



**MONITOREO BIOLÓGICO
CAMPAÑA 10 – TEMPORADA HÚMEDA - 2022
DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO**

TEMPORADA HÚMEDA - 2022

Elaborado para:



Elaborado por:



Av. Parque de las Leyendas N°210, Oficina 501, San Miguel

Teléfonos: 051 3963771/961888866/967635869

www.asilorza.com

gerencia@asilorza.com

Agosto, 2022

FICHA DE CONTROL DE DOCUMENTOS

Revisión	Responsable	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	Pamela Sánchez	Emitido para Revisión Interna	26/07/2022	Karol Orosco	04/08/2022
COMENTARIOS DEL CLIENTE:					

NIVEL DEL CONTROL DE CALIDAD - MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

Revisión	Responsable	Descripción	Nivel

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	18
2.	GENERALIDADES.....	20
2.1.	MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO	20
2.1.1.	CREACIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MAP QUELLAVECO.....	20
2.1.2.	ALCANCES DEL MAP QUELLAVECO.....	20
2.2.	INFORMACIÓN DEL PROYECTO QUELLAVECO.....	21
2.2.1.	INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA) APROBADOS DEL PROYECTO.....	21
2.2.2.	UBICACIÓN DEL PROYECTO	22
2.3.	OBJETIVOS	23
2.3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	23
2.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
3.	ACTIVIDADES DEL MAP N°10 CAMPAÑA HÚMEDA-2022	24
3.1.	DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO	24
3.1.1.	ZONA DE ALTA MONTAÑA	24
3.1.2.	ZONA DE OPERACIONES.....	24
3.2.	RESUMEN DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO.....	24
3.2.1.	UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO	24
3.2.2.	PUNTOS DE MONITOREO PARA FLORA.....	25
3.2.3.	PUNTOS DE MONITOREO PARA FAUNA.....	28
3.3.	BITÁCORA DE LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO.....	29
3.3.1.	CONSIDERACIONES.....	29
3.3.2.	RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	30
4.	METODOLOGÍAS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO	36
4.1.	FLORA Y VEGETACIÓN	36
4.1.1.	METODOLOGÍA.....	36
4.2.	FAUNA SILVESTRE.....	40
4.2.1.	METODOLOGÍA.....	41
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
5.1.	FLORA Y VEGETACIÓN	49
5.1.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS VEGETALES.....	49
5.1.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE VEGETACIÓN	52
5.1.3.	ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	54

5.1.4.	ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL	68
5.1.5.	ANÁLISIS POR UNIDAD DE VEGETACIÓN.....	91
5.1.6.	ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO.....	133
5.1.7.	ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA	140
5.1.8.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE TIPO HISTÓRICO DEL MAP 10 TH Y LAS ANTERIORES CAMPAÑAS DEL MAP	141
5.2.	FAUNA	144
5.2.1.	AVIFAUNA.....	144
5.2.2.	MASTOFAUNA	198
5.2.3.	HERPETOFAUNA	247
6.	CONCLUSIONES PARA DIFUSIÓN.....	275
6.1.	FLORA Y VEGETACIÓN	275
6.2.	AVIFAUNA.....	276
6.3.	MASTOFAUNA	277
6.4.	HERPETOFAUNA.....	277

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1	Ubicación de Estaciones de monitoreo de Flora y Vegetación . ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 2	Ubicación de Estaciones de monitoreo de fauna.....	28
Cuadro 3	Puntajes de diferentes tipos de evidencias directa e indirectas para calcular el índice de ocurrencia	44
Cuadro 4	Interpretación de la diversidad de Shannon Wiener (H')	45
Cuadro 5	Coberturas y unidades de vegetación observadas en toda la zona de estudio.	52
Cuadro 6	Esfuerzo de muestreo realizado en el área del proyecto en temporada húmeda 2022	54
Cuadro 7	Distribución de órdenes, familias y géneros por grupos taxonómicos de flora en temporada húmeda 2021 vs temporada húmeda 2022.	55
Cuadro 8	Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en el área del proyecto en la temporada húmeda 2021 vs temporada húmeda 2022.	62
Cuadro 9	Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo según cobertura vegetal- temporada húmeda 2022.....	73
Cuadro 10	Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en bofedal- temporada húmeda 2022.	78
Cuadro 11	Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en matorral arbustivo- temporada húmeda 2022.	84

Cuadro 12	Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en pajonal andino- temporada húmeda 2022.	89
Cuadro 13	Índices de diversidad de las unidades de vegetación evaluadas en la temporada húmeda 2022.	95
Cuadro 14	Índices de diversidad en césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.	99
Cuadro 15	Índices de diversidad de formación mixta de matorral y pajonal en la temporada húmeda 2022.	104
Cuadro 16	Índices de diversidad de formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.	107
Cuadro 17	Índices de diversidad de formación mixta de pajonal y matorral en la temporada húmeda 2022.	110
Cuadro 18	Índices de diversidad de formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada húmeda 2022.	114
Cuadro 19	Índices de diversidad de formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.	118
Cuadro 20	Índices de diversidad de matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada húmeda 2022.	122
Cuadro 21	Índices de diversidad de matorral en la temporada húmeda 2022.	127
Cuadro 22	Índices de diversidad de pajonal de puna seca en la temporada húmeda 2022.	131
Cuadro 23	Índices de diversidad de las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento, la temporada húmeda 2021 y temporada húmeda 2022.	134
Cuadro 24	Índices de diversidad de las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones en temporada húmeda 2021 vs temporada húmeda 2022.	138
Cuadro 25	Listado de especies de flora categorizadas por la normativa nacional e internacional en la temporada húmeda 2022.	140
Cuadro 26	Listado de especies de flora categorizadas por endémicas en el área de monitoreo temporada húmeda 2022.	141
Cuadro 27	Esfuerzo de muestreo en temporada húmeda 2022.	144
Cuadro 28	Riqueza, abundancia y diversidad de aves por cobertura vegetal en el área del proyecto en temporada húmeda 2022.	149
Cuadro 29	Listado de especies de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022.	152
Cuadro 30	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022.	153
Cuadro 31	Listado de especies de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.	155
Cuadro 32	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.	157

Cuadro 33	Listado de especies de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022	161
Cuadro 34	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	164
Cuadro 35	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada húmeda 2022.....	166
Cuadro 36	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada húmeda 2022.....	168
Cuadro 37	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022.....	171
Cuadro 38	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación Cardonal- Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022.....	173
Cuadro 39	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	177
Cuadro 40	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022.....	179
Cuadro 41	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	182
Cuadro 42	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	186
Cuadro 43	Esfuerzo de muestreo para el censo de Suris en temporada húmeda 2022	187
Cuadro 44	Evidencia de Suris en el área de estudio en temporada húmeda 2022.....	187
Cuadro 45	Especies de aves en categorías de Conservación Nacional e Internacional en temporada húmeda 2022.....	190
Cuadro 46	Especies de aves de importancia socioeconómica en temporada húmeda 2022	192
Cuadro 47	Esfuerzo de muestreo realizado en temporada húmeda 2022.....	198
Cuadro 48	Composición de especies de mamíferos menores (roedores) en temporada húmeda 2022	199
Cuadro 49	Listado total de mamíferos medianos y mayores en temporada húmeda 2022	202
Cuadro 50	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en temporada húmeda 2022	204
Cuadro 51	Riqueza, abundancia y diversidad de aves por formación vegetal en temporada húmeda 2022	205
Cuadro 52	Listado de especies mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022	207
Cuadro 53	Listado de especies de mamíferos mayores en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022	207

Cuadro 54	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque relicto altoandino en T.H 2022	209
Cuadro 55	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022	209
Cuadro 56	Listado de especies de roedores en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	210
Cuadro 57	Listado de especies de mamíferos mediano y mayores en el Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	211
Cuadro 58	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en el Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	213
Cuadro 59	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	214
Cuadro 60	Listado de especies de roedores en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022	216
Cuadro 61	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en el Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	216
Cuadro 62	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en el Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	219
Cuadro 63	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	220
Cuadro 64	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada húmeda 2022.....	222
Cuadro 65	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada húmeda 2022.....	222
Cuadro 66	Listado de especies de roedores en la formación de Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada húmeda 2022.....	223
Cuadro 67	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada húmeda 2022.....	223
Cuadro 68	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada húmeda 2022 ...	224
Cuadro 69	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada húmeda 2022.....	225
Cuadro 70	Listado de especies de roedores en la formación de Cardonal-Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022.....	225
Cuadro 71	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Cardonal-Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022	225
Cuadro 72	Abundancia relativa de roedores en la formación Cardonal-Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022.....	226

Cuadro 73	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Cardonal-Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022	226
Cuadro 74	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada húmeda 2022.....	227
Cuadro 75	Listado de especies de roedores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	227
Cuadro 76	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	228
Cuadro 77	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	229
Cuadro 78	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	230
Cuadro 79	Listado de especies de roedores en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022.....	231
Cuadro 80	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022.....	231
Cuadro 81	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	232
Cuadro 82	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022.....	233
Cuadro 83	Listado de especies de roedores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	233
Cuadro 84	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	233
Cuadro 85	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en TH 2022	234
Cuadro 86	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	235
Cuadro 87	Listado de especies de roedores en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022	235
Cuadro 88	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	236
Cuadro 89	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal en temporada húmeda 2022	238
Cuadro 90	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	239
Cuadro 91	Registros directos e indirectos de “Vicuñas” y “Tarucas” en TH 2022.....	239

Cuadro 92	Registros directos e indirectos de “Guanaco” en temporada húmeda 2022	241
Cuadro 93	Especies de aves en categorías de Conservación Nacional e Internacional en el área del proyecto en temporada húmeda 2022	243
Cuadro 94	Esfuerzo de muestreo realizado en el área del proyecto en TH 2022	247
Cuadro 95	Número de familias, géneros y especies de anfibios y reptiles registrados en temporada húmeda 2022.....	248
Cuadro 96	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna por coberturas vegetales en temporada húmeda 2022.....	250
Cuadro 97	Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022	251
Cuadro 98	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Matorral arbustivo	252
Cuadro 99	Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	254
Cuadro 100	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	255
Cuadro 101	Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	258
Cuadro 102	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	259
Cuadro 103	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada húmeda 2022.....	261
Cuadro 104	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada húmeda 2022.....	262
Cuadro 105	Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada húmeda 2022.....	262
Cuadro 106	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada húmeda 2022.....	263
Cuadro 107	Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Cardonal - Piso De Cactáceas Columnares Columnares en temporada húmeda 2022.....	263
Cuadro 108	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Cardonal - Piso De Cactáceas Columnares Columnares en temporada húmeda 2022	264
Cuadro 109	Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	264
Cuadro 110	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	265
Cuadro 111	Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Monte ribereño en temporada húmeda 2022.....	266

