueológica en el área de construcción de 10 plataformas para identificar lugares de interés arqueológico, acatar prácticas de mitigación del impacto a yacimientos patrimoniales, recuperar material cultural y paleontológico y analizar evidencia material recuperada, con la intención de identificar primeras líneas para realizar relaciones de patrones de asentamiento” (Toscano, 2021).
- > Prospeccionar el área en donde se construirán las plataformas de exploración minera.
- > Identificar la existencia de zonas de sensibilidad arqueológica en el área de construcción de plataformas de exploración minera.
- > Delimitar yacimientos arqueológicos en el caso de ser identificados.
- > Inventariar material cultural encontrado en los sitios arqueológicos.
- > Generar lista de sugerencias para el tratamiento de los sitios identificados en términos de remediación, monitoreo, rescate, excavación o relocalización de las plataformas de exploración minera.
- > Monitorear el levantamiento de suelos durante la construcción de las plataformas de exploración minera.
- > Identificar material cultural o paleontológico durante los procedimientos de remoción de suelos durante la construcción de las plataformas.
- > Excavar y recuperar material cultural de interés arqueológico (...) de los yacimientos identificados dentro del área de construcción de plataformas.
- > Recolectar información y muestras sobre el contexto cultural de material cultural y paleontológico.
- > Realizar un análisis espacial de densidad de material arqueológico en el paisaje (Toscano, 2021).

5.4.8 Hipótesis

Las hipótesis planteadas en las investigaciones arqueológicas realizadas en el área geográfica del proyecto minero fueron:

- > El área para investigar arqueológicamente tuvo asentamientos prehispánicos con modificaciones del paisaje evidenciada a través de adecuaciones en la geoforma natural del paisaje (Mery I., 2021).
- > Los asentamientos humanos prehispánicos en el área del cantón Las Naves mostrarían signos del modelo de “archipiélago vertical” (Toscano, 2021).

5.4.9 Marco Teórico

Las investigaciones realizadas se encuentran dentro de la Arqueología de Contrato o Urgencia que es una práctica de salvamento del patrimonio. Se practica durante la construcción de obras de infraestructura civil que implican remoción de suelos que podrían afectar áreas de interés arqueológico. Previo a la remoción de suelos se debe investigar para evitar la destrucción y la pérdida de bienes patrimoniales.

La relación y el cambio que se produce a lo largo del tiempo en torno al ser humano y al ambiente pueden producir complejas cadenas de causaciones interrelacionadas entre ambos (Crumley, 1994). El propósito de entender estas complejas cadenas se da a través de la Historia Ecológica, ya que permite ver a “[...] la especie humana en sí misma como un mecanismo principal de cambio en el mundo natural, un mecanismo

cuantitativamente tan significativo como la selección natural [...]” (Balée & Erickson, 2006). Por ende, “[...] el entorno está adaptado a los sistemas socioculturales y políticos (necesidades y deseos humanos) [...]” (Balée & Erickson, 2006).

Por otro lado, la Historia Ecológica tiene una premisa histórica no evolucionista y revela procesos dialécticos en el desarrollo de los cambios a través de una interacción entre humano y medio ambiente. Esta relación es principalmente concebida como un diálogo y no como una dicotomía (Balée & Erickson, 2006) (Crumley, 1994). Consecuentemente, esta corriente indaga las relaciones dialécticas que se establecen en los actos humanos como en los hechos de la naturaleza, relaciones que se manifiestan en el ambiente pero que se pueden modificar (Balée & Erickson, 2006; Crumley, 1994, en Mery, 2021).

Así, la extensión geográfica aparentemente estuvo integrada por un diálogo con el medio ambiente y las dinámicas culturales como contactos comerciales, políticos o rituales con poblaciones que ascendían desde los flancos orientales y occidentales y algunas que habitaron a lo largo de la cadena montañosa. Estos contactos crearon y consolidaron una presencia cultural local que se caracterizó y sintetizó por un manejo y desarrollo específico de objetos materiales de uso doméstico, ritual y manifestaciones arquitectónicas, reflejo de sus expresiones socioeconómicas y administrativas.

Por lo tanto, los planteamientos están enfocados hacia la necesidad de recuperar, conocer e incrementar el conocimiento de un área y región que registra poca información e intervenciones arqueológicas realizadas en las últimas décadas. Para establecer las relaciones conceptuales, estas serán enfocadas desde una perspectiva de la Historia Ecológica permitiendo conceptualizar no solo los patrones de vida, sino permitiría establecer algunas aproximaciones o inferencias sobre las manifestaciones culturales como reflejo de su composición cultural y su relación con el medio ambiente. De esta manera, se proyectó una dinámica continua e integral, permitiendo desarrollar y planificar acciones interpretativas y de investigación (Mery I., 2021).

En el caso de la presente investigación se ha de considerar un criterio fundamental para escoger el marco teórico: la frontera. Murra (1975) propone que el control climático para la constitución de los patrones de asentamiento andinos tiene una formación de archipiélagos en el control de microclimas. En este punto, se suma la hipótesis del choque cultural de la autora Meggers expuesto en párrafos previos.

Dado el contexto de frontera se ha de considerar como un elemento interpretativo fundamental el control microclimático característico de sociedades andinas. Esta posición teórica permite asumir el marco de la arqueología en donde la localización de la evidencia generará el marco interpretativo con la intención de demostrar si la organización social del área podría generar líneas para respaldar la posición de las sociedades con el modelo de archipiélago.

En este sentido se ha de hablar de la relación entre las formas de organizar el paisaje para las culturas humanas. Para Criado (1988) existe una relación entre la materialidad atravesada de una racionalización “espacial subyacente” a la cultura, lo cual llama la materialidad de lo incorpóreo dando una *bidimensionalidad* a todos los objetos. Por un lado, su dimensión material, y por otro, su dimensión subyacente incorpórea. Erikson (2008) propone que esta materialidad genera superposición jerarquizando las relaciones espaciales por sobre las temporales. La búsqueda de una jerarquización de la materialidad permite buscar patrones de similitud entre los hallazgos.

Las estribaciones de los Andes diseñan un escenario dentro del imaginario de frontera. El vertiginoso cambio de alturas provoca cambios radicales climáticos entre tierras de altura y tierras bajas. La combinación de clima y atmosfera influyen formaciones vegetativas, hábitats animales y las condiciones de vida en ellos. Además, diferentes alturas proponen diferentes sistemas de abastecimiento, y por lo tanto comunidades emplazadas, afines con estas realidades materiales.

La zona de estribaciones occidentales de los Andes centrales del Ecuador muestra graves carencias investigativas, por lo que se ve desprovista de contexto alguno en términos arqueológicos. Los petroglifos

que en esta área se ubican se vislumbran en un escenario ácrono, falta de atavismos filiales e iconográficos.

La arqueología del paisaje posee un compendio de conocimientos, estrategias, definiciones y posiciones con respecto a la realidad del comportamiento humano, afines a la resolución del problema investigativo presente. Sobre todo, en el marco de la metodología genealógica del paisaje que permite análisis directos sobre el registro arqueológico carente de tiempo y atavismos culturales hasta el momento, generando una incertidumbre por la ausencia de investigación y la naturaleza de un área de frontera.

La arqueología del paisaje se presenta con una propuesta alternativa a las teorías arqueológicas que jerarquizan la dimensión temporal como eje axial para sus constructos; por ejemplo, las tendencias evolucionistas y difusionistas comunes en la arqueología procesual. Junto con la crítica hacia la primicia temporal propone la intensión de interpretar fenómenos muy concretos, como patrones de asentamiento, sistemas de abastecimiento, sistemas de comercio, relaciones comunidad-ambiente, comunidades rurales, etc. (Erickson, 2008).

De forma concreta, al parecer la arqueología de paisaje se presenta más como una proposición metodológica que teórica. La arqueología del paisaje parece no tener un entramado suficientemente completo para sustentar todas sus afirmaciones. Metodológicamente, la arqueología de paisaje constituye una herramienta pragmática que permite afrontar estudios de carácter ambiental, territorial y en general de definición espacial. A continuación, se va a exponer la propuesta teórica de la arqueología del paisaje, para dejar en claro cuál es la dimensión de espacio y por qué se define como arqueología del paisaje.

Al ir entendiendo la perspectiva de esta postura teórico-metodológica es evidente la forma de aproximación “materialista heterodoxa” (Criado Boado, 1993). Esta configuración terminológica abarca un compendio de conceptos y posturas teóricas que responden a dos sentidos principales: el primero, una latente disconformidad con los regímenes interpretativos generalmente aceptados, es decir con lo que se puede llamar arqueología tradicional; y segundo, es lograr separar el criterio científico arqueológico de las posibilidades de estructuras culturales diferentes a nuestro sistema de pensamiento.

La perspectiva materialista heterodoxa de Criado (1993) se divide en cinco principios constitutivos: el primero, materialista de carácter marxista, denomina que la realidad se produce a través del trabajo humano. Segundo, que todo lo real está atravesado por una unidad material fundamental, concluyendo que existe un sistema de interdeterminaciones. Tercero, referente al “Materialismo de lo Incorpóreo” (Criado, 1988): lo real no es cualidad física, sino capacidad de producir efectos reales. Cuarto, la idea es una condición infraestructural básica de lo material. Y quinto, entre los códigos de una misma cultura existen relaciones de compatibilidad estructural, por lo tanto, una estructura va a estar presente en todas las otras. Esta perspectiva es la que permitirá generar líneas de posibles patrones de asentamiento.

En este sentido, se permite que, al establecer las características de emplazamiento de un sitio arqueológico, se propongan los elementos de relación cultura-ecosistema. Así identificar las características generales de la relación cultura-ecosistema permite relacionarlas y buscar coincidencias con las características puntuales de un sitio arqueológico.

Se sabe que el objeto de estudio en la arqueología son comunidades históricas y prehistóricas, y recurrentemente lo que es posible estudiarse de estas sociedades son los bienes materiales que estas dejaron en el mundo terrenal. El sentido en que la arqueología del paisaje propone la cultura material no solo se presenta como bienes materiales, sino también inmateriales. Los objetos (materiales) están cargados de sistemas simbólicos, proponiendo una bidimensionalidad, que además está presente en todos los medios de interacción humana. En consecuencia, el ser humano genera un complejo paisaje de relaciones con el mundo material por medio de todas sus interacciones (Anschuetz K. F., 2001).

Criado (1993) propone al “hecho social” de Durkheim como objeto material, como “cosa”, instando a pensar que las actividades humanas no se generan por acción del instinto de sobrevivencia frente a un ambiente,

sino que son pensamientos en uso voluntario de mecanismos conceptuales, mecanismo por los cuales existe una apropiación de todos los entes materiales e inmateriales con los cuales existe una interacción.

Esta interacción es posible al suponer una estrecha relación estructural entre estrategias de apropiación del espacio, entre pensamiento, organización social, subsistencia y utilización del ambiente (Criado Boado, 1993b). Criado (1993) alude que es importante considerar el punto de partida del investigador, su comunidad, su cosmovisión, su propia apreciación en el tiempo y en el espacio. En términos de perspectiva espacio-temporal Lévi-Strauss argumenta tres posiciones frente a sociedades fuera de la propia:

“...las que son contemporáneas y viven en otro lugar del globo; las que se han manifestado aproximadamente en el mismo espacio, pero la han precedido en el tiempo; aquellas, por último, que han existido a la vez en un tiempo anterior al suyo y en un espacio diferente de aquel donde ella reside (Lévi-Strauss, 1991)”.

Del estructuralismo francés, la arqueología del paisaje también acepta el método sincrónico bajo su propia modalidad de espacio. Es en el funcionalismo de Radcliffe-Brown que se identifica la necesidad de observar a una sociedad de forma estacionaria en el tiempo, es decir bajo una modalidad de tiempo episódica (Harris, 1988). El tiempo episódico nace frente a la incapacidad de la metodología histórica. De esta forma se posiciona a la dimensión espacial en el centro de las discusiones y sociedades en el espacio, no en el tiempo.

La arqueología del paisaje retoma la crítica ampliándola en directriz a la interpretación del registro arqueológico, en donde identifica que la metodología de la arqueología se ha concentrado en el dato arqueográfico. Adicionalmente, la arqueología del paisaje adapta la metodología de “relaciones sincréticas” del estructuralismo francés bajo una modalidad diferente de “interacciones”. La respuesta del mecanismo de interacción en ambos casos es por medio de una estructura, el problema es que cuando se hace referencia a estructura al parecer no utilizan los mismos conceptos.

Para el estructuralismo francés el término de estructura promueve la idea de una estructura subyacente intrínseca a la especie homo sapiens que es de carácter sintáctico-matemático (Lévi-Strauss, 1964; Marzal, 1997), es la capacidad humana de ordenar el mundo circundante en el pensamiento. En el caso de la arqueología del paisaje el término paralelo es “racionalidad estructural”. Esta racionalidad estructural traduce un proceso humano de apropiación del medio circundante a través del pensamiento, que trasciende en una voluntad de hacer visibles a estos procesos sociales (Criado Boado, 1993b).

El paisaje es la conjunción de la construcción “simbólica del espacio” con la construcción “material del espacio”. Llegar a esta definición no fue una carrera en línea recta; el término de paisaje en realidad nace en la ecología histórica (Orejas, 1991) que identifica a un paisaje como humanizado. La ecología histórica en los años 70 recibe ya detracciones por su tendencia a un determinismo ecológico. Problemas puntuales de esta tendencia que estudia al paisaje se basan en análisis cartográficos de patrones de asentamiento y sistemas de abastecimiento y paleoclimas, por citar unos ejemplos.

En la arqueología de paisaje las consideraciones del paisaje trascienden por mucho los análisis cartográficos, pues el espacio físico es un lugar lleno de contenidos. El paradigma de paisaje es sintético y no traduce medio ambiente, “significa un mundo exterior mediatizado por la experiencia subjetiva del hombre (Anschuetz & Wilshusen, 2001)”;

en consecuencia, el paisaje es un mundo de productos culturales, una composición del mundo que vemos. El paisaje son escenarios para actividades comunitarias, medios en los que las sociedades se sustentan en una dinámica donde se impone la cognición del mundo.

Dicha definición no sugiere un paisaje natural sino simbólico, pero esto no quiere decir que todo paisaje esté alterado físicamente por imposiciones culturales. Son las sociedades monumentales (Criado Boado, 1993b) las que han alterado los paisajes y formas muy notorias. Sociedades como las cazadoras recolectoras no modificaron circunstancialmente su paisaje, pero sí se apropiaron de él otorgándole significados. Los paisajes salvajes son aquellos que no fueron apropiados, que en ellos no se inscribió

ninguna significación, pero que sin embargo no necesariamente estuvieron faltos de presencia humana; estos espacios, por ejemplo, son los caminos o zonas de tránsito.

En este sentido, al comprender la presencia de material cultural que permita vincular filiación a una u otra cultura sugiere que existe una apropiación entre esa realidad material a una realidad simbólica. Este simbolismo se traduce a la forma en la que la presencia de material cultural sugiere que existe una apropiación simbólica que permite relacionar a ese material cultural con la territorialidad.

En este sentido, el territorio ocupado por tradiciones distintas regresa a la idea de Murra:

“el control vertical de un máximo de pisos ecológicos” ...era evidente que el control simultáneo de tales “archipiélagos verticales” era un ideal andino compartido por etnias muy distantes geográficamente entre sí, y muy distintas en cuanto a complejidad de su organización económica y política (Murra, 1975).

Considerando que posiblemente las sociedades prehispánicas poseían estrategias para controlar pisos ecológicos para generar una variada productividad y medios de intercambio y expansión territorial, esta presencia sugiere un manejo de territorialidad especial para el área en donde la territorialidad puede tener una filiación no nacionalista, sino mixta. En este punto se considera que el territorio podría mantener algunas líneas de dominio: 1) ser compartido, 2) tener áreas de control con libre tránsito, 3) una localidad independiente pero construida de la influencia y 4) guerras de control de recursos.

En este sentido, la metodología de análisis de materia requiere que se considere identificar íconos distintivos de las posibles filiaciones culturales Puruhá, Milagro-Quevedo y Chimbo, para a su vez relacionarlos con elementos iconográficos presentes en la evidencia recolectada en las plataformas y las tradiciones de las culturas mencionadas.

5.4.10 Definición

Prueba de pala o lampa (PL): Excavación de pequeños pozos de 40 x 40 cm, método de excavación subsuperficial limitada a la capa cultural, con el propósito de determinar la presencia o ausencia de material cultural. Estas pruebas se realizarán cada 50 m. Los resultados de estas pruebas conducirán a determinar la densidad y dispersión de las evidencias culturales en el espacio prospectado.

Cateos: Unidades de excavación de 1 m², que permitirán ampliar la información de una prueba de pala y así determinar la densidad de material cultural y la estratigrafía cultural. Se excavarán aplicando la técnica de decapage.

Perfiles para control estratigráfico: En las paredes expuestas por la erosión o actividades antrópicas se examinarán los estratos culturales y geológicos para definir si existió o no ocupación humana o modificaciones en el paisaje (tolas, montículos, muros de piedra, etc.), de acuerdo con las características que presente el suelo en corte vertical.

Registro fotográfico: Es el respaldo de campo (fotos y video), con el cual se tendrán los medios adecuados de verificación del trabajo efectuado.

Registro gráfico: El registro gráfico será controlado a través de dibujos de planta, perfiles a escala y croquis.

Cartografía: Esta será realizada a base de los planos que facilite la Empresa, y de mapas y cartas topográficas producidas por el IGM. Para la presentación del Informe Final de esta prospección se habrán generado planos en base de la información de lo anteriormente señalado en el sistema WGS 84 Zona 17 Sur.

Recolección de datos en el campo. Esta etapa corresponde a la recuperación de la información y de los materiales culturales, los cuales serán obtenidos desde las pruebas de lampa, cateos y perfiles en formularios arqueológicos establecidos y aprobados para el efecto.