Cuadro 112	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022.....	267
Cuadro 113	Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	268
Cuadro 114	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	269
Cuadro 115	Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	269
Cuadro 116	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	270
Cuadro 117	Especies de anfibios y reptiles en categorías de Conservación Nacional e Internacional en el área del proyecto en temporada húmeda 2022	271
Cuadro 118	Interacciones ecológicas de las especies de herpetofauna registradas en el proyecto en temporada húmeda húmeda 2022	272

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Composición de flora a nivel de taxa superior en temporada húmeda 2021 vs temporada húmeda 2022.....	55
Figura 2	Composición de flora a nivel de división taxonómica en el área del proyecto en la temporada húmeda 2022.....	56
Figura 3	Composición de flora a nivel de orden taxonómico en el área del proyecto en la temporada húmeda 2022 vs temporada húmeda 2021.	57
Figura 4	Composición de flora a nivel de familia taxonómica en el área del proyecto en la temporada húmeda 2022.....	58
Figura 5	Abundancia relativa de las principales especies de flora en el área del proyecto en la temporada húmeda 2022.....	59
Figura 6	Cobertura relativa de las principales especies de flora en el área del proyecto para la temporada húmeda 2022.....	60
Figura 7	Dendrograma de las unidades de vegetación de la zona de evaluación del proyecto, temporada húmeda 2022.	66
Figura 8	Composición de flora a nivel de taxa superior según cobertura vegetal en la temporada húmeda 2022.....	68
Figura 9	Composición de flora a nivel de orden taxonómico según cobertura vegetal en la temporada húmeda 2022.....	69
Figura 10	Composición de flora a nivel de familia taxonómico según cobertura vegetal en la temporada húmeda 2022.....	70
Figura 11	Abundancia de especies en las coberturas vegetales en la temporada húmeda 2022.	71
Figura 12	Cobertura de especies según cobertura vegetal en la temporada húmeda 2022.	72
Figura 13	Dendrograma de similaridad Jaccard y Morissita, según cobertura vegetal en la temporada húmeda 2022.....	73
Figura 14	Composición de estaciones de muestreo según número de especies y familia, temporada húmeda 2022.....	74
Figura 15	Composición de flora a nivel de orden taxonómico en bofedal en la temporada húmeda 2022.	75
Figura 16	Composición de flora a nivel de familia taxonómico en bofedal en la temporada húmeda 2022.	76
Figura 17	Abundancia de especies en bofedal, temporada húmeda 2022.....	77
Figura 18	Cobertura de especies en bofedal, temporada húmeda 2022.	78
Figura 19	Dendrogramas de Jaccard y Morissita en bofedal, temporada húmeda 2022.....	79
Figura 20	Número de especies y número de familias en matorral arbustivo, temporada húmeda 2022.	80

Figura 21	Composición de flora a nivel de orden taxonómico en matorral arbustivo en la temporada húmeda 2022.....	81
Figura 22	Composición de flora a nivel de familia taxonómico en matorral arbustivo en la temporada húmeda 2022.....	82
Figura 23	Abundancia relativa de especies en matorral arbustivo temporada húmeda 2022.	83
Figura 24	Cobertura relativa de especies en matorral arbustivo en la temporada húmeda 2022.	84
Figura 25	Dendrogramas de Jaccard y Morissita en matorral arbustivo, temporada húmeda 2022.	85
Figura 26	Número de especies y número de familias en pajonal andino, temporada húmeda 2022.	86
Figura 27	Composición de flora a nivel de orden taxonómico en pajonal andino en la temporada húmeda 2022.....	87
Figura 28	Composición de flora a nivel de familias en pajonal andino en la temporada húmeda 2022.	87
Figura 29	Abundancia relativa en pajonal andino en la temporada húmeda 2022.....	88
Figura 30	Cobertura relativa en pajonal andino en la temporada húmeda 2022.	89
Figura 31	Dendrogramas de Jaccard y Morissita en pajonal andino, TH 2022.....	90
Figura 32	Número de especies y familias en las unidades de vegetación, TH 2022.....	91
Figura 33	Número de especies y familias en las unidades de vegetación, TH 2022.....	91
Figura 34	Composición de flora a nivel de orden taxonómico según unidades de vegetación en la temporada húmeda 2022.....	92
Figura 35	Composición de flora a nivel de familia taxonómico según unidades de vegetación en la temporada húmeda 2022.....	93
Figura 36	Abundancia relativa de especies según unidades de vegetación en la temporada húmeda 2022.	94
Figura 37	Cobertura relativa según unidades de vegetación.....	95
Figura 38	Dendrograma de las unidades de vegetación	96
Figura 39	Composición de flora a nivel de orden taxonómico en césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.....	97
Figura 40	Composición de flora a nivel de familia taxonómico en césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.....	97
Figura 41	Abundancia relativa de especies en césped de arroyo en la TH 2022.....	98
Figura 42	Cobertura relativa en césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.....	99
Figura 43	Dendrograma de las estaciones evaluadas en césped de arroyo TH 2022.....	100

Figura 44	Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de matorral y pajonal en la temporada húmeda 2022.....	101
Figura 45	Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de matorral y pajonal en la temporada húmeda 2022.....	101
Figura 46	Abundancia relativa de especies formación mixta de matorral y pajonal en la temporada húmeda 2022.....	102
Figura 47	Cobertura relativa formación mixta de matorral y pajonal en la temporada húmeda 2022.....	103
Figura 48	Dendrograma de las estaciones evaluadas en césped de arroyo temporada húmeda 2022.....	104
Figura 49	Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.....	105
Figura 50	Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.....	105
Figura 51	Abundancia relativa de especies formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.....	106
Figura 52	Cobertura relativa formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.....	106
Figura 53	Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de pajonal y matorral en la temporada húmeda 2022.....	107
Figura 54	Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de pajonal y matorral en la temporada húmeda 2022.....	108
Figura 55	Abundancia relativa de especies formación mixta de pajonal y matorral en la temporada húmeda 2022.....	109
Figura 56	Cobertura relativa formación mixta de pajonal y matorral en la temporada húmeda 2022.....	110
Figura 57	Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal y matorral	111
Figura 58	Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada húmeda 2022.....	112
Figura 59	Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada húmeda 2022.....	112
Figura 60	Abundancia relativa de especies formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada húmeda 2022.....	113
Figura 61	Cobertura relativa formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada húmeda 2022.....	114
Figura 62	Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.....	115

Figura 63	Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.....	116
Figura 64	Abundancia relativa de especies formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.	117
Figura 65	Cobertura relativa formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.....	118
Figura 66	Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	119
Figura 67	Composición de flora a nivel de orden taxonómico matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada húmeda 2022.	120
Figura 68	Composición de flora a nivel de familia taxonómico matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada húmeda 2022.	120
Figura 69	Abundancia relativa de especies matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada húmeda 2022.....	121
Figura 70	Cobertura relativa matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada húmeda 2022.	122
Figura 71	Dendrograma de estaciones evaluadas en matorral andino con afloramiento rocoso	123
Figura 72	Composición de flora a nivel de orden taxonómico en matorral en la temporada húmeda 2022.	124
Figura 73	Composición de flora a nivel de familia taxonómico en matorral en la temporada húmeda 2022.	125
Figura 74	Abundancia relativa de especies en matorral en la temporada húmeda 2022... ..	126
Figura 75	Cobertura relativa en matorral en la temporada húmeda 2022.	127
Figura 76	Dendrograma de estaciones evaluadas en matorral	128
Figura 77	Composición de flora a nivel de orden taxonómico pajonal de puna seca en la temporada húmeda 2022.....	129
Figura 78	Composición de flora a nivel de familia taxonómico pajonal de puna seca en la temporada húmeda 2022.....	129
Figura 79	Abundancia relativa de especies pajonal de puna seca en la TH 2022.....	130
Figura 80	Cobertura relativa pajonal de puna seca en la temporada húmeda 2022.	131
Figura 81	Dendrograma de estaciones evaluadas en pajonal de puna seca en temporada húmeda 2022	132
Figura 82	Número de especies y familias en zona de abastecimiento, TH 2022.....	133
Figura 83	Dendrogramas de las estaciones evaluadas en zona de abastecimiento, temporada húmeda 2022.....	136
Figura 84	Número de especies y familias en zona de operaciones, TH 2022.	137

Figura 85	Dendrogramas de las estaciones evaluadas en zona de operaciones, temporada húmeda 2022.	139
Figura 86	Análisis comparativo de la riqueza florística en la zona de operaciones en la temporada húmeda 2022.....	142
Figura 87	Análisis comparativo de la riqueza florística en la zona de abastecimiento en la temporada húmeda 2022.....	143
Figura 88	Composición total de aves por orden taxonómico en TH 2022.....	145
Figura 89	Composición total de aves por familia taxonómica en TH 2022.....	146
Figura 90	Número de especies, familias y órdenes por cobertura vegetal en temporada húmeda 2022	147
Figura 91	Abundancia relativa de aves en el área del proyecto en TH 2022.....	148
Figura 92	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por cobertura vegetal en toda el área del proyecto.....	150
Figura 93	Composición de especies de aves por orden taxonómico en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022	151
Figura 94	Composición de especies de aves por familia taxonómica en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022	151
Figura 95	Abundancia relativa de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022.....	152
Figura 96	Composición de especies de aves por orden taxonómico en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	153
Figura 97	Composición de especies de aves por familia taxonómica en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	154
Figura 98	Abundancia relativa de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.	156
Figura 99	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	158
Figura 100	Composición de especies de aves por orden taxonómico en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	159
Figura 101	Composición de especies de aves por familia taxonómica en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	159
Figura 102	Abundancia relativa de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.	163
Figura 103	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	165
Figura 104	Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022	169