Recuperación de las evidencias culturales: Se mantiene el siguiente proceso en cada equipo de trabajo: el material se clasifica en diagnóstico y no diagnóstico; se lleva la lista de procedencias y se llena una tarjeta de identificación para cada funda de material cultural recuperado.

La prospección arqueológica incluye una etapa de gabinete, durante la cual se codifica, se realiza el inventario, embala y transporta cuidadosamente el material cultural; luego, se analizan las evidencias arqueológicas recuperadas con criterios morfofuncionales para constituirse en un insumo más del informe final.

5.4.11 Metodología Aplicada

La metodología de investigación aplicada para el polígono de El Domo combina dos técnicas mediante las cuales el área ha sido evaluada arqueológicamente de acuerdo con los objetivos que cada investigador ha establecido para su estudio: Toscano (2021) y Mery (2021).

5.4.11.1 Diagnóstico Bibliográfico

El diagnóstico o reconocimiento arqueológico es un trabajo preliminar que consiste en una serie de pasos que permiten tener claro el panorama que marca la pauta para realizar y definir las siguientes fases de investigación: prospección, recate y monitoreo-gabinete (Aguilera M., 2014). Pero, según lo solicitado solo se realizará un diagnóstico bibliográfico en el cual se analizarán y contrastarán las fuentes primarias (ethnohistóricas) y publicaciones bibliográficas en arqueología, ethnohistoria y etnografía a nivel general, regional y de la relacionada directamente con el área de estudio.

5.4.11.2 Prospección Arqueológica

La prospección arqueológica es una de las primeras fases para la investigación arqueológica que permite identificar evidencias de actividades antrópicas tanto en superficies como en suelo y subsuelo. Según Gallardo & Cornejo (1986) se entiende a la prospección como "... la aplicación de un conjunto de técnicas para optimar las probabilidades de descubrimiento de los materiales culturales que caracterizan el registro arqueológico en el ámbito de un espacio geográfico conceptualmente definido" (Gallardo & Cornejo, 1986). En este sentido, la prospección arqueológica es la búsqueda sistemática de evidencias culturales con base en técnicas de identificación y recuperación de material e información de los pueblos del pretérito; esta prospección puede ser de dos tipos: intrusiva, que comprende excavación de unidades de muestreo distribuidas sistemáticamente; y no intrusiva, con recorridos pedestres y registro de evidencias arqueológicas en superficie y modificaciones antrópicas presentes en el área de estudio.

Además, la prospección arqueológica implica adquirir información y tener en cuenta consideraciones, como aspectos ambientales, topográficos y la actividad antrópica para seleccionar las técnicas adecuadas, ya que hay factores que afectan a la probabilidad de encontrar evidencias arqueológicas. Estos factores, según Gallardo y Cornejo (1986), pueden ser de dos tipos. El primer factor es el que no controla directamente el arqueólogo, siendo características del material arqueológico, ambiente, abundancia y agrupamiento, obstrusividad, visibilidad y accesibilidad (ver Schiffer, Sulliman y Klinger op cit.: 2-10). El segundo, es cuando los factores están bajo el control del arqueólogo, es decir técnicas y estrategias de prospección y las decisiones relativas al muestreo probabilístico y no probabilístico (Gallardo & Cornejo, 1986).

Por lo tanto, el trabajo se realiza *in situ*, durante el cual se identificará y registrará la existencia o no de material cultural y de ecofactos. En el momento que se identifique material se definirá polígonos de áreas de interés arqueológicos y se definirá la sensibilidad arqueológica. Por lo tanto, como lo menciona Aguilera (2018), "A partir de las evidencias obtenidas en las unidades de muestreo, se establece la distribución espacial de aquellas, se observan las alteraciones antrópicas y las condiciones topográficas; con esta información, se determinan a priori espacios de ocupación denominados AIA a los que se les asigna un número secuencial de control. Se delimita el AIA mediante polígonos con base en los parámetros indicados..." (Aguilera M., 2018). Por otro lado, al identificarse bienes arqueológicos monumentales o sitios

arqueológicos con su debida justificación, se definirán procesos de mitigación juntamente con funcionarios del INPC Dirección Zonal 5 y un plan de manejo.

5.4.11.2.1 Técnicas

Tomando en cuenta todos estos factores, en el polígono El Domo se prospectó de forma intrusiva y no intrusiva por medio de recorridos pedestres donde se identificarán alteraciones antrópicas en el suelo y en el paisaje, además de registrar cultura material prehispánica.

A continuación, se describe cada una de las técnicas aplicadas:

Prospección No Intrusiva

Este tipo de prospección se la realiza al llegar al sitio, constatando:

- > Topografía del sitio de estudio
- > Vestigios de modificación del terreno (espacio o paisaje), alteraciones antrópicas prehispánicas o recientes.
- > Posibles remanentes culturales en superficie, observación en taludes expuestos, movimientos de suelo causados por agentes biológicos o naturales y antrópicos (caídas de árboles, madrigueras, excavaciones manuales, con maquinaria, etc.) en áreas donde la cobertura vegetal lo permite.
- > Revisión de áreas de escorrentías (drenajes naturales) en busca de remanentes culturales.
- > Definición y registro de la estratigrafía en cortes naturales o antrópicos.

Prospección Intrusiva

La prospección intrusiva consiste en la excavación de unidades de muestreo, tales como pruebas de pala y cateos. Por lo tanto, para la prospección arqueológica se procedió a establecer transectos dentro del polígono del área de estudio, "Depósito del Domo". Los transectos se trazaron cada 50 m y pruebas de pala en damero, en una distancia similar, dependiendo de la topografía (Figura 5-406). Asimismo, para definir la mayor concentración de evidencias culturales se realizará unidades de excavación denominadas cateos, las cuales permitirán ampliar la información y establecer la estratigrafía cultural del sector.

En el siguiente esquema de prospección en damero se hace referencia a la ubicación de pruebas de pala y cateo cada 50 m, de acuerdo con la ubicación de transectos.

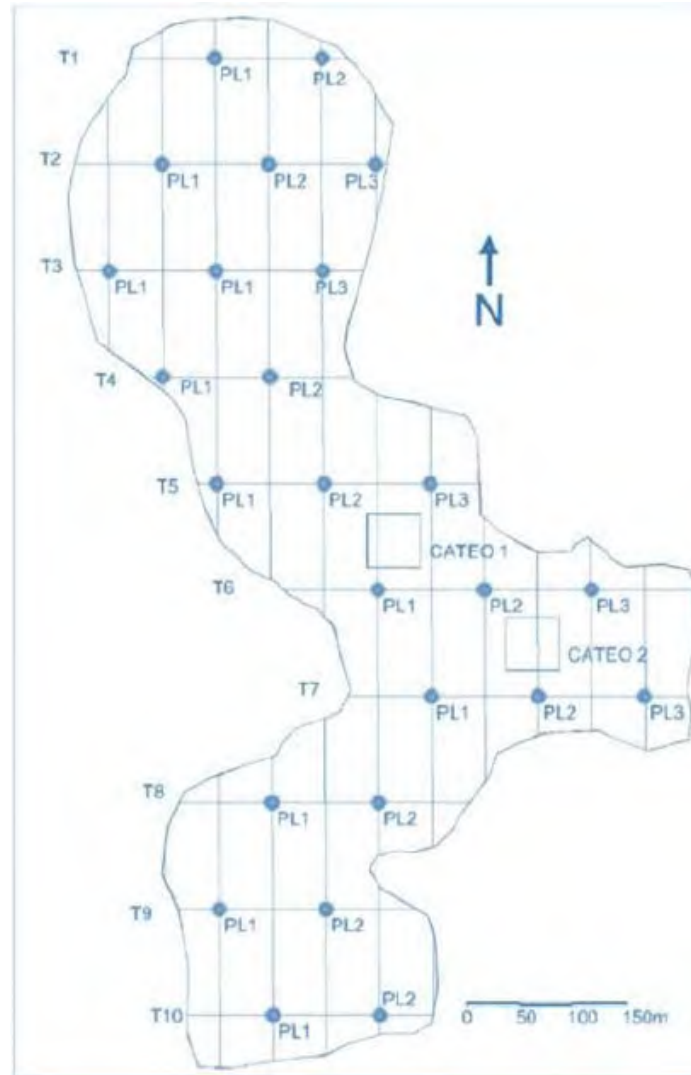


Figura 5-406 Esquema de Prospección en Damero

Fuente: Siguenza, 2021 en (Mery I., 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Densidad de Pruebas de Pala

En el caso de las plataformas se consideraron los siguientes lineamientos para determinar la densidad de pruebas de pala (Toscano, 2021):

- > Tamaño de la plataforma: Como caso particular, todas las plataformas tuvieron una extensión de 5 x 7 m. Sin embargo, existe la posibilidad de realizar plataformas de 5 x 5 m y de 10 x 10 m debido a temas de seguridad personal y manipulación de maquinaria.
- > Pendiente: Las pendientes se dividieron en tres: pendientes leves, de 0 > a 20° de inclinación; pendientes moderadas, de 20 > a 35° de inclinación; pendientes abruptas, de 35 > hasta 50° de inclinación. A las pendientes mayores se realizó una prospección pedestre.
- > Densidad de material cultural en superficie: Al identificar fragmentos cerámicos o lítica en superficie de áreas cercanas o sobre las plataformas, en fragmentos en una densidad mayor de 10 fragmentos

por metro cuadrado, se consideró probabilidad de sensibilidad Alta y se procedía a realizar mayor cantidad de pruebas de pala por plataforma.

- > Características del paisaje y cercanía a áreas con sensibles: Al identificar posibles estructuras o paisajes modificados se establecía como posibles áreas de Alta sensibilidad y se procedía a incrementar la densidad de pruebas de pala.

En base a los lineamientos antes mencionados, se establecieron tres densidades de pruebas de pala: densidad baja (cinco pruebas de pala), densidad media (nueve pruebas de pala) y densidad alta (trece pruebas de pala) (Toscano, 2021) (Anexo A. Documentos Oficiales).



Figura 5-407 Plataforma C, Posición Original previo Relocalización (densidad pruebas de pala Alta)

Fuente: (Toscano, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Cateo

Los cateos se realizaron con una dimensión de 1 m de ancho por 1 m de largo. Se realizaron los cateos con la intención de determinar la naturaleza de los hallazgos que se fueron identificando en prospección.

Hasta el momento se han realizado dos cateos en áreas de sensibilidad. El primer cateo se realizó en el área de plataforma P.lg y el segundo en el área de la plataforma P.Cg. Se realizaron los cateos al identificar Alta sensibilidad por medio de las pruebas de pala.



Figura 5-408 Perfil Norte de Cateo 1 P.Ig y Cateo en Plataforma C, Posición Original Previo Relocalización-Cateo, Rasgo 1

Fuente: (Toscano, 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

5.4.11.3 Monitoreo Arqueológico

En el monitoreo arqueológico se realizó un seguimiento cercano y se dirigió el movimiento de suelos por estratos. En algunas plataformas solo se removieron pocos centímetros para aplanar la superficie y generar una base firme para empotrar las maquinas. En estas plataformas se realizó un registro fotográfico de los perfiles que fueron ensamblados y dibujados a escala con técnicas digitales.

5.4.11.4 Fase de Laboratorio y Gabinete

5.4.11.4.1 Análisis de Cerámica

El análisis cerámico gira en torno a los planteamientos propuestos por el método modal que fue perfeccionado por Lathrap (López, 2001). Este método permite combinar independientemente atributos observados en donde se distingue una serie de modos. De acuerdo con el autor Telmo López (2001), los modos se relacionan a cualquier costumbre o concepto que gobierna la conducta de los artesanos de una comunidad.

Los modos, al ser propiedades nominales pueden ser mutuamente exclusivos, lo que permite evaluarlos independientemente, y se revelan por ser variables que se manifiestan de forma física, como los rasgos distintivos que se agrupan en las siguientes cuatro categorías (Anexo C. Respaldos LB. C.4. Arqueología).

- > Dimensión acabada de superficie: Esta dimensión hace alusión a los aspectos resultantes de la aplicación o ausencia de las técnicas de tratamiento de la superficie. Generalmente sirve para borrar las irregularidades de la vasija durante y después de su manufactura. El proceso puede realizarse inmediatamente después del modelado cuando está parcial o totalmente seca; esta característica determinará la técnica de acabado (Shepard, 1971; Rye, 1981; Domínguez, 1986; Zedeño, 1985).
- > Dimensión forma: Esta dimensión hace referencia al “ordenamiento de los materiales a partir de los aspectos externos del objeto” (Lumbreras, 1982), es decir a partir de la observación de los atributos discretos (forma de la vasija) y métricos (altura, ancho, espesor, etc.), lo que permite definir la silueta vertical y horizontal, contorno, etc., a los que se denominará clases estructurales (Shepard, 1976).
- > Dimensión decoración: La decoración es un procedimiento mediante el cual se aplica al artefacto cerámico elementos de adorno o embellecimiento, que implican expresiones estilísticas y simbólicas

que pueden reflejar rasgos ideológicos de un pueblo. La decoración involucra por regla general dos aspectos: la técnica decorativa y el diseño. La técnica es la manera de realizar la decoración (Regueiro, 1964) pintura, extracción, modelado, entre otras. El diseño comprende la "expresión gráfica o plástica de un conjunto de ideas naturistas, geométricas o simbólicas, que tienen determinada significación cultural para la sociedad que trabajó la cerámica" (Shepard, 1976).

- > Dimensión producción: Proceso de manufactura que consiste en los pasos por los cuales la materia prima, en este caso arcilla, es convertida en un artefacto útil destinado a satisfacer una necesidad. En este proceso es necesario observar dos aspectos importantes: 1) los instrumentos usados y 2) las técnicas o procedimientos empleados en la elaboración del artefacto cerámico.

5.4.11.4.2 Análisis Lítico

El estudio tecomorfológico de los artefactos líticos está basado en el uso de categorías tipológicas prediseñadas para la clasificación morfológica. Estas categorías son de carácter amplio con variables funcionales. Los tipos son divisiones clasificatorias que pueden hacerse dentro de una familia con base a diferencias fundamentales de la forma; las puntas de proyectil, por ejemplo, pueden ser clasificadas sin pedúnculo o con pedúnculo. Las variantes son unidades tipológicas de menor importancia dentro del tipo (Gaxiola, 1988).

Para el presente análisis se tomará en cuenta variantes tipológicas de diversa índole tecnológica. Para empezar, se tratará de determinar si el artefacto presenta borde activo, es decir el uso de los bordes o filos, puntas, superficies y en general el uso que fue dado a los artefactos y que produjeron huellas que ayudan a inferir un uso (Semenov, 1981). Una vez establecido si posee bordes activos, se trata de determinar la morfología del borde activo y ubicación con relación a la corteza o bulbo; además, se calcula el ángulo de este. Esta herramienta permite dilucidar el retoque y el filo original dotándolos de la forma definitiva del útil (Eiroa, 1999).

El análisis efectuado se basó además en otras variables, como las medidas relativas (tamaño del artefacto, longitud, ancho y espesor), presencia de modificaciones en una o más facies de la roca (técnica y tipo de fractura), presencia de la corteza, huellas de uso, presencia/ausencia de astillamiento, retoque, enmangaje, alteración térmica, reutilización y técnica empleada para elaboración del artefacto. Estas tipologías en conjunto permiten dilucidar una categoría formal del artefacto, criterio que toma en cuenta la funcionalidad.

5.4.12 Resultados

5.4.12.1 Diagnóstico Bibliográfico

Existen algunas recopilaciones etnográficas actuales sobre el nombre Las Naves y se deben a dos causas: la primera, que parece la más aceptable, manifiesta que hace muchos años atrás los pobladores de este sector solían tener pequeñas embarcaciones para navegar por las aguas del río Suquibí, el cual aguas abajo se conecta con el río Babahoyo para formar el caudaloso río Guayas, siendo en aquellos tiempos el único medio de transporte para realizar actividades de comercio; la segunda versión se atribuye a que la población está rodeada por tres ríos hoy denominados Naves Grande, Naves Chico y Suquibí.

Asimismo, a través de esta tradición oral de los pobladores actuales, muchos hacen la mención a una historia milenaria en Las Naves dada la evidencia arqueológica que se encuentra en superficie y/o actividades agrícolas. Mientras que en otras áreas de la provincia las investigaciones arqueológicas han dado algunas luces del último pueblo originario que pudo estar asentado en la zona denominada "Los Chimbus", quienes tenían interacciones con otros pueblos (Puruhá, Cañarís, Chonos, Panzaleo, Inca, etc.) (MAGAP-PRAT., 2015).

Los primeros registros que se tienen sobre las poblaciones originarias son de fuentes primarias, estos describen solamente un periodo corto o parcializado de la historia indígena, es decir unos años previos a la conquista española (Borchart de Moreno & Moreno, 1997).

5.4.12.1.1 Puruhá

Los grupos ancestrales de los puruhás estaban distribuidos en las actuales provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. Cieza de León (2005), en su recorrido por el Ecuador, en 1540, menciona que cuando llega a Riobamba se encuentra en pueblo Puruhá, denominándola la “provincia de los puruhás”, este cronista describe a breves rasgos la vestimenta, rituales, su carácter...

“Muchos pueblos hay en esta provincia de los puruhás a una parte y otra, que no trato de ellos por evitar prolijidad. A la parte de Levante de Riobamba están otras poblaciones en la montaña que confina con los nacimientos del río Marañón, y la sierra llamada Tinguragua, alrededor de la cual hay asimismo muchas poblaciones, los cuales unas y otras guardan y tienen las mismas costumbres que estos otros indios, y andan todos ellos vestidos y sus casas son hechas de piedra. Fueron conquistados por los señores Ingas y sus capitanes, y hablan la lengua general del Cuzco, aunque tenían y tienen las suyas particulares. A la parte del poniente está otra sierra nevada, y en ella no hay mucha población, que llaman Urcolazo. Cerca de esta sierra se toma un camino que va a salir a la ciudad de Santiago, que llaman Guayaquil” (Cieza de León, 2005).

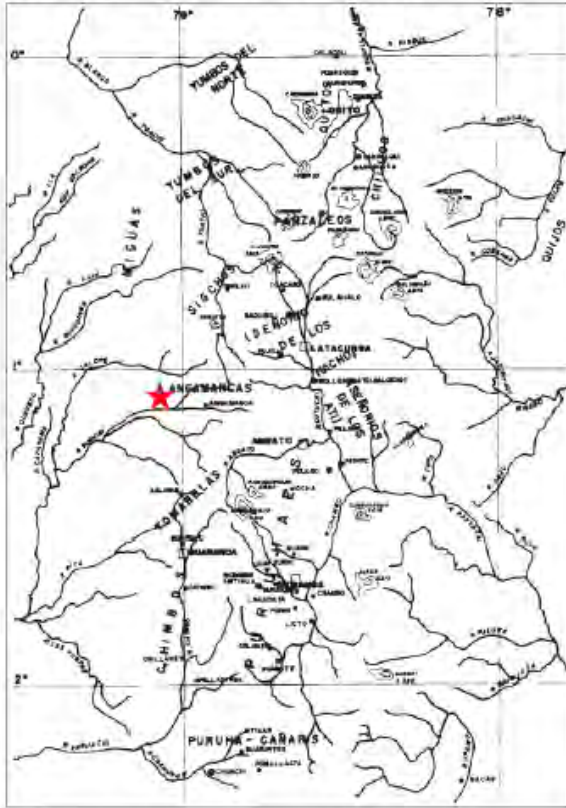
Jacinto Jijón y Caamaño (1927) es uno de los principales autores para la investigación de la cultura Puruhá. El autor define que la presencia de Puruhá es marcada en las provincias de Tungurahua y Chimborazo, en los sitios: Macají, Pucará Loma, el cementerio de Elen-Pata en las cercanías de Guano. Además, Jacinto Jijón y Caamaño (1945) definió en el territorio Puruhá a través de las siguientes fases culturales: Protopanzaleo de la provincia de Chimborazo, Protopanzaleo de la provincia de Tungurahua (500 a. C), Guano y Huavalac (1000 al 1500 a. C). Años más tarde, este postulado se modificó, considerando que las fases culturales desde Protopanzaleo I hasta Huavalac pertenecen a la cultura Puruhá datada para el Periodo de Integración.

De los estudios etnohistóricos del territorio, se toma lo referido por Borchart de Moreno & Moreno (1997) quienes mencionan que que los pueblos ancestrales en épocas tardías vivían y se organizaban políticamente en cacicazgos, es decir en eran sociedades complejas. En la zona de estudio estos autores han podido identificar en las fuentes la relación entre varios cacicazgos. Según Borchart de Moreno & Moreno (1997), los puruhás tuvieron una extensión desde el río Ambato hasta el nudo del Tiocajas y podían comerciar con la zona occidental con coca y sal (Salinas de Tomabela). Por lo tanto, pudieron relacionarse con diversos pueblos como, por ejemplo, al norte con los panzaleos, al sur posiblemente con los cañaris y huancavilcas, al oeste con otros grupos orientales y puruhás y al occidente posiblemente con pueblos costeros como los chonos o huancavilcas (Figura 5-409).

Otra fuente que se puede considerar primaria es la descripción breve que hace Teodoro Wolf (1892) sobre la diversidad de “tribus” y naciones que tiene el Ecuador, las cuales tienen diferentes costumbres o idiomas. En este listado consta la nación Puruhá con más de 30 tribus ubicadas en el alto Ecuador. También hace una mención sobre que podría hacer un mapa etnográfico con todas las nacionalidades que se encuentran en la Sierra, Costa y Oriente a través de un estudio comparativo lingüístico, con el nombre de los relieves topográficos, ya que a la llegada de los españoles estos pueblos ya hablaban la lengua de los incas y su lengua era escasa y registro de ella solo queda en estos lugares.

La conquista de los incas en estas tierras fue estratégica, ya que hubo relaciones de parentesco, sincretismo religioso, sustitución lingüística y ocupaciones de poblaciones de mitmajcunas. Asimismo, hubo la fundación de una ciudad (Antigua Ambato) por parte de los incas para el control administrativo y militar del pueblo Puruhá (Licto, Duchizelan, Paira, Chimbos, etc.; Borchart de Moreno & Moreno, 1997; Cieza de León, 2005; Wolf, 1892).

Croquis VI La región andina central ecuatoriana



Tomado de: Moreno, 1988, pág 2. En (Borchart de Moreno & Moreno, 1997, pág. 67)

Croquis IV La región litoral ecuatoriana



Tomado de: Moreno, 1988, pág 2. En (Borchart de Moreno & Moreno, 1997, pág. 56)

Figura 5-409 Croquis de Distribución de las Nacionalidades Puruhá, Chonos, Panzaleos, entre otros durante los Cacicazgos ante de la Conquista Española*

*Realizado por Moreno (1988)

Fuente: (Mery I., 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

La cultura Milagro-Quevedo se ubica temporalmente entre el 500 d. C. y el 1500 d. C. y geográficamente ocupa entre el pie de los Andes y las colinas de la costa, al norte, Quevedo, y al sur hasta el Perú. La mayor área de influencia se presenta en los afluentes y en los caudales de los ríos Babahoyo y Daule. Estrada (1957) sostiene a partir de datos etnográficos y en el estudio de toponimia Colorado-Cayapa, que los límites norte pudieron haber llegado hasta Atacames, provincia de Esmeraldas. Bajo el topónimo de Chonos, Jorge Marcos (1986) establece que podrían haber sido considerados de la cultura Milagro-Quevedo.

A partir de la posible distribución de los chonos, se puede decir que a la cultura Milagro-Quevedo se la consideraría extendida hacia la costa interior. La extensión norte de las ocupaciones no es del todo clara, pero se puede afirmar que la cultura tuvo dominio evidente en la provincia del Guayas, El Oro, parte de Manabí y Los Ríos hasta el pie de cordillera que puede incluir la zona de estribaciones de cordillera de la provincia de Bolívar.

De los contactos de Milagro-Quevedo con la Sierra, Marcos (Ibid.) dice que existía un alto intercambio entre los cañari y los chonos. Asimismo, Moreno y Borchart (1997) proponen que existían poblados puruhá

y cañari compartiendo territorio con chonos, y afirman que existía un intensivo intercambio comercial desde las salinas de Bolívar de dominio puruhá hacia la Costa con territorio Milagro-Quevedo.

Al otro lado de la frontera se tiene a la cultura de alta montaña, los puruhás. Desde Jacinto Jijón y Caamaño (1927) define que la presencia de Puruhá es marcada en las provincias de Tungurahua y Chimborazo, identificada como Protopanzaleo. Meggers, sobre la extensión territorial de una fase cultural, establece que la sociedad puruhá y la sociedad chimbo, etnohistóricamente denominadas así, sean parte de una misma cultura prehispánica.

La presencia de los puruhás en las estribaciones occidentales es recogida por Meggers, y establece que existen similitudes entre las denominadas fase Puruhá y fase Milagro.

The pottery, although incorporating numerous highland features, bears a striking resemblance to that of the Milagro Phase at the foot of the mountains to the west. Combed decoration on jar necks and bowl interiors is identical in technique and motif in the two phases. Negative painting in dots and stripes on a plain or red slipped surface, and incised patterns on an unpolished surface area also common in both areas. (Meggers, 1966).

Sobre la fuente establecida por Meggers (1966), se ha de generar una posible hipótesis de que en la zona de frontera existió un choque cultural que esboza un panorama poco claro. Para el caso de estudio se planteará la posibilidad que el choque involucre las tradiciones asociadas a Puruhá y Chimbo en la Sierra y Milagro-Quevedo en la Costa.

5.4.12.1.2 Chonos

La nacionalidad Chono o denominada Daule (textos tardíos) fue descrita durante los siglos XV al XVII, en diferentes fuentes primarias; asimismo, eran confundidos con la nacionalidad Huancavilca, pero en realidad eran dos nacionalidades vecinas durante el periodo de Integración y la colonia. Después, para el siglo XVIII, esta nacionalidad Chono se pierde en la historia.

En épocas tardías (periodo de Integración) en la cuenca del Guayas estuvo el señorío étnico de los chonos, cuyos grupos humanos estaban situados al pie de los principales ríos de la cuenca, práctica que se convertiría en un patrón de poblamiento a la llegada de los españoles: “El área geográfica de los chonos, llamados Daulis o Daules por los españoles, [...] conformaba todo lo que hoy constituye los cantones, parroquias y lugares de El Balzar, Quevedo, Mocache, Palenque, Colimes, Vinces, Guare, Las Ramas, Baba, Pimocha, Babahoyo, Daule, Victoria, Chilintomo, Juján, Sambor, Lorenzo Garaicoa, Yaguachi, Chobo, Milagro, Buca, Naranjito, San Andrés, Taura, Cone, Jelí, Churute, Jesús María, El Naranjal, Balao y Tenguel, más La Soledad, Chonanas y Colimes al oeste del río Daule y norte de Guayaquil. Pero parece que también comprendía los cantones y parroquias de Olmedo, Ayacucho, Junín, Bolívar, Canuto y Chone, situados al sur de la provincia de Manabí, en los límites con la de Guayaquil (Espinoza, 1999).

Los chonos ocupaban la cuenca del Guayas. Eran navegantes de balsas al igual que sus vecinos los huancavilcas, mercaderes y constructores de tolas que les servían de plataforma para sus viviendas y casas comunales. Para regular las inundaciones de los terrenos agrícolas usaban camellones. Al parecer, su centro cacical era Daule, y la zona habitada por los chonos coincide con la fase arqueológica Milagro-Quevedo (Borchart de Moreno & Moreno, 1997; Espinoza, 1999).

5.4.12.1.3 Chimbus

Como lo explica Idrovo (1994), la provincia de Bolívar tiene incógnitas históricas, ya que hay pocos datos y en su mayoría sobre la ocupación inca y algunas menciones del pueblo Chimbo, que habría ocupado el espacio occidental de Chimborazo, Guaranda y las estribaciones occidentales de la cordillera hasta llegar al Subtrópico. Después de estas menciones las investigaciones han sido ínfimas para develar la ocupación inicial y su proceso de desarrollo sociocultural en la zona.

Desde la perspectiva de Idrovo (1994), el trabajo de Jacinto Jijón y Caamaño (1927) denominado Puruhá, hace mención indirecta a estos pobladores de la provincia de Bolívar como puruhás. También se puede observar que la cerámica que presentó como estilo Inca-Puruhá tiene rasgos posiblemente chimbos (canutos). Otro texto que hace una mención parecida sobre el estilo de vida de los pobladores de la provincia de Bolívar es el de Haro (1977), quien menciona de forma colateral a estos pobladores en su libro "Puruhá, la Nación Guerrera".

Cieza de León (2005) señala en su viaje que "esta provincia que ha por nombre Chumbo (Chimbo) "[...] Hay en la comarca de estos pueblos aposentos principales como en los pasados, y sirvieron y obedecieron a los Ingas señores suyos, y hablaban la lengua general que se mandó por ellos que se usase en todas partes. Y a tiempos usan de congregaciones, para hallarse en ellas los más principales adonde tratan lo que conviene al beneficio, así de sus patrias como de ellos" (Cieza de León, 2005).

De igual manera, Espinosa hace una pequeña mención a la forma de vestimenta y actividad del pueblo chimbo donde menciona lo siguiente: "1115- Los Indios de esta tierra traen el aquello como cerquillo a modo de italianos, visten camisetas de lana con abertura por detrás y por delante; el traje turquesco, sin mangas, son de muchas maneras, ellos están de ordinario en cloquillas hilando lana con sus ruecas, que me causó admiración, quando los vide [...]" (Pérez, 1982). Cieza de León (2005) dice "[...] traen ligadura en la cabeza y algunos o todos los más tienen los cabellos muy largos y se los estrechan bien menudamente; las mujeres hacen lo mismo", igual que lo puruhás" (Idrovo, 1994). Según menciones de Paz Maldonado (1992), Jijón y Caamaño (1951), Haro (1977) e Idrovo (1994), la lengua que se hablaba en la provincia era el puruhá como idioma propio de los Chimbos, la cual fue remplazada por el quechua en la conquista Inca y después por el español debido a la conquista española.

Parte de la economía Chimbo que mencionan Pérez (1982) e Idrovo (1994), es la variada composición de pisos climáticos que tiene la provincia, por lo que este pueblo podía obtener diversos recursos como ganaderos, agricultura, minería, la sal y el intercambio interregional. Asimismo, Idrovo (1994) dice que "[...] deben sumarse actividades secundarias, como la producción textil y alfarera, dentro de un CIRCUITO DE CONSUMO INTER-AYLLUS E INTER-LLACTAS; un ejemplo de esta actividad puede ser la evidencia de cerámica de estilo chimbo consumida hasta el Subtrópico, a pesar de que tenga variantes de estilo [...]" (Idrovo, 1994). El investigador hace énfasis en el intercambio entre los pueblos de la Costa y la Sierra y que dentro de este sistema de comercio estuvieron muy involucrados los chimbos.

Por otro lado, la RED DE CAMINOS que se encontraba en uso antes de las conquistas (Inca y española) fueron artífices de las relaciones entre los diversos pueblos que habitan las regiones que se interconectaban, ya que las conexiones eran en sentido N-S y E-W. Algunos ejemplos de estos caminos eran la cordillera del Camino Real, San Miguel, Simiatug, Guanujo o Balsapamba, alguna de ellas hasta el día de hoy guardan evidencia de estructura de tambos o lugares de control territorial preincas, siendo después utilizadas y adecuadas por los incas y los españoles (Idrovo, 1994).

En la parte etnohistórica, uno de los primeros en hacer un estudio de los chimbos es Aquiles Pérez (1982), quien realizó un estudio desde la parte etnolingüística sobre el pasado de la provincia de Bolívar. También se centró en estudiar "[...] el tránsito de las sociedades chimbo sujetas al poder incaico hacia la colonia en los siglos XVI, XVII y XVIII" (Idrovo, 1994).

Pérez (1982) realizó una recopilación de las menciones que se hacen sobre el pueblo chimbo donde Antonio Vásquez de Espinosa, que visitó las colonias de la zona entre 1612 y 1614 menciona que este pueblo está hacia el poniente a siete leguas de Riobamba, y que aquí hay un poblado de españoles pequeño y desde ahí parten hacia el río Guayaquil para traer mercancías que venían desde España. Cieza de León (2005) menciona que "De esta provincia de Chumbo van hasta catorce leguas, todo camino áspero, y a partes dificultoso, hasta llegar a un río, en el cual hay siempre naturales de la comarca, que tienen balsas en que llevan a los caminantes por aquel río, a salir al paso que dicen de Guaynacapa [...]" (Cieza de León, 2005).

Así, la vía Chimbo-Babahoyo era una zona de tránsito de mercancías; las recuas de mulas tenían que pasar por una zona montañosa en donde siempre llovía. Por otro lado, se hace mención de que la zona de Chimbo y Alausí son áreas de utilidad para los naturales, ya que pueden conducir efectos a las provincias de Riobamba y Tacunga, a las bodegas de Babahoyo donde se encontraban las Aduana Reales y así volver por la provincia del Perú. Este trayecto solo se utilizaba en verano, ya que los ríos crecían y el clima no permitía el viaje por estas zonas.

Ya para la época de la colonia hace referencia a cómo los pobladores ancestrales de la zona eran explotados a través del pago de impuestos, la mita, obrajes y recursos. Dentro del corregimiento de Chimbo los pueblos que pudieron ser parte entre ellos son los Tomebelas, Guanujo, Guaranda, San Lorenzo, Asancoto, Chapacoto y San Miguel, de los cuales Pérez (1982) hace este estudio etnolingüístico tratando de entender su distribución y origen. Por otro lado, Idrovo (1994) menciona que el padre Juan de Velazco (1799) registraría entre diez a doce tribus, pero solo menciona a los Azacotos, Chapacotos, Chimas, Guanujos y Guarandas; Cabello de Balboa (1945) menciona solo a Chimbos y Tomabelas. Espinosa (SXVII-SXVIII) menciona que hay más de 40 ayllus o parcialidades (información de archivo).

Finalmente, León Velasco (1959) en su obra *Tribuna bolivariense* hace una recopilación de los cacicatos o curacazgos de la provincia que son reconocidos en cada uno de ellos. Según Idrovo (1994), algunos topónimos pueden estar emparentando tanto con poblaciones panzaleos, puruhá o cañarí; menciona también que hay que tomar en cuenta a las migraciones mitmacunas que aportaron con los nominativos.