Figura 105	Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022	169
Figura 106	Abundancia relativa de aves en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022.....	170
Figura 107	Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022	171
Figura 108	Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022.....	172
Figura 109	Abundancia relativa de aves en la formación de Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022.....	173
Figura 110	Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	174
Figura 111	Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	175
Figura 112	Abundancia relativa de aves en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	176
Figura 113	Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022.....	177
Figura 114	Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022.....	178
Figura 115	Abundancia relativa de aves en la formación de Bosque ribereño en temporada húmeda 2022	179
Figura 116	Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	180
Figura 117	Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	181
Figura 118	Abundancia relativa de aves en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	182
Figura 119	Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	183
Figura 120	Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	184
Figura 121	Abundancia relativa de aves en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022	185
Figura 122	Porcentaje de grupos tróficos de aves para el área de estudio, Temporada húmeda 2022.	193
Figura 123	Riqueza y abundancia de aves por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada húmeda 2007, 2013, 2015, 2019, 2021 y 2022.	196

Figura 124	Riqueza de especies de mamíferos menores terrestres por cobertura vegetal en temporada húmeda 2022.....	200
Figura 125	Composición total de mamíferos medianos y mayores por orden taxonómico en temporada húmeda 2022.....	201
Figura 126	Composición total de mamíferos medianos y mayores por familia taxonómica en temporada húmeda 2022.....	201
Figura 127	Abundancia relativa de roedores en temporada húmeda 2022.....	203
Figura 128	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por coberturas vegetales en el área proyecto en temporada húmeda 2022.....	206
Figura 129	Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022.....	208
Figura 130	Abundancia relativa de roedores en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	212
Figura 131	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	215
Figura 132	Abundancia relativa de roedores en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	217
Figura 133	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	221
Figura 134	Abundancia relativa de roedores en la formación Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada húmeda 2022.....	224
Figura 135	Abundancia relativa de roedores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	229
Figura 136	Abundancia relativa de roedores en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022.....	232
Figura 137	Abundancia relativa de roedores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	234
Figura 138	Abundancia relativa de roedores en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	237
Figura 139	Riqueza de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada húmeda 2015, 2021, 2021 y 2022.....	245
Figura 140	Riqueza y abundancia de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada húmeda 2007, 2013, 2015, 2019 y 2022.....	246
Figura 141	Composición de especies a nivel de familias en temporada húmeda 2022.....	247
Figura 142	Número de especies, familias, órdenes y clases por cobertura vegetal en temporada húmeda 2022.....	248
Figura 143	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en temporada húmeda 2022.....	249
Figura 144	Abundancia de anfibios y reptiles por cobertura vegetal.....	249

Figura 145	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por cobertura vegetal en temporada húmeda 2022	251
Figura 146	Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	253
Figura 147	Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	253
Figura 148	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.....	255
Figura 149	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	256
Figura 150	Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	257
Figura 151	Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	257
Figura 152	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	258
Figura 153	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	260
Figura 154	Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la Formación Monte Ribereño en temporada húmeda 2022	265
Figura 155	Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la formación Monte ribereño en temporada húmeda 2022.....	266
Figura 156	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022.....	267
Figura 157	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022	268
Figura 158	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.....	270
Figura 159	Riqueza anfibios y reptiles por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada húmeda 2013, 2015, 2019, 2021 y 2022.	273
Figura 160	Riqueza y abundancia de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada húmeda 2013, 2015, 2019, 2021 y 2022.....	274

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene los resultados de la Campaña N°10 del monitoreo biológico de los componentes de flora y fauna del proyecto minero Quellaveco, realizado entre los meses de abril y mayo del 2022, periodo que corresponde a la temporada húmeda, en el **Anexo 01** se presenta el sustento de la temporalidad para el área de influencia del proyecto.

El monitoreo biológico es un compromiso ambiental que permite conocer la dinámica de los ecosistemas, a partir de la evaluación sistemática y comparable de los resultados obtenidos de las estaciones de monitoreo para los componentes de flora y fauna, durante un determinado tiempo. En consecuencia, el monitoreo biológico constituye una herramienta importante para garantizar la conservación y manejo de la biodiversidad presentes en el área del proyecto.

El Proyecto Minero Quellaveco se ubica entre los distritos de Carumas, Torata y Moquegua, en la provincia de Mariscal Nieto y en el distrito de Ilo de la provincia de Ilo, pertenecientes a la región de Moquegua, fuera de áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento.

Para realizar el monitoreo biológico, se ha dividido el área del proyecto en tres zonas de trabajo de acuerdo con las actividades en ejecución: zona de operaciones, zona de abastecimiento (ubicada en la zona de alta montaña) y la zona de la ciudad de Moquegua (en relación con los ríos evaluados). De las cuales, las dos primeras zonas contienen las estaciones de monitoreo de flora y fauna autorizadas mediante la R.D.G. N°D000039-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS (Código de Autorización N°AUT-EP-2020-067) de fecha 22 de julio del 2020. En la tercera zona se realizó la evaluación hidrobiológica (ecosistema acuático y peces) en los ríos y/o quebradas seleccionadas.

Los grupos taxonómicos evaluados fueron flora, aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Las estaciones de monitoreo evaluadas para flora fueron de 72, distribuidos en 54 puntos para la zona de abastecimiento y 18 puntos para la zona de operaciones. Para fauna (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) se evaluaron 15 estaciones de monitoreo en la zona de operaciones y 4 estaciones en la zona de abastecimiento. Además, se realizaron censos específicos para aves (4 puntos de Suris) y mamíferos (6 puntos de vicuña y taruca) y censo de guanacos (4 zonas).

Es importante señalar que hubo estaciones de monitoreo que no fueron evaluadas debido a que se encontraban en zonas intervenidas (campamentos, carretera y áreas inundadas) y/o de difícil acceso (pendientes), por lo que se levantaron fichas de esas estaciones, las cuales se adjuntan en el Anexo 5. En el caso de flora, se levantaron 6 fichas de las cuales 5 estuvieron “inundadas” mientras 1 “reubicada” a unos 200 metros por accesibilidad; mientras en el caso de fauna, para

esta campaña (MAP N°10) se evaluaron todas las estaciones de monitoreo, levantándose solo 1 ficha por “reubicación” a unos 400 metros por accesibilidad.

Respecto a las características ecosistémicas, según el sistema de clasificación de Holdridge, el área del proyecto se ubica en 6 zonas de vida: Desierto Desechado, Desierto Superárido, Desierto Perárido, Matorral arbustivo Desértico, Páramo húmedo y Tundra muy Húmeda.

Asimismo, en el área del proyecto se encuentran 3 coberturas vegetales: Pajonal andino (Pj), Matorral arbustivo (Ma) y Bofedal (Bo). Dentro de la cobertura de Pajonal andino se encontraron diversas unidades de vegetación tales como: Formación mixta de pajonal y matorral, Pajonal de puna seca; Matorral andino con afloramiento rocoso y pajonal andino con afloramiento rocoso. Mientras en la cobertura de Monte ribereño, encontramos la Formación Mixta de monte ribereño y matorral. En la cobertura vegetal de matorral arbustivo, se identificó la Formación mixta de matorral y pajonal, Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares, Formación mixta de matorral y monte ribereño, Formación mixta de matorral, Formación mixta de pajonal, matorral y *Polylepis*, Formación mixta de pajonal y matorral. Finalmente, en la cobertura de Bofedal, se identificaron la Formación mixta de turbera de *Distichia* y césped de arroyo y la Formación Césped de arroyo.









2. GENERALIDADES

2.1. MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO

2.1.1. CREACIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MAP QUELLAVECO

Para el año 2013 se establece el Programa de Monitoreo Ambiental Participativo Quellaveco, estando relacionado bajo los compromisos N°5, 7 y 10 asumidos por el titular AAQ en la Mesa de Diálogo con diversas autoridades y actores locales. Por lo que, con fecha del 12 de junio del año 2013 se da la conformación del Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo, con las funciones de elaborar, supervisar y presentar los resultados obtenidos en el MAP Quellaveco.

Dicho subcomité está conformado por los siguientes representantes:

-  Anglo American (como titular del proyecto): 02 representantes.
-  Gobierno Regional de Moquegua: 02 representantes.
-  Municipalidad Provincial de Ilo: 01 representante.
-  Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto: 01 representante.
-  Municipalidad Provincial de Sánchez Cerro: 01 representante.
-  Sociedad Civil de Mariscal Nieto: 01 representante.
-  Sociedad Civil de Ilo: 01 representante.
-  Área de Influencia que incluye las comunidades campesinas de Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala: 01 representante.

2.1.2. ALCANCES DEL MAP QUELLAVECO

El alcance del presente informe corresponde a los resultados obtenidos de la evaluación del componente biológico en el Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) del Proyecto Minero Quellaveco correspondiente a la campaña N° 10 – Temporada Húmeda 2022.

2.2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO QUELLAVECO

2.2.1. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA) APROBADOS DEL PROYECTO

Con fecha del 19 de diciembre del año 2000, se aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Minero Quellaveco por parte del Ministerio de Energía y Minas, autoridad responsable, mediante la Resolución Directoral N°266-2000-EM/DGAA.

Para el año 2008, AAQ elabora y presenta la primera modificatoria del EIA del Proyecto Minero Quellaveco, con el objetivo de realizar cambios en la ubicación y tamaño del componente de la Planta Concentradora y del sistema de abastecimiento de agua para mina, la cual, a cargo del Ministerio de Energía y Minas, es aprobada el 23 de abril del 2010 mediante la Resolución Directoral N°140-2010-MEM/AAM.

Con fecha del 30 de marzo del año 2010, AAQ presenta ante el Ministerio de Energía y Minas, la segunda modificatoria del EIA del Proyecto Minero Quellaveco, cuya elaboración tenía como objetivo realizar el cambio de ruta de transporte de concentrados, líneas de transmisión e instalaciones portuarias, siendo aprobada mediante Resolución Directoral N°319-2010-MEM/AAM, con fecha del 14 de noviembre del mismo año.

Para el año 2012, se presenta ante el Ministerio de Energía y Minas, la tercera modificatoria del EIA, con la finalidad de optimizar el diseño y operación de la presa Vizcachas destinada para el abastecimiento de la mina, siendo dicha modificatoria aprobada mediante Resolución Directoral N°377-2012-MEM/AAM.

El 22 de mayo de 2014 se aprobó el Informe Técnico Sustentatorio (ITS) mediante la Resolución Directoral N° 214-2014-MEM-AAM, involucrando cambios en la huella del proyecto ubicada dentro del área de estudio de Línea Base Ambiental - área de operaciones, denominada así en los instrumentos de gestión ambiental anteriormente aprobados.