Tabla 5-344 Curacazgo o Cacicatos Reconocidos por León de Velasco (1955)

Curacazgo de Los Chimbus	Llacán o Llaicán, Tusso, Alcajachi, Lambasa, Pagatón, Guangoto o Yanguto y Guayacondo.
Curacazgo de Chimas	Quingullo o Quinguso, Tumbucu o Tum-Bug, Yambués, Liandocán, o Ilándocán, Tangabana, Oasán o Lasán, Jano/Guano o Sano, Pulugangue, Holanguer y Undoligua.
Curacazgo de Los Guarangas	Chitahua, Guandul, Gargua, Cuasgual, Alacu-huela, Oshoso, Juibine, Illahalo, Guambo, Cusimuncho, Guamgoliquí, Chungulo, Mordongueta, Silagoto y Salaleo.
Curacazgo de Guanujo	Salashi, Choyoyocoto, Oigcoto, Chuiungoto, Halo-Amba, Guayanes, Palomalín, Sinchi, Guantocoto y Puricocha
Curacazgo de Simiatuc	Piñatuc, Chiquí, Silagoto, Puñahui, Cutahua, Finambi, Dishambi, Tunan, Chiqui-Shungu, Pushuc-Yuyu, Pambabuela, Ilapo/Hapoo Axu.
Curacazgo de Asacoto	Guamarica, Yacoto, Cumbibamba, Achupallas, Susanga, Tumbiguán, Guambo, Guayllas, Allanca, Guamachuco, Causi o Cauci y Schura
Curacazgo de Los Chapacotos	Latzi, Mususán, Tiumbil y Buica o Uicsen
Curacazgos de Chillán o Chi-An	Boliván, Sicoto, Alagoto, Huacalgoto, Tuguindala, Changuil, Undishi, Pacay, Pacán, Tiquibuzo, Bucay Babahoyo
Curacazgo de Pallatanga	Pallatanga, Pongor y Colli

Fuente: León Velasco, 1959 (Mery I., 2021)
Elaboración: Cardo Entrix, octubre 2021

Así también, a través de esta descripción se puede apreciar las áreas o líneas de asentamientos de los curacazgos en torno al río Salinas-Chimbo con preferencias N-S y otras constantes siguiendo los ríos en dirección E-W y sus afluentes que van hacia la Costa, por ejemplo, el Sibimbe, El Telimbela o El Cristal. Estos datos ayudarían a comprender mejor las rutas de comercio y distribución espacial del territorio chimbo (Idrovo, 1994).

5.4.12.1.4 Milagro-Quevedo

La cultura Milagro-Quevedo se ubica temporalmente entre el 500 d. C. y el 1500 d. C., y geográficamente ocupa entre el pie de los Andes y las colinas de la Costa, al norte de Quevedo y al sur hasta el Perú. La

mayor área de influencia se presenta en los afluentes y en los caudales de los ríos Babahoyo y Daule. Estrada (1957) sostiene a partir de datos etnográficos y en el estudio de toponimia Colorado-Cayapa que los límites norte pudieron haber llegado hasta Atacames, provincia de Esmeraldas (Holm, 1983).

Estrada (1957) y Holm (1983) presentan una compilación de crónicas de Cabello Balboa (1581, en Estrada, 1957) en las que se denomina a los pobladores norte de la cultura que arqueológicamente se llama Milagro-Quevedo con el nombre de Cayapas y Colorados. Estrada interpreta la posibilidad de un vínculo entre los cayapas y los colorados, sugiriendo la posibilidad de que los actuales tsachilas (indígenas que ocupan actualmente el territorio de la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas) tendrían vínculos por descendencia con la cultura Milagro-Quevedo. La delimitación del área por Estrada asociada a Milagro-Quevedo se deriva de estudios de toponimia Cayapa-Colorado. Si la interpretación de Estrada es correcta, se asienta un precedente que indica que Milagro-Quevedo tenía tradición ocupacional de estribaciones andinas. De tal manera, Holm (1983) extiende los límites hacia el occidente con la cultura Manteño-Huancavilca, en la línea de Chongon-Colonche, al norte con Tolita y al sur con Perú.

Existen algunas denominaciones de gentilicios que pueden asociarse a Milagro-Quevedo, como los nombres de Chonosy Daules. Marcos (1986) sitúa a los Chonos bordeando el golfo y río arriba por el Guayas, asentados en la actual ciudad de Guayaquil, a la vez desplegados hasta la provincia de El Oro incluyendo la isla Jambelí.

A partir de la posible distribución de los chonos, se puede decir que a la cultura Milagro-Quevedo se la consideraría extendida hacia la costa interior. La extensión norte de las ocupaciones no es del todo clara, pero se puede afirmar que la cultura tuvo dominio evidente en la provincia del Guayas, El Oro, parte de Manabí y Los Ríos hasta el pie de cordillera, que puede incluir la zona de estribaciones de cordillera de la provincia de Bolívar.

De los contactos de Milagro-Quevedo con la Sierra, Marcos (Ibid.) dice que existía un alto intercambio entre los cañari y los chonos. Asimismo, Moreno y Borchart proponen que existían poblados puruhás y cañaris compartiendo territorio con chonos, y afirman que existía un intensivo intercambio comercial desde las salinas de Bolívar de dominio Puruhá hacia la costa con territorio Milagro-Quevedo.

Los elementos en la arqueología más comunes para la cultura Milagro-Quevedo son en su mayoría arquitectónicos, como tolas rectangulares y circulares (ocasionalmente en forma de “dona”), plataformas y camellones, entre otras obras de ingeniería hidráulica. Las obras de ingeniería, según Marcos (1986), fueron levantadas por mano de obra semiesclavizada.

En términos religiosos, la cultura Milagro-Quevedo enterraba a sus muertos con ajuar funerario en montículos. La iconografía en cerámica se caracteriza por motivos en negativo y en incisos o en apliques (Estrada, 1957). Las formas iconográficas en cerámica y lítica típicas son serpientes, sapos, jaguares, pájaros y las cocinas de brujo asociadas a rituales de fertilidad (Ibid.).

Tanto en la investigación de petroglifos como en la presente el motivo denominado ‘el búho’ ha tomado una importancia relevante para la asociación y para establecer relaciones cronológicas. El motivo del búho, lechuga o guacamayo resulta uno de los más comunes en la iconografía Milagro-Quevedo y se la encuentra en sitios como: Ayalán, Peñón del Río, Las Palmas, Los Monos y Yumes. En ciertas ocasiones a este motivo se lo ha denominado como corazón. López E. (2009), en su tesis identifica el motivo del búho a uno de sus petroglifos.

5.4.12.1.5 Arqueología de Bolívar

En los procesos investigativos arqueológicos en la provincia de Bolívar durante algunas décadas, especialmente a partir de los 2000, todos los arqueólogos que han trabajado la zona (Aguilera M., 2013) (Bravo & Vargas, 2011) (Camino, 2007) (Camino & Mejía, 2004) (Castro, 2015) (Domínguez, 2014) (Domínguez & López, 2012) (García, 2012) (Moreira, 2016) (Tamayo F., 2006) (Tamayo F., 2007) (Tamayo

F., 2013b) (Tamayo F., 2013c) (Tamayo F., 2013d) (Tamayo F., 2013e) (Vargas M., 2010) (Villalba, 2014) mencionan que los pioneros en la investigación fueron:

Jacinto Jijón y Caamaño, en 1923-1924 realizó una investigación del sitio Elen-Pata denominado la fase Huavalac cerca de Riobamba (vía Elén-Pata-Pinepe), donde identificó un corpus cerámico variado, entre los que había vasos, ollas trípodes con forma de hoja de agave, cántaros antropomorfos, platos con mangos, entre otros. Los espacios funerarios de esta época tienen un ajuar que está conformado por varios elementos muy bien elaborados, como brazaletes y tupos (Aguilera M., 2013; Camino, 2007; Castro, 2015). Asimismo, identificó que estos elementos pertenecen al estilo cerámico puruhá y puruhá-incaico (Figura 5-410), los cuales se distribuirían entre las provincias de Bolívar y Chimborazo.

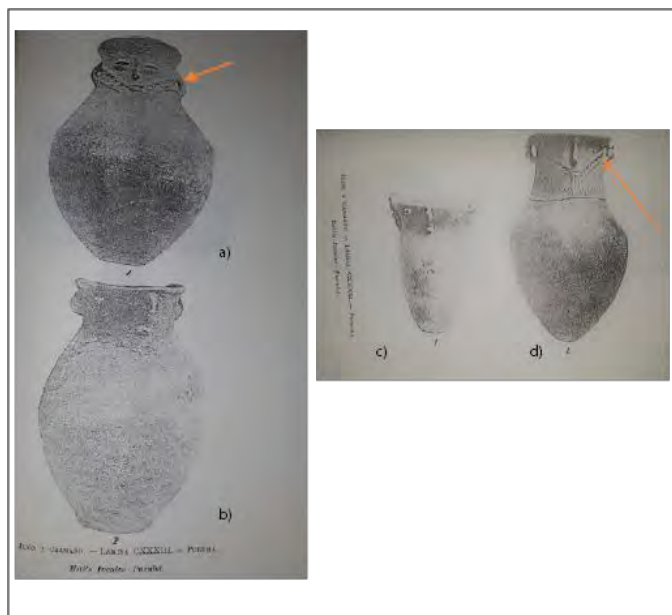


Figura 5-410 Cántaros*

*a) Guano, Estilo Puruhá-Incaico b) Tumba de Tunal de Ela sitio Elén-Pata. Estilo Puruhá-Incaico; c) Tumba de Tunal de Ela sitio Elén-Pata/Estilo Puruhá-Incaico y d) Quebrada de San Sebastián Sitio Elén Pata. Estilo Puruhá-Incaico (Jijón y Caamaño J., 1927)

Fuente: (Jijón y Caamaño J., 1927, en Mery I., 2021)
Elaboración: Cardo Entrix, octubre 2021

Porras, en 1974 hace investigaciones en Guano y establece la fase Alausí, la cual está presente en toda la provincia de Chimborazo con influencia en las provincias circundantes Bolívar, Tungurahua, Guayas y Morona Santiago. Porras infiere que esta fase tiene semejanzas con Machalilla, Cerro Narrío y Tayos (Castro, 2015; Aguilera M., 2013; Camino, 2007; Domínguez, 2016; Tamayo F., 2006).

Jorge Arellano (1989, 1992, 1994, 1997) realizó trabajos arduos en diferentes áreas de la provincia de Bolívar. Entre ellos hizo el estudio sobre el patrón de dispersión de los pueblos paleoindios a través de una prospección regional y que aportó interesantes resultados en cuanto al patrón poblacional y sus incidencias con relación a la época de la última Glaciación (Castro, 2015; Aguilera M., 2013; Camino, 2007; Domínguez, 2016; Tamayo F., 2006). Dentro de este gran proyecto, el investigador clasificó 44 sitios de acuerdo con su función (abrigo, entierros, basurales, terrazas, pucaras, camellones, etc.) (Figura 5-411) dentro de la cuenca del río Chimbo durante las temporadas de campo entre 1989 y 1990.

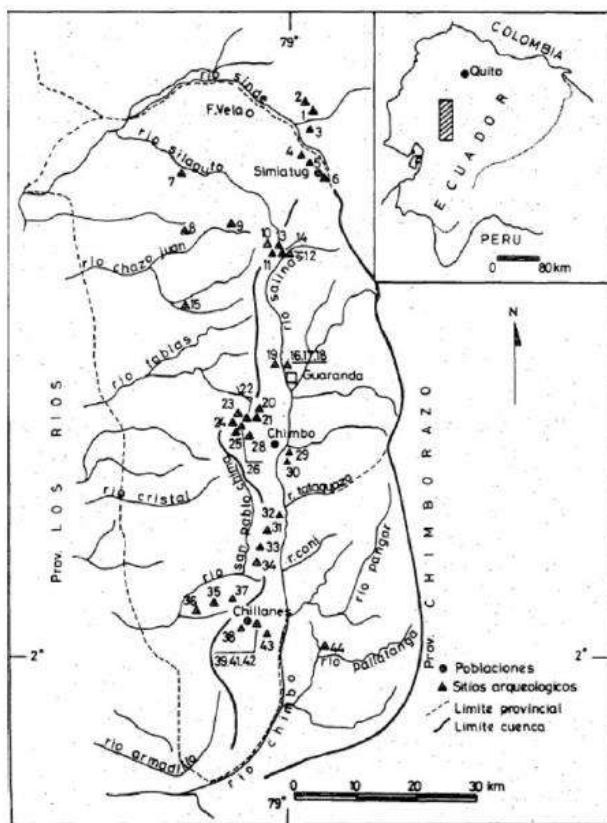


Figura 5-411 Sitios Arqueológicos de la Provincia de Bolívar¹

Fuente: (Arellano, 1992)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Esta prospección el reconocimiento de los sitios fue por vía pedestre y el material se obtuvo a manera de recolección superficial mediante un muestreo extensivo no selectivo; en consecuencia, la mayor cantidad de fragmentos provienen de estos sitios (Mono Loma, Tomabela, Pachingua y Atiáchua). La evidencia se presentó de esta manera porque las áreas estuvieron afectadas por la actividad agrícola, saqueos de tumbas o actividades antrópicas de los pobladores de la región (Arellano, 1992).

Así, el análisis realizado con carácter tipológico, donde proporciona una correlación con los estudios etnohistóricos que agrupan a la serie de parcialidades o ayllus de la región en la denominada etnia chimbo, el material cerámico dio la facilidad para identificarlo dentro de fase la tardía del periodo de Integración distribuido al margen occidental de la cuenca del río Chimbo (Tabla 5-345).

Cabe mencionar que el investigador hace una diferencia entre el material de la cordillera occidental con la oriental de la cuenca: “La diferencia tipológica con algunos sitios que se sitúan en el margen oriental de la cuenca se debe principalmente al difícil acceso de una manera directa por el valle del río Chimbo que desde la confluencia con el río Tataguaso forma un profundo y estrecho valle dando lugar a una barrera

¹ Asentamiento con evidencias arqueológicas: (1) Churu Pucará, (2) Pucará, (3) Cutagua, (4) Salaleo, (5) Huanguliquin, (6) Potrerros, (7) Mono Loma, (8) La Palma, (9) Lanza Urcu, (10) Abrigo, (11) Quebrada Tiahua, (12) Adobe, (13) Cebadas Tiahua, (14) Salinas, (15) Guarumal, (16, 17, 18) Marco Pamba, Tomabela, Joyocoto, (19) Huaigraispa, (20) Tillipungu, (21) Tanizagua Chico, (22) Pachingua, (23) La Cofradía, (24) Achachi grande, (25) Cochabamba, (26,27) Hu ay co, Magdalena, (28) Pacatón, (29) Chaquestancia, (30) Arrayán, (31) El Tingo, (32) Lotan, (33) Ovejería, (34) Inga Corral, (35) San Francisco, (36) Margarita, (37) Tigre Urcu, (38) San José, (39,40,41,42) Zumbe, Atiachua, San Pedro de Guayabal, San Juan Pamba, (43) Pacay, (44) Pallatanga.

natural. Además, porque sitios como San Carlos de Pallatanga tienen directa relación con la cuenca de Riobamba donde predomina la cultura Puruhá” (Arellano, 1992).

Dentro de las investigaciones del material cerámico encontrado existe una cerámica de idéntica fractura en acabado, decoración y formas mayormente globulares de borde evertidos y labios directos (Chimbo-Tomabela). Por lo tanto, Arellano (1992) definió tres tradiciones, las cuales se clasifican de la siguiente manera (Tabla 5-345 y Tabla 5-346):

Tabla 5-345 Cerámica Chimbo

Tradicición	Nombre	Ubicación	Características Cerámicas
Tradicición 1	Chimbo-Tomabela	De norte a sur en la cuenca del Chimbo, con una variante derivada en la zona subtropical franja norte con dirección a la costa, donde sobresalen los sitios de Mono Loma, La Palma y Guaruma.	<p>Tres clases morfofuncionales:</p> <p>1) Vasijas Subclase A (figuras 5 y 6), vasijas ovoidales de gran tamaño (cántaros). La decoración se la realizó como conjunto de impresiones circulares en base a canutos (bambú andino: <i>Chusquea</i> sp.), siguiendo generalmente un patrón geométrico, aspecto que define la cultura. Ocasionalmente está complementada con aplicaciones de ojos del tipo "grano de café" o por el contrario con aplicaciones nasales, adquiriendo la vasija un estilo antropomorfo.</p> <p>Subclase B (figuras 5, 8 y 9), son vasijas globulares del tipo "ollas" de bordes evertidos. Eventualmente contienen asas o decoraciones similares a las anteriores o líneas incisas cerca de los bordes.</p> <p>2) Vasijas globulares trípodes (figura 5) Del tipo "ollas" de bordes evertidos de base convexa con soportes (pies) sólidos, cónicos, cilíndricos o del estilo "hoja de cabuya".</p> <p>3) Cuencos Piezas de estructura irrestricta, que pueden subdividirse en simples y compuestas (figura 7). La variante de la región subtropical noreste, Mono Loma, La Palma, Lanza Urcu y Guarumal comprende por el momento dos clases de vasijas no decoradas. El acabado de la superficie puede ser pulida o alisada.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vasijas cerradas de bordes revertidos y cuerpo elipsoidal con base plana ▪ Cuencos de bordes directos con labios en bisel y base convexa. Los fragmentos decorados tienen las características de la Sierra (impresiones circulares y en líneas paralelas incisas).
Tradicición 2	Zona Tropical	Zona subtropical sur con los sitios de Margarita y San Francisco, que al parecer se asocian con tradiciones cerámicas de la Costa.	Tipo de decorado constituido por vasijas elipsoidales en posición horizontal, de bordes convergentes, Acabado exterior con engobe marrón rojizo (10R 4/6) decorado con bandas horizontales de color rojo (5R 4/6). Interiormente, el acabado es pulido con engobe y con bandas decorativas en el borde (figura 11).
Tradicición 3	Pallatang	Ubicada en el sitio de San Carlos en Pallatanga, sureste de la cuenca.	Su pasta está compuesta por un antiplástico de granos de arena muy gruesos y las formas usualmente globulares sin decoración presentan bordes ligeramente evertidos. Idéntica calidad de cerámica se tiene en el área sur de la provincia de Chimborazo.

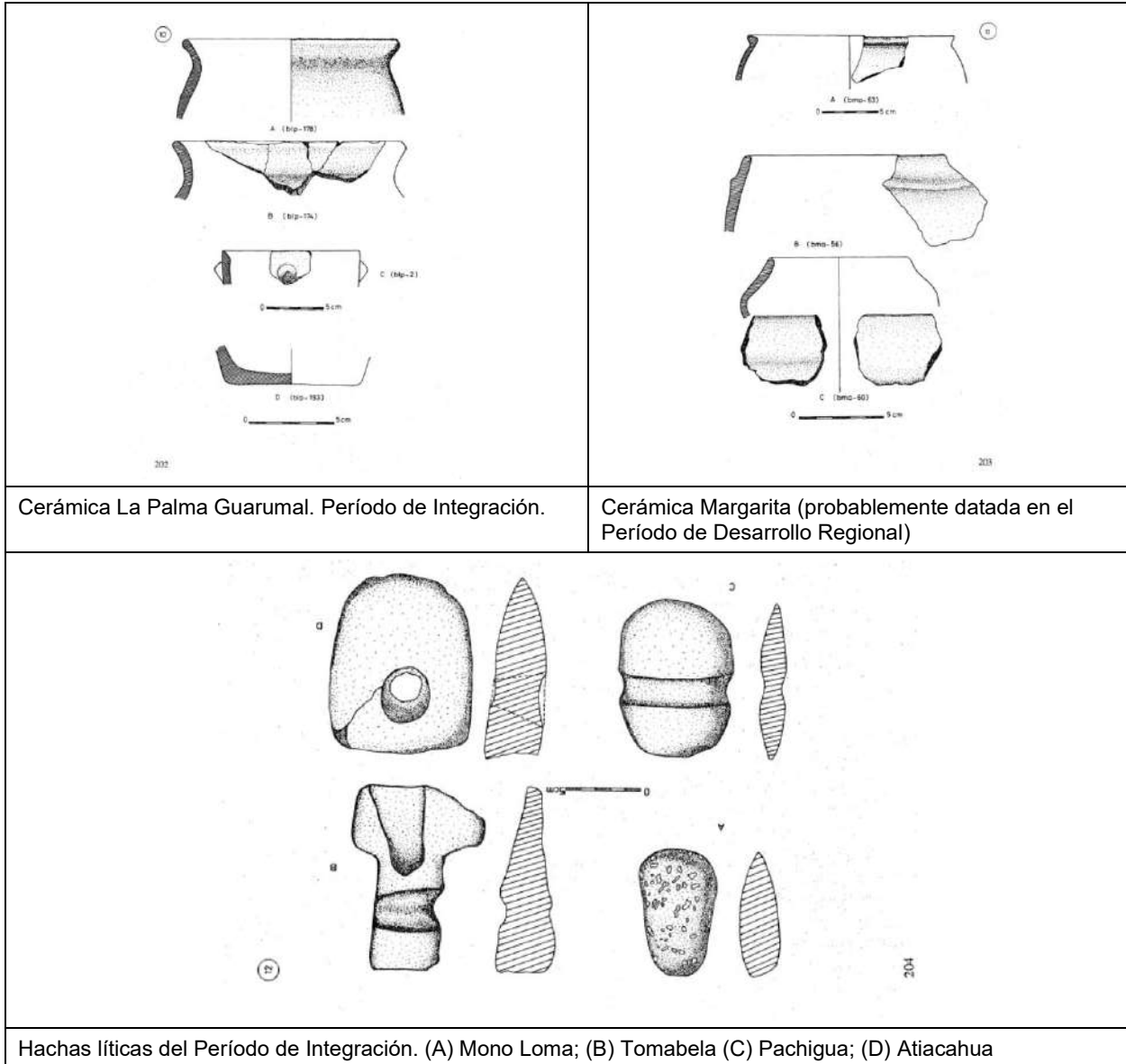
Fuente: (Arellano, 1992)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Tabla 5-346 Material Identificado en la Cuenca del Chimbo-Bolívar por Arellano (1992)

<p>Cerámica Chimbo-Tomabela. Período de Integración. Tipo decorado con impresiones a canuto: (A) Potreros; (B) Marco Pamba; (C) Tomabela; (D) Achachi grande; (E) Cochabamba.</p>	<p>Cerámica Chimbo-Tomabela. Período de Integración. Tipo decorado con impresiones a canuto: (A) La Cofradía; (B) Joyocoto; (C, D) Tillipungu.</p>
<p>Cerámica Chimbo-Tomabela. Formas, vasijas subclase B: (A) Tipo alisado, Tomabela; (B) Tipo decorado con apliques plásticos, Tillipungu; (C) Fragmento de trípode de vasija globular tipo alisado, La Cofradía.</p>	<p>Cerámica Chimbo-Tomabela. Período de Integración. Tipo decorado con impresiones a canuto (A, B); Inciso (D, E, F). Base característica de vasija globular (C), Mono Loma, región subtropical norte.</p>

<p>Cerámica Chimbo-Tomabela. Reconstrucción de formas, vasijas subclase A (cántaros): (A) Salinas; (B) Cebadas Tiahua; (C) Joyocoto; (D) Tillipungu</p>	<p>Cerámica Chimbo-Tomabela. Reconstrucción de formas. Clase cuencos: (A) con decoración interna, Salinas; (B) Tomabela; (C, D, E) Tillipungu;</p>
<p>Cerámica Chimbo-Tomabela. (A) Cuenco compuesto con decoración interna, Tillipungu. Bases características: Vasijas globulares, ollas. (B) Potreros; (E) Tillipungu. Vasijas ovoidales, cántaros. (C, D) Cebadas Tiahua.</p>	<p>Cerámica Chimbo-Tomabela. Bases: Vasijas globulares, ollas (A, B) Joyocoto; (E) Tillipungu. Vasijas ovoidales, cántaros. (C) Joyocoto; (D) Tillipungu.</p>



Fuente: (Arellano, 1992)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

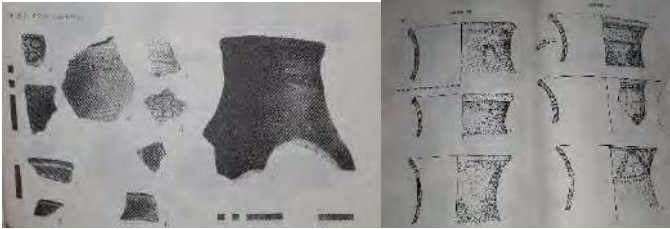
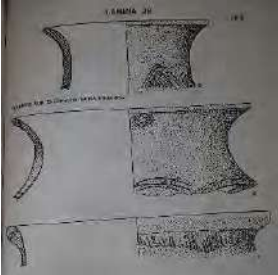

Después de algunos años, el investigador Jaime Idrovo (1994) vuelve a tomar los estudios en la zona realizando varias investigaciones arqueológicas en la región. Una de ellas fue una recopilación o inventario de los sitios arqueológicos ubicados en la provincia creando un mapa arqueológico de Bolívar. Aplicó una metodología de comprobación a través de seguimientos de fuentes escritas y orales, toponimia, cartografía antigua y contemporánea y fotointerpretación, con esta información realizó la comprobación a través de recorridos pedestres para la identificación y elaboración de un mapa arqueológico.

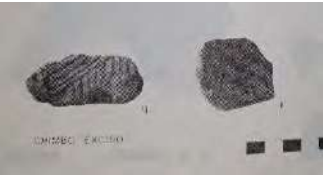
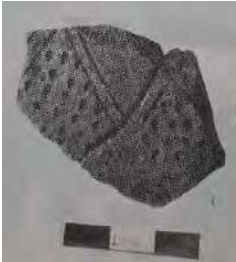
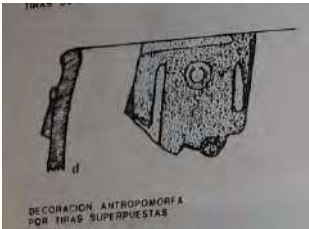
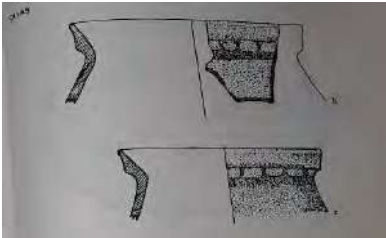
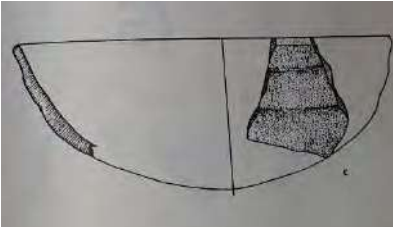

Dentro de su identificación de sitios arqueológicos los define desde obras de infraestructura, como canales, caminos, terracerías, tambos, corrales y pucarás, pasando por otras construcciones, como tolas. Igualmente, se describen posibles cementerios y lugares ligados al rito: huacas, petroglifos y grutas, entre otros vestigios a los que no se les atribuyó alguna categoría, pero son expresiones y restos identificados como prehispánicos.


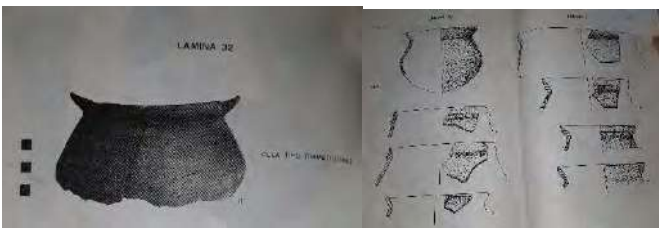
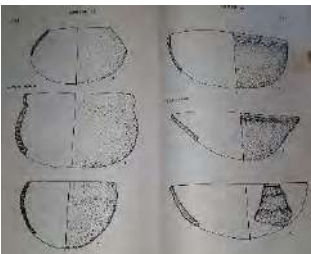
Por otro lado, como infiere Idrovo (1994) “[...] resulta evidente que las márgenes del Chimbo propusieron las mejores tierras de emplazamiento de curacazgos, en sentido norte-sur, subrayándose otras líneas con menor concentración de poblados, desde Chimbo hasta Occidente (Echandía, Telimbela y San José del Tambo), esto es con dirección al Subtrópico y consecuentemente hacia la Costa” (Idrovo, 1994). Asimismo, el investigador afirma que la zona de las cordilleras occidental hacia la Costa, oriental hacia la Amazonía y la zona del Arenal deben ser investigadas, ya que hay un vacío investigativo e histórico dentro de estas áreas.

También realizó excavaciones en tres diferentes áreas para definir la filiación cultural de la zona, ya que la mayoría de material proveniente de la zona hasta ese entonces no tenía un registro o contexto científico. El material analizado (Tabla 5-347) pertenece a los sitios Puri Cocha, Vinchoa I y II y Tagma I y II, todos de filiación cultural Chimbo del periodo de Integración (500-1500 d. C.).

Tabla 5-347 Material Arqueológico de los Sitios Puri Cocha, Vinchoa y Tagma Provincia de Bolívar (Idrovo, 1994)

Clasificación	Tipo	Ejemplo
Clasificación cerámica Chimbo	Cuerpos decorados por incisión de canutos <ul style="list-style-type: none"> Lamina 25 (q hasta i) 	
	Cuerpo con decoración de líneas incisas <ul style="list-style-type: none"> Lamina 26 (a hasta-p) Lamina 38 (f y g) Lamina 39 (a, b y c) 	
	Cuerpos peinados <ul style="list-style-type: none"> Lámina 29 	
	<ul style="list-style-type: none"> Fragmento de color rojo oscuro con líneas lustradas Fragmento con engobe café rojizo, Fragmento con engobe rojo claro, Fragmento color ladrillo Fragmento sin decoración, pero con hollín Fragmentos coloniales 	

Clasificación	Tipo	Ejemplo
Tipo con características morfológicas similares o decorados con incisiones o canuto	Decoración excisa precocción <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lámina 26 (q hasta t) 	
	Decoración punteada precocción producida con punzón <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lámina 28 i 	
	Decoración con tiras superpuestas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lámina 27 ▪ Lámina 36 c ▪ Lámina 38 d 	
	Bordes con impresiones circulares o muescas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lámina 28 a, b y c ▪ Lámina 41 b y c ▪ Lámina 43 a y b 	
	Decoración digital <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lámina 43 c 	
	Polípodos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lámina 30 	
	Asas	Lámina 31 d hasta g Lámina 33 a-d
bases	Lámina 31 a, b y c Lámina 45 b y c	

Clasificación	Tipo	Ejemplo
		Lámina 46 a, b y c Lámina 47 a hasta e
Formas principales en la cerámica Chimbo	Cántaros ▪ Lámina 33	
	Ollas ▪ Lamina 22 a ▪ Lámina 40 y 41	
	Cuencos ▪ Lamina 42 y 43 ▪ Lamina 42, 43, 44 y 45 b y c	
	Compoteras, vasos altos, cucharas, pulidores de cerámica, fusayolas y figurillas	

Fuente: (Arellano, 1992)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Idrovo (1994) indicó que durante los periodos Formativo y Desarrollo Regional el área estuvo “poco poblada, sin que se produzcan cambios significativos dentro de los patrones de organización social y económica, cuyo reflejo habría impactado lógicamente en la producción alfarera, objeto de poca variación tecnológica y conceptual” (Idrovo, 1994, en Castro 2015). Por otro lado, Idrovo expresa su desacuerdo con la clasificación preliminar de Jijón y Caamaño que denominó el corpus cerámico de esta zona como estilo Puruhá-Incaico y que el investigador ha señalado a Chimbo como una manifestación propia de la provincia de Bolívar sin descartar una probable influencia de Puruhá en el área (Idrovo, 1994, en Castro, 2015).

También se han reportado sitios arqueológicos con presencia de petroglifos o piedras grabadas en la población de Playas de Montalvo y Quinsaloma. Una inspección del INPC realizada en el 2009 identificó cinco sitios en San Luis de Pambil en la provincia de Bolívar. Juan Andrés López (2009) mencionó 11 sitios en la misma área en su tesis de licenciatura, además en 2008-2009 el Decreto de Emergencia registró nueve sitios con estas características en los límites de las provincias de Bolívar y Los Ríos en los cantones de Chillanes, Chimbo y Las Naves (Castro, 2015).

El INPC R5 contrató una consultoría en el 2011 para el proyecto: CLASIFICACIÓN DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS IDENTIFICADOS (PETROGLIFOS) EN LAS PROVINCIAS DE BOLÍVAR Y LOS RÍOS, que se llevó a cabo en las provincias de Los Ríos y Bolívar. En la provincia de Bolívar se recorrieron

los cantones Caluma, Chillanes, Chimbo, Echeandía, Las Naves y San Miguel; y, los cantones Montalvo, Pueblo Viejo y Quinsaloma en Los Ríos (Castro, 2015).

El área investigada incluyó “varias zonas climáticas que van desde cálido hasta la parte serrana, enfocándose los hallazgos de los petroglifos a lo largo de la ceja de montaña. El paisaje arqueológico de ceja de montaña se configura con la presencia de tolas de plataforma cuadrangular y pocos montículos de formas circulares y ovaladas, ubicados de manera dispersa. Se identificaron pocas terrazas, pero la cantidad elevada de metates asociados a terrazas de gran tamaño sugieren una actividad agrícola que pudo ser continua en el tiempo. Esta zona se caracteriza por presentar clima húmedo tropical y subtropical compuesto por un tupido bosque que dificulta más el acceso a las pendientes escarpadas. Este paisaje de bosque se ha ido transformando hacia un paisaje agrícola y ganadero en la actualidad” (Bravo & Vargas, 2011, en (Castro, 2015).

5.4.12.1.6 Arqueología de Daule

A pesar de que la zona de estudio pertenece a la provincia de Bolívar, se mencionan algunos estudios de la zona de la cuenca del Guayas en torno a la cultura Milagro-Quevedo, ya que con la zona de Bolívar (grupos Puruhá) al parecer tienen amplias proximidades y niveles de asociación cultural posiblemente a través de interacciones de intercambio macrorregional.

La amplitud de la cuenca del Guayas fue ocupada por diferentes sociedades desde etapas precerámicas y luego por culturas cerámicas que se asentaron en diferentes sectores, como lo fueron Valdivia en épocas tardías (2300 a. C.-1500 a. C.), Chorrera (900 a. C.-350 a. C.) del periodo Formativo, Daule-Tejar (500 a. C.-500 d. C.) del periodo Desarrollo Regional y Milagro-Quevedo (500 d. C.-1534) del periodo de Integración (Castro, 2016).

Uno de los primeros estudios de la cultura Milagro-Quevedo en el Litoral y especialmente en la provincia del Guayas, fue el arqueólogo alemán Otto Von Buchada, que le dio el nombre de Las Tolas, por la gran cantidad de montículos de tierra hechos por el hombre sobre las sepulturas, en donde encontró los elementos de esa cultura. Pero fue Emilio Estrada Ycaza quien años más tarde la denominó Milagro-Quevedo por haber hallado restos representativos de esta cultura, tanto en las cercanías de Milagro como en las de Quevedo.

Su territorio abarcaba todo el sistema fluvial del Guayas con sus dos grandes ríos, Daule y Babahoyo, y todos los afluentes a ellos; su periodo corresponde al de Integración. Con una increíble mezcla de cantones y razas se origina el desarrollo de la cultura Milagro-Quevedo, y se podría decir que esta singular cultura es la más reciente en el territorio. Los chonos es una de las principales culturas que se la ha identificado con la cerámica de estilo Milagro-Quevedo, que sometió una amplia región en la cuenca fluvial del Daule y el Guayas (Aguilera M., 2013; Castro, 2015; Domínguez, 2014).

Meggers y C. Evans (Porras, 1982) excavaron en la hacienda La Corraera, cerca de la ciudad de Babahoyo, donde definieron la presencia de material asociada a la fase Chorrera, que se lo ha usado como indicador del Formativo tardío. Así también se tienen referencias de los trabajos de P. Porras (1980), quien trabajó en la zona de Palenque, mientras que D. Stemper (1993), en la cuenca del río Daule y K. Ramírez (1996), para la zona de Quevedo (Camino & Mejía, 2004).

El INPC en 2018 realizó la inspección técnica en los sectores solicitada por las comunidades del Guabito, Santa Rosa y La Industria, de la parroquia Zapotal y Chacarita del cantón Ventanas, para que haga una inspección georreferencial de los sitios arqueológicos que existen en sus comunidades, con la finalidad de proteger la zona patrimonial, ya que se verán afectadas por estar dentro de la concesión de proyectos de minería. Hubo seis sitios arqueológicos en el sector de San Gerardo y uno petroglifo en el sector de Buenavista registrados según la plataforma virtual SIPCE. Se registraron dos petroglifos: uno en el sector del Guabito y otro en sector de Santa Rosa (La Industria) en buen estado. También se identificó material de recolección superficial asociado a la cultura Milagro-Quevedo (Vega, 2018).