Para el año 2015, precisamente para el mes de agosto, mediante Resolución Directoral N°399-2015-MEM/AAM se aprueba la cuarta modificatoria del EIA que tenía como objetivo realizar modificaciones en la capacidad de planta, depósito de relave y mina.

2.2.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área de evaluación que abarca el MAP del Proyecto Minero Quellaveco se encuentra ubicada entre los distritos de Torata, Samegua y Moquegua, pertenecientes a la provincia de Mariscal Nieto y el distrito de Ilo, en la provincia de Ilo, pertenecientes a la región de Moquegua.

Dicha área de evaluación ha sido dividida en tres principales zonas, abarcando desde la zona de operaciones donde se encuentran los principales componentes del proyecto hasta las zonas de las ciudades de Moquegua e Ilo, siendo estos posibles receptores sensibles a los impactos que se manifiestan por el desarrollo del proyecto.

2.2.2.1. ZONA DE OPERACIONES

La zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco se encuentra geográficamente emplazada en el valle del río Asana, aproximadamente a unos 40 km al noreste de la ciudad de Moquegua, entre los 1700 y 4630 msnm, abarcando un área aproximada de 39,300 hectáreas. Esta zona se encuentra sobre las cuencas del río Asana y de las quebradas de Papujune y Cortadera, en donde se encuentran principales componentes del proyecto tales como el tajo a cielo abierto, el depósito de desmontes, el túnel de desviación del río Asana, la planta concentradora, el depósito de relaves, entre otros.

2.2.2.2. ZONA DE ALTA MONTAÑA

La zona de alta montaña contiene principalmente el área para el abastecimiento de agua para utilización de la mina, el cual consta de un esquema de abastecimiento de agua superficial (represa) compuesto por una estructura de captación de agua en el río Titire, un embalse ubicado en el río Vizcachas, un tanque de regulación ubicado en el cerro Pelluta y una tubería de conducción hasta la zona de operaciones.

2.2.2.3. ZONA DE LAS CIUDADES DE ILO Y MOQUEGUA

La zona de Ilo y Moquegua comprende el ámbito de influencia de ambas ciudades producto de la ruta de transporte de concentrados desde la zona de operaciones, pasando por la ciudad de Moquegua hasta la llegada a la ciudad de Ilo, precisamente en el puerto de ENGIE donde se llevará a cabo la construcción de la infraestructura de almacenamiento y embarque de concentrados en un área aledaña a las instalaciones de ENGIE.

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar las comunidades biológicas de los ecosistemas terrestres concernientes al área de influencia de Proyecto Minero Quellaveco correspondiente a la Campaña N°10 – Temporada Húmeda 2022.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprobar las formaciones vegetales existentes dentro del área de influencia del Proyecto Minero Quellaveco.
- Estimar la riqueza, abundancia, frecuencia, cobertura vegetal, similaridad e índices de diversidad para las comunidades biológicas terrestres presentes en el área de influencia del proyecto.
- Identificar las especies de flora y fauna terrestre protegidas por la normativa nacional e internacional, así como las especies endémicas presentes en el área de influencia del proyecto.
- Identificar las especies de importancia económica o aquellas que puedan ser de aprovechamiento o uso por las comunidades locales.
- Realizar un análisis comparativo con los monitoreos realizados en años anteriores y así observar cambios en las diferentes poblaciones de flora y fauna.

3. ACTIVIDADES DEL MAP N°10 CAMPAÑA HÚMEDA-2022

3.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO

Los puntos de monitoreo biológico se ubican en la zona de Alta Montaña y Operaciones.

3.1.1. ZONA DE ALTA MONTAÑA

Esta zona está comprendida por 54 puntos de monitoreo en flora y 14 en fauna incluyendo los censos que se realiza para vicuña, taruca y suri. Los puntos están distribuidos cerca al Anexo de Huachunta, componentes de la represa de Vizcachas y en Puente Bello- Titire. El objeto de monitoreo de estos puntos está en relación a la empresa de Vizcachas ubicada actualmente en la zona.

3.1.2. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones se tiene 18 puntos para flora y 14 para monitoreo de fauna. Se realiza el monitoreo de cada componente (flora, aves, mamíferos y reptiles). Adicionalmente a esto, el monitoreo de censo a diferencia de alta montaña, está dirigido a la búsqueda de individuos o rastros de guanaco. El objeto de estos puntos es evaluar los componentes biológicos a razón de las actividades de construcción en un comienzo y a posterior en la etapa de operación minera propiamente.

3.2. RESUMEN DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

3.2.1. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Las estaciones de monitoreo establecidos para la evaluación de flora fueron de 49, de los cuales 15 corresponden a la zona de operaciones, 34 puntos a la zona de abastecimiento de agua (Ver **Anexo 1** - Mapa de estaciones de monitoreo y **Anexo 3** - Descripción de puntos de flora y fauna) y 2 estaciones que no pudieron ser evaluadas debido a estar inundadas; adicionales a la campaña MAP-09 del 2021.

Cabe recalcar que se levantaron fichas para los puntos que no pudieron ser evaluados, ya que estos, se encontraban en áreas intervenidas y de difícil acceso representando un riesgo alto para los evaluadores en campo. Dichas fichas se adjuntan en el **Anexo 5**. En el Cuadro 1 se observan los puntos de monitoreo, así como las coberturas y unidades de vegetación identificadas.

3.2.2. PUNTOS DE MONITOREO PARA FLORA

Cuadro 1. Ubicación de Estaciones de monitoreo de Flora y Vegetación

N°	Estaciones de Monitoreo	Zona de Monitoreo	Zona	Este	Norte	Altitud	Cobertura vegetal	Unidad de vegetación	Estado
1	A17-T1-Tb	Abastecimiento	19 L	354618	8150939	4430	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
2	A17-T2-Tb	Abastecimiento	19 L	354592	8150721	4433	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
3	A34-T2-Tb-ca	Abastecimiento	19 L	357409	8159335	4387	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
4	F01-T1-Pj	Abastecimiento	19 L	358752	8159110	4415	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
5	F03-T1-Pj	Abastecimiento	19 L	358520	8159014	4412	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
6	F04-T1-Ca	Abastecimiento	19 L	359189	8156876	4273	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
7	F04-T2-Ca	Abastecimiento	19 L	359260	8156877	4271	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
8	F06-T1-Pj-m	Abastecimiento	19 L	356497	8156638	4389	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
9	F08-T1-Pj	Abastecimiento	19 L	358415	8156398	4389	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
10	F10-	Abastecimiento	19 L	357685	8158124	4384	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
11	F11-T1-Tb-ca	Abastecimiento	19 L	357518	8169362	4392	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
12	F15-T1-Tj	Abastecimiento	19 L	356783	8154247	4407	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
13	F16-T1-Tb-Ca	Abastecimiento	19 L	358113	8155685	4384	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
14	F17-T1-Tb-ca	Abastecimiento	19 L	357648	8155716	4388	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
15	F28-T1-Tb-ca	Abastecimiento	19 L	357150	8159363	4501	Bofedal	Césped de arroyo	Evaluado
16	F33-T1-Pj-m	Abastecimiento	19 L	356869	8155986	4390	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado

N°	Estaciones de Monitoreo	Zona de Monitoreo	Zona	Este	Norte	Altitud	Cobertura vegetal	Unidad de vegetación	Estado
17	O03	Operaciones	19 L	320205	8099669	3204	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
18	O03c	Operaciones	19 L	322403	8095933	3384	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
19	O04	Operaciones	19 L	312658	8102470	2895	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
20	O09	Operaciones	19 L	322232	8106668	3799	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
21	O10	Operaciones	19 L	327919	8107233	3485	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
22	O15	Operaciones	19 L	328505	8107156	4012	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
23	O15a	Operaciones	19 L	327957	8107184	3931	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
24	O15b	Operaciones	19 L	328958	8107002	4036	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
25	O32	Operaciones	19 L	314573	8103274	3153	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
26	O33	Operaciones	19 L	315340	8103651	3179	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
27	O34	Operaciones	19 L	320200	8100067	3424	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
28	F25-T1-Ca	Abastecimiento	19k	358568	8157196	4390	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
29	F09-T1-Pj	Abastecimiento	19k	358702	8156903	4391	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
30	F26-T1-Pj	Abastecimiento	19k	357895	8156554	4377	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
31	F02-T1-Ca (Tb)	Abastecimiento	19k	358691	8158978	4436	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
32	F02-T2-Ca (Tb)	Abastecimiento	19k	358649	8158995	4465	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
33	F22-	Abastecimiento	19k	354654	8158673	4387	Matorral arbustivo	Matorral andino con afloramiento rocoso	Evaluado
34	F05-T1-Ma	Abastecimiento	19k	354680	8159162	4413	Matorral arbustivo	Matorral andino con afloramiento rocoso	Evaluado
35	F05-T2-Ma	Abastecimiento	19k	354724	8159124	4409	Matorral arbustivo	Matorral andino con afloramiento rocoso	Evaluado
36	F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)	Abastecimiento	19k	355721	8157119	4407	Bofedal	Césped de arroyo	Evaluado
37	F07-T1-Pj	Abastecimiento	19k	356986	8157799	4402	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
38	F14-1	Abastecimiento	19k	354878	8155871	4413	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
39	F14-2	Abastecimiento	19k	354813	8155856	4411	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
40	F12-	Abastecimiento	19k	354581	8154356	4405	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
41	F13-T1-Ca (Tb)	Abastecimiento	19k	354489	8154328	4400	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
42	A25-T1-T6 (Tb)	Abastecimiento	19k	354087	8149702	4454	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado

N°	Estaciones de Monitoreo	Zona de Monitoreo	Zona	Este	Norte	Altitud	Cobertura vegetal	Unidad de vegetación	Estado
43	A25-T2-T6 (Tb)	Abastecimiento	19k	354007	8149657	4453	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
44	O30	Operaciones	19K	330825	8110781	4256	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y pajonal	Evaluado
45	O26	Operaciones	19K	326984	8109914	3957	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y pajonal	Evaluado
46	O06	Operaciones	19K	328646	8109057	3842	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y pajonal	Evaluado
47	O6b	Operaciones	19K	329711	8109757	4055	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y parches de Polylepis sp.	Evaluado
48	O08	Operaciones	19K	325284	8102263	3413	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y monte ribereño	Evaluado
49	O03b	Operaciones	19K	322759	8096128	3445	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares	Evaluado
50	F35-T1-Pj	Abastecimiento	19k	357425	8157828	4379	-	-	Zona inundada
51	F31-T1-Ca (Tb)	Abastecimiento	19k	354498	8156278	4382	-	-	Zona inundada
52	F24-T1-Tb_Ca	Abastecimiento	19k	356996	8157261	4386	-	-	Zona inundada
53	F23-T1_Pj_m	Abastecimiento	19k	356776	8156873	4358	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Zona inundada
54	F27-T1-Ca(Tb)	Abastecimiento	19k	357626	8158107	4388	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Zona inundada

Elaboración: ASILORZA, 2022

3.2.3. PUNTOS DE MONITOREO PARA FAUNA

Las estaciones de monitoreo correspondiente a fauna son 19, de los cuales 15 están ubicados en la zona de operaciones y 4 en la zona abastecimiento (**Anexo 2:** Mapas de estaciones de monitoreo; **Anexo 3:** Descripción de los puntos de flora y fauna). Las estaciones de monitoreo fueron los mismos para todos los grupos taxonómicos. También se evaluaron estaciones específicas para el censo de suris (04) y para vicuña y taruca (06), adicionalmente se formaron cuatro (04) frentes para el censo de guanacos.

De las 19 estaciones de monitoreo, seis estaciones no fueron evaluadas por encontrarse en áreas intervenidas e inaccesibles (O29), por lo que se elaboraron fichas que se adjuntan en el **Anexo 5**. Cabe señalar que esta estación se ubica en la cobertura vegetal Matorral arbustivo.

Cuadro 2. Ubicación de Estaciones de monitoreo de fauna

Estaciones de monitoreo	Zona	Coordenadas		Cobertura vegetal	Formación vegetal	Ficha	
		Este	Norte				
O6	Operaciones	328667	8109072	Matorral arbustivo - Ma	Matorral arbustivo		
T-14		331006	8107872	Pajonal andino - Pj	Pajonal - Matorral arbustivo		
O15		328376	8107245		Bosque de Polylepis		
O15PC1		329201	8106785		Pajonal - Matorral arbustivo		
O15PC8		327991	8107153			*	
O31		329552	8109863	Bosque relicto altoandino - Br-al	Matorral arbustivo		
O9		322248	8106663	Matorral arbustivo - Ma			
O10		319856	8105528				
O8		325564	8102309			Monte ribereño	
T-6		328938	8101222				
O29		321616	8103827			Matorral arbustivo	
OCONTROL		322405	8095932			Cardonal - Piso de Cactáceas columnares columnares	
M-52		323757	8096481				
O34		320252	8100059				
O33		315258	8,097,981			Matorral arbustivo	*
O32	314369	8103762				*	
T-6	Abastecimiento	356352	8158916	Pajonal andino - Pj	Pajonal andino		
T-20		352757	8170111				
T-15		353628	8149098				
T-16		356038	8154350				
Suri 01		343781	8139027	Área altoandina con escasa y sin vegetación			
Suri 02		328667	8149738				
Suri 03		351552	8169562				

Estaciones de monitoreo	Zona	Coordenadas		Cobertura vegetal	Formación vegetal	Ficha
		Este	Norte			
Suri 04		356364	8159114	Pajonal andino - Pj		
Ma-01 (Vicuña y Taruca)		342251	8140381	Área altoandina con escasa y sin vegetación		
Ma-02 (Vicuña y Taruca)		347118	8143130			
Ma-03 (Vicuña y Taruca)		355200	8148000	Pajonal andino - Pj		
Ma-04 (Vicuña y Taruca)		355282	8159230			
Ma-05 (Vicuña y Taruca)		368233	8151054			
Ma-06 (Vicuña y Taruca)		354064	8167761			
Pampa Tolar	Operaciones	326428	8099227			
Quebrada Yarito		323794	8096593			
Quebrada Salviani		324751	8104468			
Cerro Prieto		323642	8102541			

*Estaciones evaluadas en esta campaña.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

3.3. BITÁCORA DE LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO

3.3.1. CONSIDERACIONES

El presente monitoreo biológico forma parte del Monitoreo Ambiental Participativo (MAP), un compromiso de cumplimiento permanente asumido por Anglo American Quellaveco con el fin de hacer seguimiento al desempeño ambiental del proyecto, el cual, se inició desde el año 2013 con muestras de agua posteriormente, desde el tercer monitoreo, se añadieron otros componentes de medición (agua, aire, ruido y vibraciones, suelo, hidrobiología, flora y fauna). Es, así que, como parte de la decima campaña del MAP (10° Campaña MAP), realizada entre los meses de abril y mayo del 2022, bajo el contexto del estado de emergencia debido a la pandemia por el COVID-19, se realizó el monitoreo del componente biológico (flora, fauna e hidrobiología) para lo cual se siguieron los protocolos de seguridad y medio ambiente, así como, el protocolo de bioseguridad para la realización de las actividades en campo.

El monitoreo biológico de la temporada húmeda 2022, se realizó de acuerdo con los términos aprobados en la Minuta de Reunión de Coordinación del Sub Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Compromisos Ambientales del Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos con la Empresa Anglo American Quellaveco R.M. 106-2020-PCM llevada a cabo el 9 de Marzo de 2021, para flora se establecieron un total de 54 puntos, de los cuales 17 se

encontraban en la zona de operaciones y 34 puntos en la zona de abastecimiento. Sin embargo, en esta oportunidad 5 de los puntos no fueron evaluados debido a que se encontraban en zonas intervenidas y/o de difícil acceso, por lo que tuvieron que levantarse fichas (**Anexo 5**) explicando el motivo del por qué no se levantó la información. Así en el caso de la zona de abastecimiento se elaboraron 5 fichas, de las cuales los puntos F24-T1-Tb_Ca, F35-T1-Pj, F31-T1-Ca (Tb) (ubicados en zonas inundadas por la represa Vizcachas) se mantienen inundados, mientras los puntos F23-T1-Pj_m y F27-T1-Ca(Tb) se encontraron inundados en esta campaña (Campaña N°10-Temporada húmeda).

Para el caso de fauna, todos los grupos taxonómicos compartieron 19 puntos de monitoreo, de los cuales 15 se encontraban en la zona de operaciones y 4 en la zona de abastecimiento. En esta campaña (Campaña N°10-Temporada húmeda) todos los puntos de monitoreo fueron evaluados, sin embargo, se levantó 1 ficha para el punto T6 para su reubicación por ser inaccesible, lo mismo que el punto O32 que fue reubicado. También, se evaluaron estaciones específicas para el monitoreo de suris (4 puntos), vicuñas y tarucas (6 puntos) y guanacos (4 puntos).

Para realizar los análisis históricos de tipo comparativo, se utilizó la data cualitativa del monitoreo del año 2015 y la información cualitativa de estudios de impacto ambiental de los años 2007 y 2013. Así como también se utilizó la data cuantitativa de los monitoreos anteriores de los años 2019 y 2020. Cabe resaltar que, para analizar cambios en las poblaciones de las especies de flora y fauna se debe seguir la misma metodología, las mismas estaciones de monitoreo y esfuerzo de muestreo, siendo los informes del 2019, 2020 y 2021 los que cumplen con dichas características; sin embargo, a pesar de que la información del informe 2015 posee diferentes puntos de monitoreo también fue considerada para el análisis.

Para todos los grupos taxonómicos el análisis histórico de tipo comparativo se realizó a nivel de zona de operaciones y abastecimiento. En el caso de flora se tomó en cuenta la data de riqueza de especies de la temporada húmeda 2021. En el caso de fauna se tomó en cuenta el número de órdenes, familias y especies por zonas en las temporadas húmeda de los años 2015, 2019 y 2020, asimismo, se realizó una comparación de la riqueza y abundancia por zona de evaluación.

3.3.2. RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

3.3.2.1. ETAPA PREVIA A LA SALIDA DE CAMPO, DISTRIBUCIÓN Y CONFORMACIÓN DE EQUIPOS

Previo a las salidas de campo, se gestionó la disponibilidad de equipos y los especialistas necesarios para el trabajo de estos componentes. Los requisitos principales estaban dirigidos hacia la especialidad y los años de experiencia requeridos por SERFOR para la realización de estos trabajos.

En conjunto, especialistas, ASILORZA y principalmente los miembros del Sub Comité de Monitoreo y Vigilancia de los Compromisos Ambientales ejecutaron esta actividad.

Al iniciar la campaña, y en cada día de monitoreo se envió una ficha informativa (Cuadro 3) donde se detallaba los puntos de monitoreo, participantes y su distribución en cada componente.

Cuadro 3. Ejemplo de distribución diaria de puntos y participantes

DISTRIBUCIÓN 27/04/2022		
HUACHUNTA	ASILORZA 1 Z7M-930	CONDUCTOR: JOSÉ CARLOS SOSA COLANA ASILORZA: RICARDO BEGAZO QUICAÑA SCCA: MARIBEL PACHECO SCCA: MELISSA MAMANI
VIZCACHAS	ASILORZA-SCCA VBB-706 CON CAJA CON GANCHOS	CONDUCTOR: YHONI MAMANI NAIRA ASILORZA: ELVIS COAYLA SCCA: EDWARD QUISPE SCCA: SHELBY PASTOR
VIZCACHAS	CRONOGRAMA FLORA 1	FLORA 1 F10-, F27-T1-Ca (Tb), F24-T1-Tb_Ca (Tb, Bofedales), F23-T1-Pj_m
	V0V-756 SIN CAJA HERRAMIE CON GANCHOS	CONDUCTOR: RENE DE LA CRUZ BIÓLOGO: ALEXANDER QUISPE ÑAUPA ASISTENTE: IZAMAR DAJHANA TISNADO CÁCERES
	CRONOGRAMA FLORA 2	FLORA 2 F35-T1-Pj, F07-T1-Pj, F06-T1-Pj_m, F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)
	Z6V-705	CONDUCTOR: RONALDO SANCHEZ PINEDA BIÓLOGO: YAN CARLOS YIMER NINA LOAYZA ASISTENTE: TANIA CALLIZANA CONDORI
HUACHUNTA	CRONOGRAMA	AVIFAUNA T-15 HERPETOFAUNA T-15
	AVIFAUNA- HERPET VAK-863	CONDUCTOR: SAMUEL HUANCAPAZA VARGAS BIÓLOGA: DIANA CAROLINA ALCÁNTARA SERNA BIÓLOGA: CINTHYA YSABEL SALAS YBAÑEZ
	CRONOGRAMA MASTOFAUNA 1	MASTOFAUNA 1 T-15 (Instalación)
	V0E-722 SIN CAJA HERRAMIE CON GANCHOS	CONDUCTOR: RAMON FLOR CUSIHUALPA BIÓLOGO: ROMULO AUGUSTO CASANOVA FLORES ASISTENTE: RICHARD DAVID CONDORI LOPEZ
	CRONOGRAMA MASTOFAUNA 2	MASTOFAUNA 2 Ma-05; Ma-03
	V0X-845 SIN CAJA HERRAMIE CON GANCHOS	CONDUCTOR: ISMAEL SAGUA MAMANI BIÓLOGO: GENDRICK OMAR MELENDEZ LINARES ASISTENTE: ISSAMAR DINA DIAZ CATUNTA

Elaborado por: ASILORZA, 2022.