5.4.12.1.7 Arqueología de Contrato

Los trabajos de arqueología de contrato (EIA) realizados hasta la presente en la provincia de Bolívar están relacionados en su mayoría con estudios de reconocimiento y prospección en líneas de transmisión eléctricas, concesiones mineras y mejoramiento de facilidades para los municipios, en los cuales se reportan algunos vestigios arqueológicos relacionados con ciertas estructuras (bohíos, terrazas, etc.) o cerámica con características de las secuencias decorativas de las fases Chimbo, Puruhá, Inca y colonial (Tabla 5-348).

Tabla 5-348 Descripción de los Informes Inéditos Realizados por Arqueología de Contrato en la Provincia de Bolívar-Ecuador

Autor/Año	Proyecto	Zonas	Evidencia Arqueológica
(Carrera, 2002)	Prospección Arqueológica de la Línea de Transmisión Eléctrica Cochabamba-San Pablo, provincia de Bolívar. Empresa Eléctrica de Bolívar S. A.	8 torres de las cuales 3 fueron positivas en el cantón San Miguel, parroquia San Pablo	Vértice 3. Se ubica en el cantón San Miguel, parroquia San Pablo, localidad de Moraspamba, en el sitio El Calzado: un tiesto
			Vértice 4. Se ubica en el cantón San Miguel, parroquia San Pablo, localidad San Pablo de Atenas: dos tiestos
			Vértice 5. Se ubica en el cantón San Miguel, parroquia San Pablo, localidad de Logmapamba: 37 tiestos.
(Camino & Mejía, 2004)	Diagnóstico Arqueológico Informe Final Línea de Subtransmisión 64 Kv y Central Hidrotambo Provincia de Bolívar-Los Ríos. Hidrotambo S. A.	LTE al sur de las provincias de Bolívar y Los Ríos. Recorrido de nueve sectores	Sectores 1, 2, 3, 6, 7, 8 y 9 sin evidencias culturales.
			Complejo Monserrate Sector 4: Se observó la presencia de dos montículos artificiales, de unos 20 m de diámetro, por 1,5-1,7 m de altura, fase cultural Milagro-Quevedo. Sector 5: Montículo artificial, de 20 m de diámetro por 1,7-2 m de altura, fase cultural Milagro-Quevedo
(Tamayo F., 2006)	Diagnóstico Arqueológico preliminar para el Proyecto minero Curipamba. Sector provincia de Bolívar. GINGE consultora, Ingeniería y Gestión.	Concesiones Las Naves 1, 2, 3 y 5/ Jordán 1, 2, 3 y 4	Solo realizó un diagnóstico bibliográfico de la zona
(Tamayo F., 2007)	Prospección Arqueológica de los sectores Las Naves y Congreso para el proyecto Sesmo Sur y Naves Central, provincia de Bolívar. GINGE consultora, Ingeniería y Gestión.	Minero Curipamba en la provincia de Bolívar, concretamente a las zonas de Las Naves Central y Congreso	A pesar de que no utilizó un muestreo adecuado para prospectar áreas tan extensas se identifican tres sitios arqueológicos: Las Naves, El Panecillo y El Congreso, los cuales no tienen el cálculo de las áreas o perímetros. Solo menciona que hay restos cerámicos fragmentados obtenidos de un pozo de sondeo en cada sitio y que posiblemente los tres sitios presenten "un patrón de ubicación en la cúspide de pequeñas elevaciones". Así reporta que Las Naves Central (Las Naves y El Panecillo) y El Congreso son de Alta sensibilidad arqueológica y que se debería realizar rescate y una investigación más exhaustiva.
(Camino, 2007)	Diagnóstico Arqueológico. Estudio del área para la concesión minera proyecto Telimbela. Provincia de Bolívar Compañía Ambiental Whistler S. A.	Parroquia Telimbela, cantón Chimbo, referencia del estudio 35 km ² y dentro de este, dos áreas de 1 km ² , denominados Telimbela Central y Telimbela Noreste	Al realizar el recorrido pedestre de los ocho sectores identificó que la zona tiene un alto potencial arqueológico. En el S1 en Choropamaba se identificó 4 AIA. S2 pueblo de Telimbela 2 AIA. S3 Ashuaca 3 AIA. S4 río Mususán 1 AIA. S5 y S6 cerro Mususán 3 AIA. S7 al SW de Telimbela un petroglifo y S8 Aminchuli otro petroglifo. La mayoría de AIA presenta material cultural disperso y adecuaciones del paisaje, por lo que con esta evidencia el investigador propone que antes de realizar cualquier movimiento de suelos o trabajos de infraestructuras se debe hacer las respectivas investigaciones arqueológicas y antropológicas. Además, hay que mencionar que en el área, según Camino, ha podido diferenciar distintos tipos estilísticos de cerámica Chimbo y Puruhá.

Autor/Año	Proyecto	Zonas	Evidencia Arqueológica
(Vargas M., 2010)	Prospección Arqueológica La Antigua Ruta de Comunicación y Comercio: un Recorrido Espacial y Temporal del Camino del Rey y La Ruta de la Independencia. E&E Consulting.	Guayas San Jacinto de Yaguachi-Cone-Milagro	La prospección permitió definir y mapear el trazado del Camino Real o Vía Flores (Sampedro, 1978); el mapeo fue ampliado hasta la ciudad de Ambato. Al final, se definió la ruta desde Ambato, El Arenal, Guaranda, Bilován, Balsapamba, Montalvo, hasta Babahoyo, desde allí, de acuerdo con la información recabada en campo y archivo, parece que la ruta fue realizada por vía fluvial, tanto hacia Guayaquil como hacia Cone o Yaguachi Viejo (Vargas, 2010). Se identificaron nueve sitios con filiación Puruhá y otros con filiación Milagro-Quevedo.
		Los Ríos-Montalvo-Babahoyo	
		Bolívar Guaranda-Chimbo-San Miguel- Bilován- Balzapamba	
(Freire, 2011)	Reconocimiento Arqueológico del área minera Artesanal El Troje	Parroquia de Vintimilla-Guaranda	Se hizo el recorrido pedestre para identificar adecuaciones del paisaje o restos culturales, pero no se identificó ninguno de ellos. El terreno es para la explotación minera artesanal.
(Bravo & Vargas, 2011)	Proyecto Arqueológico: Clasificación de Sitios Arqueológicos Identificados (petroglifos) en las provincias de Bolívar y Los Ríos.	Las áreas prospectadas comprendieron los poblados de San José del Tambo y sus alrededores, la ciudad de Juan Montalvo, provincia de Los Ríos, pero debido a la ausencia de petroglifo se tuvo que avanzar hasta la provincia de Bolívar, concentrándose en los poblados de San Luis de Pambil, Echeandía y Caluma y sus alrededores.	Los resultados obtenidos fueron el registro de 19 petroglifos, 20 sitios arqueológicos, cuatro no sitios y tres ejemplos de tramo de camino antiguo. En San Jose de Tambo (Sana Jacinto, Vainilla, San Vicente, El Contal) se identificó un non sitio, cuatro sitios y dos petroglifos. En Chillanes (Sumbe) un sitio. En Las Guardias (Huilloloma-Copalillo y Matapalo) se identificó dos caminos y un sitio. En Bolívar (Bolívar) un non sitio 2. En San Luis de Pambil (La libertad, Bellavista, Suquibí) se identificó un sitio y ocho petroglifos. En Quinsaloma (La Naranja, Quinsaloma, El Guabo), tres petroglifos, un non sitio y ocho sitios. En Echandía (San Gerardo, Sabanetilla, Muriyahuan) se identificaron cuatro sitios y un non sitio. En Ricaurte (Buena vista y Palma Sol) se identificaron dos sitios y un petroglifo. En Telimbela (Telimbela y Copalillo) se identificaron cuatro petroglifos; y en Chimbo (Cruz de Martin en el alto Rumi), un camino antiguo.
(Domínguez & López, 2012)	Informe del Proyecto de Monitoreo y Rescate Arqueológico en la Plaza 15 de Mayo de la ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar. Constructora Valencia.	Rehabilitación de la Plaza 15 de Mayo	Baja densidad de restos que se encontraron de forma continua en el perfil oeste de la plaza. Esto aparentemente demostró la presencia de una ocupación aborigen tardía, pero de dispersión no definida, probablemente corresponda a la zona de influencia de un asentamiento precolombino en los alrededores. De los restos recuperados entre cerámica aborigen, cerámica colonial, lítica y huesos fáunicos, solo se sacaron escasos cuatro fragmentos de vasijas de jarros, cuencos y ollas y herramientas líticas.

Autor/Año	Proyecto	Zonas	Evidencia Arqueológica
(García, 2012)	Diagnóstico Arqueológico en las Áreas de las Concesiones Mineras San Luis (Código 2182.1) y La Ercilia (Código 32), Cantón Echeandía, Provincia de Bolívar.	Concesión minera San Luis y La Ercilla cantón Echeandía	En el área de la concesión minera La Ercilia código 32 no se encontró ningún sitio arqueológico. La superficie total de la concesión es de 40 ha de las cuales están intervenidas aproximadamente 10 ha donde no queda rastro de su superficie original. La sensibilidad de esta área es baja. Para el sector de la concesión minera San Luis con código 2182.1, se tiene la presencia de tres sitios arqueológicos. Estos tres sitios arqueológicos están alterados por factores naturales y antropogénicos, son sitios de un corto periodo de ocupación en el tiempo, pero a su vez son importantes, ya que ofrecen información valiosa para establecer la gama de artefactos presentes para la elaboración de una cronología relativa cerámica de la cultura Chimbo.
(Aguilera M., 2013)	Diagnóstico Arqueológico "Vía Guaranda Santa Fe-Caluma-Pueblo Viejo" provincias de Bolívar y Los Ríos. León & Godoy.	95 km de longitud de vía, provincia de Bolívar en la población de Santa Fe, continúa hacia Monjas, cruza Pasagua, Pacana, Charquiyacu, Caluma, Pita, en la provincia de Los Ríos con Potosí, La Troncal, Ricaurte, Catarama y Pueblo Viejo.	Realizó un registro de memoria histórica. El uso del espacio en las zonas que atraviesa la vía de estudio mantiene evidencias del aprovechamiento, apropiación y uso por parte de los grupos humanos desde el período prehispánico hasta el momento actual. Sensibilidad Media: AIA 1, AIA 3, AIA 5 y AIA 8 ;y sensibilidad Baja: AIA 2, AIA 4, AIA 6 y AIA 7
(Tamayo F., 2013c)	Prospección Arqueológica para el Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Bolívar.	Toma de agua, planta de tratamiento, empate de tubería, reservorios de agua El Mirador y La Comunidad	Se ha determinado que no existe peligro al cual se encuentren expuestos sitios ni materiales de interés arqueológico, en tal sentido se considera a la zona de intervención como de sensibilidad arqueológica Baja.
(Tamayo F., 2013b)	Prospección Arqueológica para el Estudio de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario de la Mancomunidad Conformada por los cantones Las Naves y Quinsaloma y La parroquia San Luis de Pambil del cantón Guaranda. Provincia de Bolívar. Gobierno Autónomo Descentralizado de Guaranda.	En el relleno	En la zona de intervención arqueológica se excavó un total de 36 pruebas de pala sin hallarse restos culturales de ningún tipo, probablemente las características del terreno y la ausencia de cuerpos de agua cercanos impidieron la utilización agrícola del sector.
			En tal sentido, se considera a la zona donde se implementará el relleno sanitario como de Baja sensibilidad arqueológica.
(Tamayo F., 2013d)	Prospección Arqueológica para la Fase de Exploración Avanzada del Proyecto Minero El Torneado.	Guaranda, Caluma y San José de Chimbo, con las siguientes concesiones:	Las zonas son investigadas como de Alta sensibilidad arqueológica, ya que la concentración e importancia de los materiales expuestos ameritan una intervención sistemática. Debido al tipo de materiales recuperados no es posible establecer ningún tipo de asociaciones culturales.

Autor/Año	Proyecto	Zonas	Evidencia Arqueológica
	CINGE Cía. Ltda. Ingeniería y Gestión. ENAMI EP.	Cerro Grande-Balsapamaba y Telimbela, Chica Loma-Balsapamba, San Pablo y Bolívar-El Cristal-Balsapamba-Bolivan-Gualazay-Balsapmaba, Magdalena y Telimbela	<p>En la zona de intervención minera muestreada se pudo evidenciar la presencia de una importante ocupación prehispánica que abarca la mayor parte del terreno en los sectores donde la topografía es más regular, en las concesiones El Cristal y Chicaloma.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ En la concesión Cerro Grande no se evidenció ningún tipo de asentamiento humano prehistórico. ▪ La concesión Gualazay no fue intervenida. ▪ La totalidad de los materiales recuperados no ofrecen características óptimas para dar un criterio de filiación cultural o de cronología relativa.
(Tamayo F., 2013a)	Prospección Arqueológica para la Fase de Exploración Avanzada del Proyecto Minero San Antonio. CINGE, Cía. Ltda. Ingeniería y Gestión.	La concesión San Antonio, se ubica en el centro-occidente del Ecuador en las estribaciones de la cordillera occidental.	En la zona de intervención minera muestreada se pudo evidenciar la presencia de una importante ocupación prehispánica que abarca la mayor parte del terreno en los sectores donde la topografía es más regular. El investigador menciona que se debe hacer investigaciones sistemáticas.
(Tamayo F., 2013e)	Prospección arqueológica para la Fase de Exploración Avanzada del proyecto Minero Telimbela. CINGE, Cía. Ltda. Ingeniería y Gestión.	El proyecto Telimbela se localiza en las estribaciones de la cordillera occidental. Tiumbil Grande, San Vicente, San Cristóbal y El Salto. Para la intervención arqueológica.	<p>En la zona de intervención minera muestreada se pudo evidenciar la presencia de una importante ocupación prehispánica que abarca la mayor parte del terreno en los sectores donde la topografía es más regular.</p> <p>La totalidad de los materiales recuperados no ofrecen características óptimas para dar un criterio de filiación cultural o de cronología relativa.</p>
(Domínguez, 2014)	Diagnóstico Arqueológico de la Línea de Subtransmisión de 138 Kv Desde Babahoyo (Los Ríos) a Caluma, provincia de Bolívar. Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A.	Los Ríos, cantón Babahoyo, específicamente en la parroquia Pimocha donde se ubica la subestación Babahoyo y llega a la provincia de Bolívar, cantón Caluma.	En los vértices de las 21 torres propuestas, como resultado de este estudio, se pudo determinar que la sensibilidad arqueológica va de Media a Baja en los vértices 7, 17, 18 y 20. De estos, solo el vértice 17 demostró sensibilidad Media. Todo el material cultural definido en las pruebas de pala se asocia a ocupaciones tardías del sector. En la primera podría estar asociado con la cultura Milagro, pero en las otras la erosión no permitió caracterizar su cultura material, aunque por la pasta podría tratarse de cerámica Puruhá.
(Villalba, 2014)	Informe del Proyecto de Prospección Arqueológica para el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo de la Subestación Caluma Plan 10 Millones CNEL. Bolívar. Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A.	Construcción o infraestructura para la subestación Caluma	Se localizaron 10 fragmentos cerámicos no diagnósticos en la superficie en el terreno removido producto de acarreo, donde lastimosamente no se puede realizar inferencias culturales debido a la cantidad pequeña de fragmentos y a la no presencia de fragmentos diagnósticos.

Autor/Año	Proyecto	Zonas	Evidencia Arqueológica
(Castro, 2015)	Diagnóstico del Componente Arqueológico de los Estudios de Factibilidad, Impactos Ambientales e Ingeniería Definitivos para la Ampliación, Rectificación y Mejoramiento de la Carrera Guaranda-Balsapamba-Montalvo-Babahoyo, provincias de Bolívar y Los Ríos.	Mejoramiento de la carretera Guaranda-Balsapamba-Montalvo-Babahoyo.	El trazado actual presenta una Baja sensibilidad arqueológica; ya han sido reconocidas cinco zonas con vestigios arqueológicos dispersos en baja densidad. En el sector Guayabo en las coordenadas N 9796746-E 0666221, se sugiere una concentración de importancia por la asociación de fragmentos cerámicos, más huesos y otras evidencias arqueológicas (Castro, 2015).
(Domínguez, 2016)	Informe de Diagnóstico Arqueológico en el Estudio de Impacto Ambiental para la Línea de Transmisión A 69 Kv Caluma-subestación Echeandía, provincia de Bolívar	Desde de Caluma hasta la subestación en Echeandía en la provincia de Bolívar	El diagnóstico arqueológico de la línea de transmisión Echeandía-Caluma permitió determinar la escasa presencia de evidencias culturales a lo largo de los 25 vértices. En general, en los 22 km lineales se ha podido conocer que no existen grandes asentamientos y que el patrón ocupacional está dependiendo de las condiciones geomorfológicas del terreno, como son cimas con poco espacio. La topografía abrupta no permite un gran asentamiento, por el contrario, los escasos restos son prueba de las ocupaciones poco profundas no mayores a 40 cm de profundidad por un lado y de la baja densidad de ocupación por otro lado. Aparentemente este escaso material estaría asociado a lo que se define como non sitios (Domínguez, 2014).
(Moreira, 2016)	Rescate y Monitoreo Arqueológico en La Torre G246 y Monitoreo Arqueológico en el Acceso entre Las Torres G245 y G246, Tramo 2tc, Línea de Transmisión Tisaleo-Chorrillo, provincia de Bolívar. Ecotono Cía. Ltda.	Rescate y monitoreo arqueológico Torre G246 y Monitoreo del acceso entre torres G245 a G246, terrenos que se verán afectados con la construcción del proyecto Línea de Transmisión de extra alta tensión en la parroquia Telimbela del cantón Chimbo, provincia de Bolívar.	La distribución espacial del material cultural (cerámica y lítica) sugiere que debieron existir zonas de vivienda en el sector plano con distintos momentos de ocupación. En este caso se habla de tres momentos de ocupación (D1, D2, D3) y hacia el norte corta el depósito 4. En esta parte del sitio investigado, se estudió un grupo cerámico que evidencia que la zona de interés fue ocupada en un momento cronológico algo extenso; las características de la pasta tienen relación con material reportado para la etnia chimbo. Las evidencias permiten determinar que en el sector se ha tenido un constante movimiento poblacional o de intercambio entre Sierra y Costa, basada esta hipótesis en la existencia de cuencas hidrográficas (Moreira, 2016).