Cada día se empezaba con una charla de inducción sobre las actividades del día al igual que una charla de seguridad con el fin de sensibilizar a los participantes sobre los peligros en campo.

Fotografía 1. Charla de inicio de actividades



Fuente: ASILORZA, 2022.

3.3.2.2. ETAPA DE CAMPO

Una vez terminada la etapa de monitoreo ambiental-hidrobiológico, se dio inicio a la segunda etapa comprendida por los componentes de monitoreo biológico. Es así que el día 23 de abril arriban a la ciudad de Moquegua los especialistas y el día 24 se da inicio a este monitoreo en la zona de Alta Montaña.

Para la ejecución del trabajo en campo, el equipo se dividía en brigadas en función de cada especialidad (flora, mamíferos y aves/ reptiles) .

En cada brigada el especialista realizaba la explicación de las metodologías a aplicar con el fin de que los participantes puedan hacer un mejor seguimiento de la actividad.

Fotografía 2. Flora, el especialista realiza la explicación del método de muestreo en el punto F06-T1-Pj_m ubicado en alta montaña



Fotografía 3. Mamíferos , para esta actividad se usa trampas Sherman, pero previamente se tiene que preparar un cebo que tiene como función atraer a mamíferos menores (pequeños roedores)



Fotografía 4. Mamíferos , un miembro del Sub-Comité de Monitoreo y Vigilancia de los Compromisos Ambientales participa en la colocación de trampas de captura viva para mamíferos menores.



Fotografía 5. Aves, la especialista realiza el monitoreo mediante binoculares, fotografías, rastros y con reconocimiento de canto emitido por las aves presentes en la zona. El punto T-15 se ubica en alta montaña.



Ornitología: T15 Censo de aves

Fotografía 6. Reptiles, La especialista realiza el monitoreo mediante búsqueda intensiva de reptiles en zonas rocosas o arbustos. En la imagen se aprecia un espécimen del género *Liolaemus* "lagartija".



Fotografía 7. Mamíferos, avistamiento de *Hippocamelus antisensis* "tarucas, venado" en el punto Ma-05.



Censo de vicuña y taruca: Observación de *Hippocamelus antisensis* (taruca) en Ma-05

Para el caso flora, se tuvo algunos puntos inundados. En campo se procedió a tomar evidencia de ello y al llenado de una ficha de campo con información al respecto como se observa en la fotografía 8. Los puntos inundados fueron F23-T1-Pj_m; F24-T1-Tb-Ca (Tb bofedales); F27-T1-Ca-(Tb).

Fotografía 8. Miembros del Sub-Comité evidencian que el punto de monitoreo F24-T1-Ca(Tb Bofedales se encuentra inundado).



Finalizado los trabajos de monitoreo en la zona de alta montaña, se inició la evaluación de estos componentes en la zona de operaciones. A diferencia de los primeros días en alta montaña, en operaciones se presenta una geografía accidentada por lo que, en las charlas de seguridad se tuvo incidencia en las condiciones que se debían cumplir para realizar los trabajos de forma segura.

A su vez se encontró que algunos puntos de monitoreo presentaban modificaciones, el detalle de esto se desarrolla en el punto 5.0 del presente informe. Se encontró que el punto O32 es inaccesible por lo que después del llenado de una ficha de campo y en presencia de un miembro del Sub-Comité se procedió a reubicarlo a una zona igualmente representativa.

4. METODOLOGÍAS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

4.1. FLORA Y VEGETACIÓN

La evaluación de la flora y/o vegetación de las diferentes estaciones de monitoreo y su respectivo análisis responde a los compromisos establecidos en la resolución de autorización de estudios de patrimonio, RDG N° D000039-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS. Cabe señalar que algunos puntos de monitoreo presentaban afectaciones propias de las actividades locales como el pastoreo.

4.1.1. METODOLOGÍA

4.1.1.1. MÉTODOS PARA EL MONITOREO DE FLORA

Para el levantamiento de información se tomó como referencia a la “Guía de Inventario de la Flora y Vegetación” del Ministerio del Ambiente de Perú con Resolución Ministerial N° 059-2015 MINAM; además, de seguir la metodología de los monitoreos anteriores.

El monitoreo de flora se llevó a cabo en fechas variadas en los meses de marzo a junio del presente año. Para la evaluación se emplearon transectos de 50 m con el método de Cobertura Repetida (Mateucci & Colima, 1982), que consiste en contar el número de veces que una varilla contacta a cada especie de planta al descender a través de la vegetación hasta el suelo. Este tipo de evaluación permite obtener valores tanto de cobertura repetida como de cobertura porcentual de las especies.

4.1.1.2. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LOS ESPECÍMENES

Las muestras inicialmente fueron determinadas *in situ*, en los casos de muestras que no pudieron ser identificadas en campo, se procedió al registro fotográfico con énfasis en las estructuras morfológicas vegetales que sirvieron para el diagnóstico posterior en la etapa de gabinete.

4.1.1.3. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

La determinación se basó en los caracteres morfológicos de las plantas mediante el uso de claves y descripciones disponibles en Macbride *et al.* (1936), Sagástegui y Leiva (1993), Tovar (1993), Ostolaza (2011, 2014) y Beltrán y Roque (2015). Además de la consulta de la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (2020), y los herbarios virtuales como JSTOR Plant Science (2019) y Field Museum Herbarium (2020).




Para el agrupamiento taxonómico de las plantas vasculares se utilizó en el sistema de clasificación de Angiosperm Phylogeny Group IV - APG IV (2016) y se complementó con la clasificación de

Cronquist (1988). En cuanto a los cambios nomenclaturales registrados se tomó en cuenta la base de datos del Missouri Botanical Garden (2020) y The Plant List (2013) version 1.1.


4.1.1.4. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se realizó usando los siguientes parámetros:

PARÁMETROS

-  **Riqueza:** Es el número de especies distintas encontradas en una determinada área de estudio.
-  **Abundancia (N):** Es el número total de individuos registrados para una especie en particular y luego dividido por la suma de todos los individuos correspondientes a su unidad de muestreo. Este resultado se puede promediar entre todas las unidades de muestreo que corresponden a una formación vegetal y/o para toda el área de estudio. El resultado se presenta en porcentaje.
-  **Abundancia Relativa (AR):** es el porcentaje (%) de cada especie registrada en función del número total de individuos por estrato (leñoso o herbáceo) registrado en las unidades de muestreo


$$AR = (\text{Número de individuos por especie} / \text{Número de individuos totales por forma de vida}) \times 100$$

-  **Cobertura vegetal total:** entendida como la proporción de área ocupada por la vegetación, es decir, es el área generada sobre el suelo por la proyección horizontal de las plantas. Este parámetro se calculará en base a la metodología de intersección punto, tomando la sumatoria del número de toques de todas las especies, entre los 100 puntos por 100.

$$\text{Cobertura vegetal} = \frac{\sum \text{d} \text{t} \text{ l} \text{ e}}{\text{N}^{\circ} \text{ d} \text{ p} \text{ t}} \times 100$$

DIVERSIDAD

En el análisis de los índices de diversidad se empleó el programa PAST versión 2.17c (Hammer et al., 2001), asimismo, se realizó las conversiones para el caso del índice de Shannon-Wiener (H') con el fin de obtener los datos en las unidades correspondientes a lo establecido en los lineamientos de la "Guía de Inventario de la Flora y Vegetación" del Ministerio del Ambiente de Perú (2015).

-  **Índice de Shannon Wiener (H')**: Mide el grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección dada. El Índice de diversidad de Shannon-Wiener puede ser interpretado como una medida de la heterogeneidad de la diversidad (diversidad alfa), pues depende del número de especies y de la abundancia de cada

una de ellas, es decir, el índice aumentará si hay un mayor número de especies (riqueza) y si cada especie posee un número similar de individuos (equidad). Este índice varía entre 1 y 5.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

p_i = Probabilidad de encontrar a la especie i o proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total

\log_2 = Logaritmo en base 2.

El valor del índice de Shannon-Wiener (H') usualmente oscila entre 1.5 y 3.5 (Gilbert y Mejía 2002). El cálculo del índice usando logaritmo en base 2 implica que las unidades sean bits/individuo. Para interpretar los valores de este índice se agrupó mediante la siguiente escala: baja (0 a 1 bits/ind.), media (1 - 2 bits/ind.) y alta (>2 bits/ind.)



Índice de dominancia de Simpson (1-D): mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie; está fuertemente influenciado por la abundancia de las especies más dominantes. Este índice se expresa con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

S = Es el número de especies

N = Es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)

n = Es el número de ejemplares por especie.



Índice de uniformidad de Pielou (J'): mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de manera que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

$$J = \frac{H'}{H' \max}$$


Donde:

$H' \max = \ln S$

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

SIMILARIDAD

Para el análisis de los datos de similaridad se empleó el programa PAST versión 2.17c (Hammer et al., 2001) utilizando los siguientes parámetros:

 **Coeficiente de similitud de Jaccard (Ij):** Mide la similitud de especies entre los diferentes ecosistemas. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.


$$I_j = \frac{c}{(a + b + c)}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

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

 **Índice de Morisita-Horn:** Este índice es ampliamente empleado y recomendado por la literatura, sin embargo, no es tan popular como los anteriores. El índice de Morisita (forma abreviada de llamarlo) es un índice basado en la abundancia (a diferencia de los anteriores que se basan en la incidencia de especies), no está influenciado por el tamaño de muestra o riqueza, pero es muy sensible a la abundancia de las especies más abundantes (Moreno, 2001).

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (a_{ni} \times b_{nj})}{(d_a + d_b) a_N \times b_N}$$

Dónde:

a_{ni} = número de individuos de la i-ésima especie en el sitio A.

b_{nj} = número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B.

N_a = número de individuos en el sitio A.

$d_a = \sum a_{ni}^2 / N_a^2$ para el sitio A.

$d_b = \sum b_{nj}^2 / N_b^2$ para el sitio B.

ESFUERZO DE MUESTREO

Las curvas de acumulación de especies representan el número de especies diferentes que se espera encontrar dentro de un área geográfica o comunidad, expresado como una función de la medida del esfuerzo de muestreo realizado (Díaz-Frances y Soberón, 2005). Las curvas de acumulación permiten según Jiménez-Valverde y Hortal (2003):

- Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y hacer posible su comparación.
- Estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Para el análisis de curva de acumulación se utilizó el modelo de Clench, es el más utilizado y ha demostrado tener un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales y para con la mayoría de los taxones. Para ello se emplean los datos de abundancia del área total y por unidad de vegetación que son analizadas con los programas Estimates v9.1.0 y Statistica v10 (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Cabe indicar que según los lineamientos de la “Guía de Inventario de la Flora y Vegetación” del Ministerio del Ambiente de Perú (2015) el esfuerzo de muestreo representativo que debe registrarse debe ser mayor al 50% de la flora existente.

ESPECIES CATEGORIZADAS EN LEGISLACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL

Para establecer la existencia o no de especies protegidas en el área del estudio, se consultó el Listado sobre la Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre en el Decreto Supremo N° 043-2006-AG; y de acuerdo a categorizaciones internacionales, se utilizaron las especies listadas en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre - CITES (2021) y la lista Roja de The International Union of Conservation of Nature - IUCN versión 2021-II

ESPECIES ENDÉMICAS

Se consultó el Libro Rojo de las Plantas Endémicas de Perú editado por León *et al.* (2018) que considera los criterios establecidos por la IUCN.

ESPECIES CON POTENCIAL USO LOCAL

Los usos asignados a las especies fueron consultados a los apoyos locales durante el trabajo de campo, asimismo, se revisó bibliografía especializada, con la finalidad de elaborar un listado de las especies que tienen importancia económica y cultural en estas poblaciones. Ornamental (ORN): especies que por sus características físicas adornan el paisaje.

4.2. FAUNA SILVESTRE

Para la evaluación de fauna silvestre se consideró lo descrito en la “Guía de Inventario de Fauna Silvestre” publicada por el Ministerio del Ambiente – MINAM y aprobada mediante Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM, y las metodologías empleadas en los monitoreos biológicos de las anteriores campañas del MAP.

El levantamiento de información para el monitoreo biológico durante la temporada húmeda consideró 3 grupos taxonómicos: i) aves (ornitología), ii) mamíferos (menores terrestres y mayores - mastozoología) y, iii) anfibios y reptiles (herpetología).

4.2.1. METODOLOGÍA

4.2.1.1. MÉTODOS PARA EL MONITOREO DE FAUNA

A continuación, se detallan los métodos usados para cada grupo taxonómico:

ORNITOLOGÍA

Se aplicó el método de puntos de conteo o “Point Counts” (PC), el cual consiste en la observación directa e indirecta de aves a lo largo de un recorrido de 2000 metros, en el que se establecieron 10 puntos fijos de conteo por estación de monitoreo. Cada PC estuvo separado entre sí por una distancia de 200 m (MINAM, 2015). En cada uno de ellos se registró las especies de aves y contó el número de individuos observados durante un tiempo aproximado de diez minutos, considerando tres minutos de anotación y registro de las condiciones ambientales en el momento de la evaluación (microhábitat, hora de registro, etc). Cada PC fue georreferenciado y caracterizado en cuanto al tipo de vegetación, suelo, pendiente, actividades antropogénicas, entre otras. El avistamiento de aves se hizo con la ayuda de binoculares de 10 x 45, marca Vortex HD.

Asimismo, con la finalidad de confirmar la determinación taxonómica de algunas especies, se colocaron redes de neblina en el área de operaciones. Cada ave captura fue liberada posteriormente a la toma de fotografías, registro de datos que incluyeron especie, sexo, coloración, grado de osificación, longitud de pico, ala, tarso, cola, entre otros.

Monitoreo de *Rhea pennata* “Suri”

Se realizaron transectos o recorridos en camioneta a una velocidad constante de 25 km/h, a lo largo de caminos y carreteras. Los transectos tuvieron un ancho de banda de 1 km a ambos lados de la línea de transecto. En los lugares donde el acceso con vehículos no fue posible, se realizó recorridos a pie. La evaluación fue realizada por dos observadores, a manera de poder cubrir ambos lados del transecto. De manera complementaria se realizó registros oportunistas al momento de la evaluación en los estaciones de monitoreo

MASTOZOLOGÍA

Monitoreo de mamíferos menores terrestres

Para la evaluación de pequeños mamíferos terrestre se empleó el método de transectos con trampas. En cada estación de monitoreo se estableció un transecto lineal de 240 metros, dividido en 25 estaciones con dos trampas de captura viva tipo Sherman, con una separación de 10 m. Las trampas fueron instaladas durante el día y revisadas a la mañana siguiente (24 horas de actividad). Los individuos capturados de manera temporal fueron colocados en bolsas de tela para la toma de datos. Antes de la liberación se procedió al registro fotográfico y toma de medidas morfométricas

(longitud de la oreja, cola, total, entre otros). Los roedores capturados fueron identificados en campo.

Monitoreo de mamíferos medianos y mayores

Para la evaluación de este grupo se realizaron transectos lineales durante el horario diurno tratando de abarcar 1 km de recorrido (Burnham *et al.*, 1980; Aquino *et al.*, 2001), este transeco estuvo sujeto a los diferentes hábitats encontrados, además de la fisiografía del terreno y la accesibilidad en la zona evaluada. En estos transectos se tomaron en cuenta registros directos (avistamientos), e indirectos (huellas, rasguños, heces, pelos, restos óseos).

Monitoreo de *Vicugna vicugna* "Vicuña" y *Hippocamelus antisensis* "Taruca"

Para el censo de vicuña y taruca se realizaron recorridos en camioneta a una velocidad constante de 20 km/h, a lo largo de caminos y carreteras. En los lugares donde el acceso con vehículos no fue posible, se realizaron registros a pie. La evaluación contó con la participación de dos observadores a manera de cubrir ambos lados de la carretera o zona de evaluación.

El censo fue realizado durante horas de la mañana y se recorrieron transectos con una distancia de entre 2 y 4 km dependiendo de la accesibilidad y estado del área de evaluación.

Los datos que se tomaron fueron registros directos (avistamientos) e indirectos (huellas, estercoleros, revolcaderos, vocalizaciones), estos fueron fotografiados en lo posible y georreferenciados.

Monitoreo de *Lama guanicoe* "Guanaco"

Basado en los registros de guanacos realizados en estudios anteriores se establecieron cuatro zonas de evaluación: Pampa Tolar, Quebrada Yarito, Cerro Prieto y Quebrada salviani.

El censo fue ejecutado en un solo día, cada grupo compuesto por dos personas se desplazó a cada una de las zonas en horas de la mañana entre las 7 y 8 am. Se realizaron transectos entre 2 y 4 km de distancia dependiendo de la accesibilidad y estado del área de evaluación.

Se anotaron registros directos (avistamientos) e indirectos (huellas, estercoleros, revolcaderos, vocalizaciones), estos fueron fotografiados y georreferenciados.

HERPETOFAUNA

El método empleado fue la Evaluación por Encuentros Visuales (VES) o por sus siglas en inglés Visual Encounter Survey (Crump & Scott, 1994). Este método es empleado para determinar la riqueza y medir la abundancia relativa, por tanto, es apropiado para inventarios y estudios de muestreo

(Crump & Scott, 2001). El VES es ampliamente usado y recomendado para evaluaciones en grandes áreas donde los hábitats son uniformes y con buena visibilidad (Crump & Scott, 2001).

En cada estación de monitoreo se realizaron VES, con un tiempo de búsqueda de 30 minutos. Este método consistió en la búsqueda intensiva de reptiles y/o anfibios revisando sobre el sustrato, así como entre la vegetación, buscando potenciales lugares de refugio (debajo de rocas, piedras, arbustos, etc). De manera complementaria se realizaron transectos de 100 m para la búsqueda de anfibios y reptiles.

4.2.1.2. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

AVIFAUNA

Para la identificación taxonómica de las especies de aves registradas en campo se consultó las siguientes referencias bibliográficas: Aves de Sudamérica (Erize et al., 2006), A Field Guide to the Birds of Peru (Clements y Shany, 2001), y el Libro de Aves del Perú (Schulenberg et al., 2010). Para la actualización de los nombres científicos se empleó la Lista de Aves del Perú (Plenge, 2021).

MASTOFAUNA

Para la identificación taxonómica de las especies de mamíferos se usó las siguientes referencias bibliográficas (Patton et al, 2015; Eisenberg y Redford, 1999; Stepan et al., 2001; Stepan, 1995). Las evidencias indirectas registradas para los mamíferos medianos y mayores fueron identificadas con la ayuda de material bibliográfico, como las guías de huellas de Wilson *et al.* (1996); Krebs *et al.* (2008), Becker y Dalponte (1999); Emmons y Feer (1999); y Tirira (2007).

Para la elaboración de los listados de riqueza de especies, se siguió la nomenclatura propuesta por Wilson y Reeder (2005) y los arreglos realizados por Pacheco *et al.* (2009; 2020).

HERPETOFAUNA

La identificación taxonómica se realizó en campo y fue verificada mediante registros fotográficos. Para el proceso de identificación se empleó bibliografía especializada para cada grupo taxonómico. Para el caso de anfibios se emplearon referencias como Vellard (1960), Duellman (2000), Lehr (2005). Duellman & Lehr (2009), Duellman & Wiens (1993). Para la actualización de nombres científicos se usó la web de Amphibians Species of the World (Frost, 2021).

Para reptiles se usó referencias como Dixon & Wright (1975), Boulenger (1994), Avila-Pires (1995), Carrillo e Icochea (1995), Aguilar *et al.* (2016) y para la actualización de nombres científicos se utilizó The Reptile Database (Uetz, 2021).