Fuente: (Aguilera M., 2013; (Bravo & Vargas, 2011; Camino, 2007; Camino & Mejía, 2004; Carrera, 2002; Castro, 2015; Domínguez, 2014; Domínguez, 2016; Domínguez & López, 2012; Freire, 2011; García, 2012; Moreira, 2016; Tamayo F., 2006; Tamayo F., 2007; Tamayo F., 2013^a; Tamayo F., 2013b; Tamayo F., 2013c; Tamayo F., 2013d; Tamayo F., 2013e; Vargas M., 2010; Villalba, 2014)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Página en blanco

5.4.12.2 Estudio de Campo

5.4.12.2.1 Polígono El Domo

El polígono El Domo se ubica en un área topográfica muy irregular, atravesado por varias cuchillas y dentro de ellas varios terraplenes con modificación antrópica prehispánica y actuales. El paisaje de la zona está afectado por deforestación para la manutención de la ganadería intensiva y algunos cultivos. También se observan pequeños remanentes de bosques, especialmente en las quebradas con pendientes muy fuertes y profundas. Un punto importante en la topografía del sector es el denominado El Domo; de esta conformación geológica elevada se desprende la mayoría de las cuchillas que descienden hacia todos los flancos. Estas cuchillas se encuentran delimitadas en sus costados por quebradas profundas con esteros en la base.

Entre las fuentes de agua más importantes y referenciadas en el área se tiene quebrada El Búho y quebrada sin nombre, que desde El Domo se dirigen al norte, siendo afluentes importantes de la quebrada Naves Chico, también conocida como río Naves Chico. Por otro lado, el estero El Silencio desde El Domo se direcciona hacia el sur y aporta con sus aguas para la formación del río Runayacu que cruza por el recinto La Esperanza Baja.

Como se señaló anteriormente, las fuentes de agua mencionadas y las cuchillas forman una topografía muy accidentada; sin embargo, la distribución de estas ha dado un hábitat importante para el asentamiento de pueblos prehispánicos, e incluso en la actualidad existen reocupaciones del área por lo moradores de la zona.

Para la ejecución de la prospección arqueológica fue necesario trazar 56 transectos en dirección norte-sur y este-oeste, realizando 1007 PL en cada intersección con 50 m de distancia entre una y otra. Las PL que no fue posible realizarlas en varios lugares por la topografía, ya que es muy accidentada o se ubicaban en esteros o/y quebradas. También se realizaron 24 cateos, tres perfiles estratigráficos y recolecciones superficiales. Por otro lado, hubo terrenos en los cuales los propietarios NO AUTORIZARON la entrada para realizar el estudio arqueológico.

Tabla 5-349 Propietarios que No Autorizaron la Entrada a los Predios Polígono El Domo

Facilidad	Propietario	Sector
Polígono	Rubén Jiménez	Selva Alegre
Polígono	Javier Villalba	Esperanza Alta
Polígono	Estuardo Sevilla	Esperanza Alta
Polígono	Javier Villalba	Esperanza Alta
Polígono	Juana Rochina	La Esperanza Alta

Fuente: (CURIMINING S.A., 2021)

Elaboración: (Mery I., 2021)

Con lo antes expuesto, en la tabla que a continuación se presenta se resume la prospección efectuada, las unidades de muestreo, el registro en base a los recorridos pedestres, recolección superficial, perfiles para control estratigráfico, etc.



Fuente: Terrambiente. Trabajo de Campo, mayo 2021
Elaboración: (Mery I., 2021)

Tabla 5-350 Resumen de la Prospección Realizada en el Polígono El Domo

Pruebas de Muestreo/Recorridos Pedestres	Cantidad
Pruebas positivas	89
Pruebas negativas	437
Pruebas no realizadas por la topografía del terreno	354
Pruebas no realizadas por NO AUTORIZACIÓN a los predios	127
Cateos positivos	21
Cateos negativos	3
Recolección superficial	3
Perfiles control estratigráfico	3
TOTAL, MUESTREO	1037

Fuente: Terrambiente. Trabajo de Campo, mayo 2021
Elaboración: (Mery I., 2021)

Tabla 5-351 Resumen Estratigrafía del Polígono El Domo

Depósito	Espesor	Textura	Característica	Color Munsell	Material Arqueológico
R/S	Parches de bosque nativo (quebradas) Parches de áreas agrícolas Áreas de pastos como saboya, pasto elefante y pasto miel para la manutenición de ganado vacuno.				Metates, cerámica rodada y adecuaciones en el paisaje.
D1	15 cm	Suave a semicompacto	Limo-arcilloso con raíces y raicillas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 7.5YR 3/2-4/3-5/2-5/3 ▪ 10YR 3/4-4/3-4/4 ▪ 2.5Y 5/1 	Cerámica (alta densidad) y lítica (media densidad)

Depósito	Espesor	Textura	Característica	Color Munsell	Material Arqueológico
D2	35 cm	Semicompacto a compacto	Limo-arcilloso/ Arcillo-limoso o limo-arenoso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 7.5YR 4/3-3/4--5/2 ▪ 10YR 3/4-4/4-4/6-3/3 	Cerámica y lítica alta densidad
D3	36 cm	Semicompacto a compacto	Arcilloso, limo-arcilloso, arcillo-arenoso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 10YR 3/3-4/3-2/2 ▪ 7.5YR 6/3-5/2-3/2-4/3 	Cerámica (alta densidad) y lítica (media)
D4	16 cm	Compacto	Arcilloso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 10YR 6/8-4/6-4/4 ▪ 2.5YR 5/8 	Cerámica y lítica baja densidad
D5	6 cm	Compacto	Arcillo-limoso	10YR 6/8	Cerámica y lítica baja densidad solo C13


Fuente: Terrambiente. Trabajo de Campo, mayo 2021
Elaboración: (Mery I., 2021)



5.4.12.2.2 Plataformas Prospectadas-Área Geográfica



Los resultados de las plataformas prospectadas se presentan en la siguiente tabla:



Página en blanco


Tabla 5-352 Plataformas Prospectadas y Monitoreadas (Toscano, 2021)

Código de plataforma	Coordenadas		Resultado		Descripción	Foto
	Este	Norte	Prospección	Monitoreo		
P.C.	696446	9853640	Positivo	Positivo	La plataforma se asienta sobre una cima de cuchilla de 5 m de ancho con una pendiente de 20° que se suaviza hasta 5° para después caer nuevamente en dirección este-oeste. En el área se observaron algunos árboles maderables de suche y árboles de naranja. Hacia el norte y sur la caída es hasta quebradas.	
P.Cg.	696442	9853646	Positivo	Positivo	La plataforma se asienta en un área de pendiente moderada dentro de un mismo potrero en el que se halla la Plataforma C. En el proceso de prospección se realizaron 15 pruebas de pala, resultando una positiva, lo cual indica una reducción significativa de sensibilidad arqueológica.	

Código de plataforma	Coordenadas		Resultado		Descripción	Foto
	Este	Norte	Prospección	Monitoreo		
DH-19-02	695847	9854477	Positivo	Positivo	Plataforma ubicada sobre un área de pendiente de 40° que desciende en dirección oeste a este hasta una quebrada que se halla a 50 m de distancia. Área de potrero para ganadería, hacia el oeste se encuentra una planicie de 50 x 30 m que aparenta una cima aplanada, pero no se cuenta con autorización para acceder, no se registra el área descrita.	
DH-19-07	696201	9853771	Positivo	Positivo	Plataforma ubicada sobre la cuchilla que desciende en dirección norte-sur hasta una quebrada a 50 m. El terreno es un pastizal para ganadería.	

Código de plataforma	Coordenadas		Resultado		Descripción	Foto
	Este	Norte	Prospección	Monitoreo		
DH-19-08	696221	9853909	Positivo	Positivo	Plataforma ubicada sobre la cuchilla que desciende en dirección norte-sur hasta una quebrada, se halla a 150 m de distancia de la plataforma DH-19-07. Se encuentra sobre un área de pendiente leve, dentro de un potrero para ganadería.	
DH-19-10	695166	9853186	Positivo	-	Plataforma ubicada cerca de una pequeña planicie en la parte superior de una cuchilla de montaña, área de pendiente de 30° dentro de un potrero para ganadería. Se suspende la construcción de la plataforma por abundancia de material y estar dentro del AIA. Se recomienda rescate o reubicación de la plataforma.	

Código de plataforma	Coordenadas		Resultado		Descripción	Foto
	Este	Norte	Prospección	Monitoreo		
DH-19-12	695336	9853342	Negativo	Negativo	Plataforma ubicada a 50 m al sur de un estero con afluente de agua y área de pendiente moderada dentro de un potrero para ganadería.	
DH-19-13	695345	9853473	Negativo	Negativo	Plataforma ubicada en área de pendiente moderada cerca de una pequeña planicie en una cuchilla que desciende en dirección norte-sur, se halla a unos 150 m al norte de un estero con caudal de agua permanente, dentro de un potrero para ganadería y sembrío de matas de plátano.	

Código de plataforma	Coordenadas		Resultado		Descripción	Foto
	Este	Norte	Prospección	Monitoreo		
DH-19-14	695481	9853372	Negativo	Positivo	Plataforma ubicada a 100 m al este de un estero con afluente de agua permanente. Área de pendiente de 50° con afloramientos de roca en los alrededores.	
P.G.	695181	9856176	Negativo	Negativo	La plataforma se asienta sobre una ligera pendiente de 10° de inclinación. Se asienta en una ladera que se encuentra 10 m al este de la cima. Terreno de pastoreo.	

Fuente: (Toscano, 2021)
Elaborado: Cardno Entrix, octubre 2021

Página en blanco

5.4.13 Análisis e Interpretación

5.4.13.1 *Diagnóstico Bibliográfico y Prospección Arqueológica (Mery I., 2021)*

5.4.13.1.1 Método de Gabinete

La fase de gabinete corresponde a la segunda etapa del proyecto, durante la cual se realizó el análisis sistemático de la información y material cultural obtenido en el campo.

El uso de la cerámica como elemento diagnóstico generalmente constituye un indicador en la designación de fases culturales y la elaboración de referencias temporales, aunque esta no siempre permite explicar los procesos históricos de pueblos con culturas distintas, es decir la cerámica como parte de la cultura es una manifestación particular que corresponde a un fragmento de la sociedad dada en condiciones específicas en la búsqueda de soluciones generales de su desarrollo histórico. Es uno de los elementos informativos más comunes de un sitio arqueológico que proporciona datos sobre las prácticas domésticas antiguas-culinarias, de almacenaje de alimentos, etc., y su función utilitaria, comercio, ritual, etc., a través de las evidencias de bordes, cuerpos, bases, figurinas, torteros, entre otros, evidencias denominadas diagnósticas (Aguilera M., 2016; Aguilera M., 2014; Aguilera M., 2018).

Las materialidades arqueológicas son respuestas a necesidades específicas, las cuales forman parte de una interacción y son consideradas como un elemento importante para la interpretación del pasado, además de ayudar como marcador cronológico en áreas donde las secuencias locales detalladas se encuentran documentadas.

Con las evidencias culturales recuperadas, se procede a:

- > Controlar, verificar las etiquetas,
- > Separar por áreas prospectada (polígono El Domo).
- > Lavar y etiquetar el material arqueológico.
- > Inventariar en general del material cerámico, lítico y otro recuperado.
- > Reconstruir de formas o artefactos que sean posibles.
- > Clasificar de las evidencias: en material diagnóstico y no diagnóstico.
- > Rotulación para la identificación de los elementos cerámicos y líticos. Para ello se asignó un número ordinal a cada artefacto diagnóstico, que obedece a una secuencia de codificación que parte de lo macro hasta llegar a lo específico (Ej.: LN-PD-21-proc-art):

Sitio: Las Naves (LN)

Área de prospección: Polígono El Domo (PD)

Año: 2021 (21)

Procedencia /Art: 001-001

- > Elaborar dibujos del material diagnóstico.
- > Analizar el material considerado como diagnóstico (elaboración de una ficha por fragmento o pieza reconstruida o completa).

El análisis se realizó considerando los siguientes criterios:

Morfofuncionales: La primera se refiere a las características del tipo de artefactos y atributos métricos que presenta una pieza (vasija, siluetas, borde y bases dibujables [$\geq 10\%$ del borde dibujable], bordes, cuerpos y bases diagnósticas [rasgos especiales o elementos decorativos] y apéndices [asas u otros] y/o elementos

esenciales [figurinas, torteros, fragmentos reutilizados, etc.]). La segunda es la funcional, que teniendo ya en cuenta la morfología se puede establecer la posible función o la utilidad del artefacto (olla, cuenco, plato, etc.).

Tecnológicos: Es la observación de huellas de la elaboración del artefacto para inferir en el proceso de trabajo y las técnicas que constituyen niveles de trabajo más complejo, por ejemplo, campos como la manufactura en la cual engloba la técnica (acordela, modelado y moldeado) Asimismo, se observa en diferentes variables, como la textura, es decir la granulometría de la pasta (fina, media o gruesa); dureza, cocción, desgrasante, acabado de superficie. Estos elementos permiten inferir sobre cómo la cadena de producción estuvo presente en la elaboración del elemento cerámico.

- > Contrastar datos obtenidos
- > Interpretar la información y datos.

Con todo el material arqueológico y con el material de los informes de arqueología realizados para la zona se realizó un análisis comparativo de este. Como parte de la fase de laboratorio también se realizó una revisión bibliográfica de fuentes secundarias que permitieron ampliar el análisis del material. Se redactó el texto del informe final en el que están incluidos cuadros, planos, cartas topográficas, gráficos, dibujos, fotografías y plan de manejo (Anexo C. Respaldos LB. C.4. Arqueología).

5.4.13.1.2 Análisis de Gabinete

Durante las jornadas de campo, se registró cerámica y lítica de forma recurrente. Este hallazgo se asocia al criterio del arqueólogo peruano Lumbreras (1984), quien establece que una de las características de la arqueología es el uso de la cerámica como instrumento diagnóstico para determinar cambios en el tiempo y en el espacio de sociedades prehistóricas. Además, el estilo y tipología cerámica permiten conocer atributos tecnológicos, morfológicos y decorativos y a su vez observar su variación en el tiempo y el espacio (Costin, 2000).

En esta etapa se hizo énfasis en el estado de las evidencias observadas, lo que ayudó a tener un criterio de selección de los atributos más relevantes para efectuar un análisis bajo un esquema descriptivo y comparativo a nivel de forma, pasta, cocción, huellas de uso, etc., intentando con este análisis de atributos establecer una asociación cronológica y un conocimiento rudimentario de la función de las vasijas y sus correspondientes usos.

En la preselección de las evidencias, para mantener un criterio totalizador que facilite la caracterización y el establecimiento de las relaciones tipológicas y grupales se consideró adicionalmente su origen. Con estos criterios, la muestra de n = 174 elementos diagnósticos provinieron de las áreas prospectadas, y abarcaron diferentes materias primas, rasgos, atributos y características.

Tabla 5-353 Material diagnóstico del Polígono El Domo

Material	El Domo
Cerámica	121
Lítica	53
Total	174

Fuente: Terrambiente, 2021 en (Mery I., 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

La evidencia de cultura material se encuentra con mayor disposición en superficie y en el D2:

Tabla 5-354 Distribución Estratigráfica del Material Diagnóstico del Polígono El Domo

Depósito	El Domo
RS	75
1	15
2	55
3	23
4	6
Total	174

Fuente: Terrambiente, 2021 en (Mery I., 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Material Cerámico

Aspectos Tecnológicos: A nivel tecnológico se registró el empleo de una sola técnica de manufactura alfarera, el modelado, siendo esta técnica descrita por Echeverría (2011a), la acción de modelar el barro con las manos para la confección de una pieza. Esta técnica permite realizar decoraciones en forma de protuberancias o relieves mediante la presión de los dedos. Las características con las que se identifica esta técnica son: decoración en hueso o relieve, huellas digitales frecuentes, motivos repetidos desiguales o puntos de pegadura visible en los puntos de pegadura a la vasija (Figura 5-412).

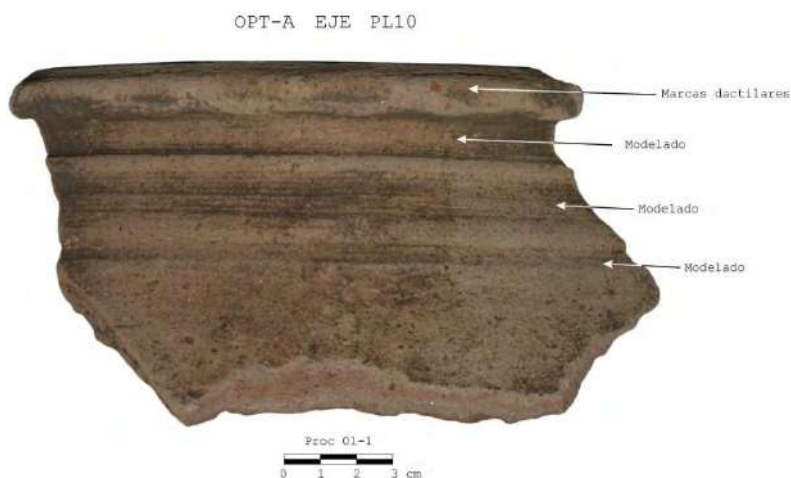


Figura 5-412 Técnica de Manufactura Alfarera Identificada en el Material Diagnóstico

Fuente: Terrambiente, 2021 en (Mery I., 2021)
Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Dentro de los aspectos tecnológicos de manufactura general de toda la muestra, se tomó en cuenta para el análisis: la cocción (reductora y oxidante), pasta (color, tipo de desgrasante, tamaño del desgrasante) y acabado de superficie, evidenciando los siguientes resultados:

Tabla 5-355 Análisis Tecnológico del Material Diagnóstico del Polígono El Domo

Aspecto Tecnológico de Manufactura	Variante	Cantidad
Cocción	Reductora	23
	Oxidante	98
Color de Pasta	5YR	50
	7.5YR	51
	2,5YR	15
Desgrasante	Arena, cuarzo, feldespato, mica y pómez	121
Desgrasante Tamaño	Fino	58
	Mediano	62
	Grueso	1
Acabado de Superficie	Alisado y presencia de engobe	121

Fuente: (Mery I., 2021)
Elaboración: (Mery I., 2021)

5.4.13.1.3 Relaciones Formales

Al analizar las secciones terminales de los fragmentos de objetos: bordes, bases, otros elementos y rasgos decorativos, se estableció una serie de patrones formales vinculados con ejemplos tomados del estudio de Echeverría (2011a), de los cuales se destaca: recipientes abiertos (cuencos, platos, tiestos), recipientes cerrados (ollas y cantaros), extremos distales (bases), apéndices (asa, podo) y artefactos (torteros y figurinas).

De la Muestra Cerámica (relaciones formales)

Los patrones formales se relacionan de acuerdo con una visión general y regional que consideran estudios anteriores. Debido a que la zona no ha tenido estudios previos relacionando con restos cerámicos con alguna filiación cultural, se toma como referencia la clasificación de Arellano (1992) e Idrovo (1994), donde la filiación cultural es de la etnia chimbo y posiblemente, como lo explica Arellano, pertenezcan a un subgrupo denominado Chimbo-Tomabela, con posibles rasgos e interacciones Puruhá y Milagro-Quevedo.

Del conjunto de fragmentos analizados hubo una gran representatividad de la clase morfofuncional, ya que se pudo establecer dentro de las relaciones formales. Por otro lado, dos secciones fueron identificadas con relaciones formales actuales (republicanas) y cuerpos cerámicos que no presentaron atributos significativos para ser relacionados con los tipos o variedad.

A pesar de una prospección dentro de la distribución del corpus cerámico hay una presencia de unas clases morfofuncionales variadas, en donde se puede observar una distribución más concentrada hacia el polígono y la vía OPTA, posiblemente debido al volumen del área prospectada. Dentro de El Domo se tiene 82 clases que se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

- > Los cuencos: Se identificaron cinco tipos. La mayor evidencia se dio en el depósito 2, depósito 4 y fragmentos que fueron recogidos de recolección superficial.
- > Las ollas: Se identificaron 21 variedades en toda la zona, estas se encuentran desde la recolección superficial hasta en el depósito 4, pero con tendencia en el D2.
- > Los cántaros: Se identificaron tres variedades que fueron recogidas de superficie y del depósito 2.
- > Las bases: Se identificaron seis variedades registradas en el depósito 1 y en recolección superficial, con tendencia en el depósito 2.

Los artefactos identificados fueron dos figurinas, una antropomorfa (D2) y una zoomorfa (R/S).

Rasgos Decorativos

Los rasgos decorativos tienen como objetivo mostrar técnica de decoración en el utillaje alfarero, ya que estas expresiones antrópicas en el material arqueológico son expresiones culturales que se plasman en el tiempo y permiten de alguna forma no solo entender el proceso operativo sino también puede reflejar características culturales y asociarlos con diferentes grupos ya establecidos y rasgos cronológicos.

Dentro de la muestra se tienen dos variedades de técnicas decorativas identificados en el material cerámico; una de ellas es a través de impresiones o extracciones y la otra a través de la pintura como decoración, mas no como acabado de superficie.

La primera variedad de técnica se refleja de la siguiente manera:

- > **Recolección superficial:** Los fragmentos diagnósticos identificados tienen las siguientes categorías: exciso en líneas, exciso horizontal, impresión de canuto, impresión dactilar e impresión de palillo; estas se identifican con mayor tendencia hacia el polígono. Mientras que la otra técnica se presentó con las siguientes variantes: engobe rojo en borde con engobe rojo externo; engobe rojo en labio con engobe rojo externo; engobe rojo externo; pintura crema exterior con engobe rojo externo; pintura crema exterior con pintura crema interior y pintura roja exterior.
- > **Depósito 1:** Los fragmentos diagnósticos identificados tienen las siguientes características: exciso en líneas, impresión con canuto, impresión dactilar, impresión de punto con inciso horizontal e impresión con palillos. Mientras que la otra técnica se presentó con las siguientes variantes: engobe rojo en borde con engobe rojo externo; engobe rojo en labio y engobe rojo interno; pintura negra interior; pintura roja exterior, con solo un fragmento en cada área prospectada.
- > **Depósito 2:** Los fragmentos diagnósticos identificados tienen las siguientes categorías: exciso en líneas, exciso horizontal, impresión con canuto, impresión dactilar, inciso punteado, exciso horizontal con impresión de canutos e impresión de palillos.
- > **Depósito 3:** Los fragmentos diagnósticos tienen las siguientes categorías: exciso en líneas, impresión dactilar e impresión en palillos, con las siguientes variantes: engobe rojo en borde y labio, engobe rojo externo, engobe rojo interno; engobe rojo en labio con engobe rojo externo; pintura crema exterior y pintura roja exterior.
- > **Depósito 4:** Los fragmentos diagnósticos tienen las siguientes categorías: exciso en línea e impresión con palillos y engobe rojo externo; engobe rojo interno; pintura café interior y pintura roja exterior.

Como lo explican Arellano (1992) e Idrovo (1994), el decorado canuto es muy representativo de la etnia chimbo, pero no hay que descartar que la zona también pudo tener otras influencias culturales como Puruhá y Milagro-Quevedo. Por eso es tan importante continuar con la investigación para definir el área arqueológicamente.

Material Lítico

El objetivo del análisis tecnomorfológico del material recuperado es múltiple. Se pretende identificar qué etapas dentro del proceso de producción se hallan representadas en el sitio y explicar un posible uso de estas en la zona. Se describieron los principales atributos tecnológicos (materia prima, integridad, origen, tradición, entre otros).

5.4.13.2 Estado de Integridad

Para establecer la integridad de las piezas analizadas se toma en cuenta la siguiente clasificación: completa, incompleta y fragmentada.

Tabla 5-356 Estado de Integridad del Material lítico Diagnóstico del Polígono EI

Estado de Integridad	Número de Fragmentos Líticos
Completo	48
Fragmentado	3
Incompleto	2

Fuente: (Mery I., 2021)

Elaboración: (Mery I., 2021)

5.4.13.3 *Materia Prima*

La materia prima del material lítico fue el granito y el basalto, los cuales tuvieron mayor representatividad en el área del polígono El Domo. Los materiales con mayor representatividad son de origen ígneo (granito-plutónico y basalto volcánico). Las rocas fueron de conocimiento y aprovechamiento por parte de los pobladores prehispánicos.

También se consideró la técnica o procedimiento para la obtención de la pieza a ser transformada en artefacto, donde se agrupó en piedras talladas o pulidas. Las piedras talladas siempre presentan algún tipo de fractura que indica un golpe consciente para obtener algún tipo de artefacto o elemento para ser trabajado. Por otro lado, la categoría pulida no hace referencia a la técnica del pulimento, ya sea por uso, abrasión o cualquier procedimiento donde no haya un golpe con astillamiento (Villaba, 1988).

De la muestra analizada se registraron fragmentos pulidos y tallados. Estos tienen mayor presencia en los depósitos 2 y 3 del polígono El Domo (Tabla 5-357).

Tabla 5-357 Técnica de Obtención de la Materia Prima Lítica Diagnóstico del Polígono El Domo

Tradición	Depósito	El Domo
Pulida	RS	12
	1	3
	2	1
	3	2
Tallada	RS	3
	1	2
	2	14
	3	12
Total	4	4
		53

Fuente: Terrambiente, 2021 en (Mery I., 2021)

Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

5.4.13.4 *Definición de Artefactos*

La tecnología en términos generales hace referencia a todas las actividades involucradas en la adquisición de materia primas, manufactura distribución, uso, mantenimiento, reciclado y descarte de los artefactos líticos. Sin embargo, la concepción organizativa de la tecnología le otorga a la tecnología misma y sus productos, los artefactos, un rol dinámico dentro de los sistemas culturales (Escola, 2004).

Los artefactos identificados en la tecnología lítica pulida en el área de prospección fueron fragmentos de mano de moler y metates; hachas completas, mano de mortero, metates completos, manos de moler completas, pulidores, cincel y artefactos indefinidos. Posiblemente estos artefactos dentro de esta

categoría eran utilizados en actividades domésticas (metates y manos), actividades agrícolas (hachas) o productivas (cincel).

Los artefactos líticos identificados durante la prospección fueron artefactos indefinidos, nódulos, perforadores, cuchillos, núcleos, raederas, denticulados, percutor y raspadores. Posiblemente estos artefactos dentro de esta categoría eran utilizados en actividades para raspar con la finalidad de quitar superficie de una cosa mediante movimientos transversales (raspadores y raederas). Mientras que otros artefactos eran utilizados para accionar cortes en objetos o cosas mediante movimientos transversales y longitudinales (cuchillo) y los implementos bases que son partes resultantes de las materias primas (nódulos o láminas).

5.4.14 Interpretación de Datos

El área prospectada presentó una topografía irregular de pendientes pronunciadas, que forman cuchillas con pequeños espacios planos en línea de cumbre y cercanos a cuerpos de agua, con presencia de algunos afloramientos rocosos en las partes bajas de los esteros o quebradillas. Por su altura sobre el nivel del mar corresponde a ceja de montaña de alta pluviosidad y de humedad permanente. El relieve de la provincia es accidentado y montañoso, localizada hacia las faldas exteriores de la cordillera occidental de los Andes en las regiones Litoral e Interandina.

La alta pluviosidad genera el arrastre de los suelos, desde las pendientes fuertes hacia las pequeñas superficies planas y a las terrazas aluviales, por lo que la erosión es un componente fuerte en la zona. Dentro de estas áreas también se tiene acción biológica, como el paisaje agropecuario, ya que el paso del ganado vacuno genera áreas de erosión más rápidas en la zona.

Por otro lado, las fuentes hídricas en la zona de Las Naves que van hacia la parte baja de la planicie se enmarcan dentro de la cuenca de Guayas en la subcuenca del río Babahoyo. Mientras que la microcuenca Naves Chico se encuentra conformada por las comunidades Naves Chico, El Triunfo y La Unión, las cuales están a una altura entre 250 y los 800 msnm. Posiblemente esta área de afluentes rivereños sirvió como ruta de intercambio con poblaciones costeras desde épocas tempranas, y en épocas más tardías como Integración pudieron tener contacto con poblaciones chonos.

A pesar de que el paisaje forestal ha cambiado por la acción antrópica reciente, volviéndole un área agropecuaria con la pérdida de bosque, las condiciones ambientales se mantienen desde épocas antiguas, y a pesar de los cambios mencionados el hombre prehispánico se ha desarrollado en estos escenarios modificando el paisaje, aprovechando los recursos que la zona proveía y sobre todo relacionándose con otros grupos, sean de la zona de la Sierra o de la Costa. Como Idrovo (1994) afirma, el área de la provincia de Bolívar pudo ser un enclave multiétnico, y la zona de Las Naves no sería la excepción, ya que al tener un paso natural hacia la Costa y otro a la Sierra las relaciones interculturales debieron ser constantes desde épocas tempranas.

En referencia a los suelos arqueológicos evidenciados en la zona de estudio, se puede decir que hubo material cultural desde superficie hasta el depósito 4 identificados en las unidades de muestreo. El material identificado ha sido cerámica y lítica en su mayoría, los cuales presentan características morfofuncionales entre recipientes cerrados (ollas, cantaros y lliptas), recipientes abiertos (tiestos y cuencos), apéndices (asas y podos) y artefactos (figurinas y torteros). Estos materiales tienen sus características funcionales y decorativas. Las primeras, las funcionales, dan información sobre para qué pudieron servir dichos artefactos pudiendo ser domésticos y rituales (figurillas).

Para la decoración identificada en los cuerpos cerámicos entre los dos primeros depósitos se pudo definir a un posible grupo cultural que serían los Chimbos-Tomabelas con posibles influencias Puruhá en la parte alta (polígono El Domo) y Milagro-Quevedo. Pero solo son inferencias en base un muestreo, por lo que para comprobar estas posibles hipótesis se debe realizar la respectiva investigación arqueológica en las áreas prospectadas.

Dentro del utillaje lítico identificado en las áreas prospectadas, se tiene que la materia prima básica utilizada para realizar los artefactos identificados fueron granito y basalto. Asimismo, existen algunas obsidias que pudieron venir de forma de intercambio desde la Sierra. Los artefactos identificados fueron a través de dos tradiciones: pulida (hachas, pulidores, manos de moler, metates y fragmentos de estos, cincel y no definidos) y la otra tradición fue tallada (núcleos, nódulos, perforadores, raspadores, cuchillos, percutores, raederas y no definidos). Todos estos artefactos posiblemente eran de uso cotidiano, como agricultura, fabricación de herramientas, utensilios domésticos, entre otros usos.

De la excavación de las unidades de muestreo se pudo realizar la delimitación de siete polígonos de sensibilidad arqueológica distribuidos de la siguiente manera: Las PSA del 1 al 7 se encuentran distribuidas dentro del polígono El Domo. En base a las evidencias arqueológicas identificadas en los polígonos de sensibilidad, una vez definidos los niveles de sensibilidad, se distribuyen de la siguiente manera:

Los polígonos de sensibilidad arqueológica Alta y Media se encuentran en dos espacios geográficos diferentes, que son la zona alta (cuchillas) y la zona que va hacia la llanura costera. El primer espacio geográfico comprende la parte alta de los ramales de la cordillera occidental que bajan hacia la llanura costera de la cuenca del Guayas. Dentro de estas cuchillas naturales se evidenciaron adecuaciones del paisaje prehispánicas, las cuales presentaron en su mayoría material cultural tanto en superficie (metates y cerámicos) como en el subsuelo. Posiblemente estas áreas eran de uso o función habitacional con ocupaciones cronológicas continuas mas no espaciales. Por otro lado, el material arqueológico presentó características culturales en su decoración de los Chimbos posiblemente con influencia Puruhá.

El segundo espacio geográfico se encuentra en la zona que baja a la llanura costera, la cual va presentando pequeñas elevaciones hasta descender a la zona plana. Estas áreas de elevaciones no tan abruptas, sino de moderadas a suaves en sus cimas o áreas planas presentaron algún tipo de adecuación prehispánica como evidencia arqueológica, que, entre más cercana a la planicie, el material cultural presenta características o influencia cultural de la Costa (Milagro-Quevedo).

En el caso de la prospección de las plataformas, no se realizó una inferencia interpretativa en el área de Naves Chico (plataforma P.G) y Esperanza Alta (plataformas: P.C; P.Cg; DH-19-02; DH-19-07; DH-19-08; DH-19-13; DH-19-12; DH-19-10; DH-19-14) (Toscano, 2021).

5.4.15 Conclusiones

De acuerdo con los resultados de dos investigaciones arqueológicas intrusivas realizadas en la concesión minera Las Naves se determinó la ocupación del área por grupos sociales prehispánicos (períodos tempranos-período de Integración) y probablemente coloniales. Sin embargo, la ocupación pudo ser estacional, no sedentaria, con movimientos constantes alrededor del territorio.

Desde la arqueología de paisaje se infiere cierta dinámica social entre áreas con cimas modificadas y no modificadas, es decir que se observó la selección y el cambio de un paisaje natural hasta convertirlo en cultural con áreas que permiten actividades de cultivo, habitación temporal, caza y cierto control visual debido a su altura y ubicación. Esta inferencia permite sugerir y advertir la probabilidad de registrar bienes patrimoniales sobre áreas con cimas de superficie plana aparentemente trabajadas.

El registro de bienes patrimoniales en laderas permite proponer que el área fue utilizada con fines agropecuarios, es decir que la población tendría un control vertical del territorio y sus microclimas.

El registro de cerámica y lítica en contexto (excavaciones arqueológicas) permitió definir el depósito 2 como cultural gracias a la frecuente presencia de bienes patrimoniales. La recurrencia de cerámica y lítica indicaría una interacción social con las culturas de los períodos de Desarrollo Regional e Integración denominadas Milagro-Quevedo (Costa) y Puruhá (Sierra).

Si bien los resultados son generales, también se cuenta con datos puntuales que permiten definir e inferir la sensibilidad arqueológica de áreas puntuales; sin embargo, en el sector de Naves Chico no se infiere sensibilidad arqueológica debido a la ausencia de bienes patrimoniales en contexto.

La investigación de Mery (2021), realizada en el Polígono El Domo (implantación del proyecto), permitió plantear que en el territorio existió una dinámica social entre grupos de la sierra y de la costa. Define la presencia del señorío étnico Chimbo en el área gracias a la correlación tipológica de sus resultados de laboratorio con los presentados por Arrellano (1992) e Idrovo (1994).

En el marco de la Ley Orgánica de Cultura, y con base en los resultados de las investigaciones arqueológicas realizadas en el área geográfica del Proyecto Minero Curipamba-El Domo se plantean medidas de prevención y mitigación para cada una de las áreas prospectadas, mismas que constan en el Capítulo 10 Plan de Manejo Ambiental.

Página en blanco