4.2.1.3. ANÁLISIS DE DATOS

PARÁMETROS

- **Riqueza de especies:** Número de especies (S) presentes en una comunidad o muestra (varios inventarios).
- **Abundancia:** Es el número total de individuos (N) registrados en una o más comunidades durante un inventario.
- **Abundancia relativa (AR):** Se define como el número de individuos de una especie con respecto al número de individuos totales de las unidades de vegetación. Se aplica en los diferentes grupos taxonómicos de fauna silvestre.
- **Índice de Ocurrencia de Boddicker (IO):** Se emplea el índice de ocurrencia de acuerdo con el criterio de Boddicker et al. (2002). El índice consiste en puntos acumulados de las diferentes evidencias registradas para cada especie. Cuando el índice alcanza un mínimo de 10 puntos o más, se concluye que la especie está presente en el sitio

Cuadro 4. Puntajes de diferentes tipos de evidencias directa e indirectas para calcular el índice de ocurrencia

Tipo de Evidencia	Puntaje
Evidencia No Ambigua	
Especie observada (Obs)	10
Especie colectada (Co)	10
Evidencia de Alta Calidad	
Huellas (Hu)	5
Despojos (huesos, pelos, cerdas)	5
Identificación por residentes locales.	5
Vocalizaciones y emanación de sustancias odoríferas. (Vo)	5
Evidencia de Baja Calidad	
Camas (Ca), madrigueras (Ma), caminos (Cam), rasguños [®]	4
Restos fecales (He)	4
Restos de alimentos (Ra)	4

Fuente: Boddicker et al. (2002)

- **Índice de Actividad de Boddicker (IAB):** Se utilizó el Índice de Actividad (IA) en base a la metodología descrita por Rodríguez y Amanzo (2001). Para determinar el valor del índice se asume cada registro como un evento diferente, por tanto, se multiplica el valor de un tipo de evidencia por el número de veces en que fue registrado. La sumatoria de todos los productos indica el IA. Cuando los valores son superiores a 25 indican una mayor actividad de una especie en el área de estudio y valores inferiores a 25 indican niveles bajos de actividad.

DIVERSIDAD

- **Índice de Shannon Wiener (H')**: mide el grado de incertidumbre en predecir, si un individuo es escogido al azar, a qué especie puede corresponder. Está basado en la presunción que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran, 1988; Moreno, 2001). El índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) \log_2 p_i$$

Donde:

H'=Índice de diversidad de Shannon

Pi= ni/N

Ni=Número de individuos de la especie i

N=Número total de Individuos

- **El valor del índice de Shannon-Wiener (H')** usualmente oscila entre 1.5 y 3.5 (Gilbert y Mejía, 2002,21). El cálculo del índice usando logaritmo en base 2 implica que las unidades sean bits/individuo. Para interpretar los valores de este índice, en el siguiente cuadro se presenta la escala de diversidad en base de los valores numéricos que la fórmula nos expresa.

Cuadro 5. Interpretación de la diversidad de Shannon Wiener (H')

Diversidad de Shannon – Wiener (H') (bits/ind)	Escala de diversidad
0 – 1	Escasa
1 – 2	Media
> 2	Alta

Fuente: Magurran (1988), Gilbert y Mejía (2002) y Moreno (2001).

- **Índice de Simpson:** El índice de Simpson (1-D) también es utilizado para estimar la diversidad de las especies (Simpson, 1949). En comparación al índice de Shannon-Wiener, este índice da mayor peso a especies más comunes y menor peso a especies no comunes. La D se define como la probabilidad de que dos individuos dentro de una comunidad sean de la misma especie al ser tomados al azar. A medida que D se incrementa, la diversidad decrece, por ello el índice de diversidad de Simpson es generalmente expresado como 1-D. La fórmula del índice de Diversidad de Simpson (1-D) es la siguiente:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2$$

El rango de valores del índice de diversidad de Simpson va desde cero (baja diversidad) a un máximo de $(1-1/s)$, donde “s” es el número total de especies (Krebs ,1985).

- **Índice de Pielou:** Propone que, si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia, el índice usado para medir la equidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas (Odum, 1985). Hurlbert (1971) destacó que todos los índices de equidad mantendrían esta propiedad si son expresados como una proporción entre el valor de la diversidad con el máximo y/o mínimo de la diversidad. La fórmula del índice de Pielou (J') es la siguiente:

$$J' = H' / \log_2 S$$

Donde:

J' = Índice de equidad de Pielou.

H' = Índice de Shannon-Wiener.

$\log_2 S$ = Es la diversidad máxima (H' max) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuera perfectamente equitativa.

S = Número de especies.

El valor obtenido varía entre 0 y 1, adquiere el valor 1 en situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

SIMILARIDAD

- **Coefficiente de Similitud de Jaccard:** El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. Se formula de la siguiente manera:

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

Dónde:

a = número de especies presentes en el sitio A,

b = número de especies presentes en el sitio B,

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

- **Índice de Morisita-Horn:** Complementa al índice de similaridad cualitativo ya que expresa la semejanza entre dos muestras considerando la composición de especies y sus abundancias. Está fuertemente influenciado por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, y es altamente sensible a la abundancia de la especie más abundante (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995). Relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y el total.

$$I_i = \frac{2 \sum (D_i * E_j)}{(d_i + d_j) a_i * b_j}$$

Dónde:

aN = número de individuos presentes en el sitio A,

bN = número de individuos presentes en el sitio B,

DN= número de individuos de la i-ésima especie en el sitio A

EN = número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B

ESPECIES CATEGORIAZADAS EN LEGISLACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL

Se determinó el estado de protección de las especies registradas según listas de categorización nacional: Lista de Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre aprobada mediante Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, e internacional: Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Lista de Especies Incluidas en los Apéndices de la Convención Internacional sobre la Comercialización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre – CITES).

ESPECIES ENDÉMICAS

- Para aves se empleó la “Lista de Aves del Perú” de Plenge (2021).
- Para mamíferos se empleó la “Lista de especies amenazadas de la IUCN” (2021-2) y los estudios realizados por Pacheco *et al.* (2002; 2009; 2020).
- Para anfibios y reptiles se empleó las listas de anfibios (Rodríguez *et al.*, 1993) y reptiles (Carillo e Icochea, 1995), así como referencias bibliográficas especializadas.

ESPECIES MIGRATORIAS SEGÚN CMS

Convención de Especies Migratorias (CMS por sus siglas en inglés). El Apéndice I de esta convención lista especies amenazadas y el Apéndice II contiene especies que deben ser materia de acuerdos internacionales para su conservación. Ambos apéndices incluyen especies que migran al Perú (CMS, 2020).

EBAS E IBAS

Se consideró las Áreas de Aves Endémicas (EBAs) del Perú. Estas son áreas donde se concentran las especies de distribución restringida (Statterfield *et al.*, 1998). En países con territorios extensos, el concepto de especies de distribución restringida desarrollado por BirdLife Internacional puede tener mayor importancia que el concepto de especies endémicas pues las especies endémicas se presentan dentro de los límites políticos, pero pueden tener un área de distribución relativamente grande. Las especies de distribución restringida, que ocupan áreas menores de 50,000 km², son

vulnerables debido a su pequeño rango y consecuente pequeña población. Las áreas donde existen varias de estas especies usualmente coinciden con áreas de distribución restringida de otros grupos de biota.

ESPECIES CON POTENCIAL DE USO

Se indican las especies con mayor importancia en el ecosistema como las de importancia económica para los pobladores locales, en su rol como controladores naturales de potenciales plagas o indicadores ambientales, etc. De la misma manera para los grupos taxonómicos de fauna silvestre que a través de encuestas semiestructuradas se registra la importancia en la comunidad local de las especies, como fuente de alimento, mascota, entre otros.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. FLORA Y VEGETACIÓN

5.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS VEGETALES

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.

De acuerdo con el Mapa de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015), para las zonas de evaluación del monitoreo biológico se han identificado un total de 4 coberturas vegetales para flora entre las cuales se tienen: Matorral arbustivo (Ma), Pajonal Andino (Pj) y Bofedal (Bo). Considerando que en la cobertura de pajonal andino se identificó el subtipo tolar.

En las siguientes secciones se realizará una descripción general de cada tipo de cobertura vegetal identificada.

5.1.1.1. PAJONAL ANDINO

Este tipo de cobertura vegetal está conformado mayormente por herbazales ubicado en la porción superior de la cordillera de los andes, aproximadamente entre 3800 y 4800 m.s.n.m. Se desarrolla sobre terrenos que van desde casi planos como en las altiplanicies hasta empinados o escarpado, en las depresiones y fondo de valles glaciares.

En esta gran unidad de cobertura vegetal se ha integrado en tres subunidades, fisonómica y florísticamente diferentes, tales como: pajonal (hierbas en forma de manojos de hasta 80 cm de alto), césped (hierbas de porte bajo hasta de 15 cm de alto) y tolar (arbustos de hasta 1,20 m de alto).

En el denominado subtipo pajonal, existen asociaciones de *Calamagrostis-Stipa* (predominan las especies *Calamagrostis rigida*, *Stipa hans-meyeri*, seguido de *Pycnophyllum molle*, *Parastrephia phyllocaeformis*, *Loricaria graveolens*, entre otras; en la Asociación *Festuca - Stipa*, predominan las especies *Festuca weberbaueri*, *Stipa inconspicua*, *Calamagrostis amoena*, entre otras; y en la Asociación *Stipa - Margiricarpus*, predominan las especies *Stipa ichu*, *Margiricarpus strictus* seguidas de *Aciachne pulvinata*.

Flores *et al.* (2005), menciona que el subtipo “césped”, con alturas de hasta 15 cm, está dominado por gramíneas y gramioides, con inclusiones de especies en forma de cojines o almohadillas, planos o convexos, tales como: *Aciachne pulvinata*, *Aciachne acicularis*, *Calamagrostis vicunarum*, *Agrostis breviculmis*, *Calamagrostis minima*, *Dissanthelium calycinum*, *Dissanthelium macusaniense*, *Festuca peruviana*. Entre las especies arbustivas destacan las asteráceas como *Werneria nubigena*, *Werneria pygmaea*, *Baccharis caespitosa*, *Senecio repens*, *Gamochaeta oreophila*, *Cuatrecasasiella isernii*; gentianáceas como, *Gentianella chryso-sphaera*, *Gentiana sedifolia*; malváceas como *Nototriche pinnata*; geraniáceas como *Geranium pavonianum* y rosáceas como *Alchemilla pinnata*

El subtipo “tolar” se caracteriza por el predominio de comunidades arbustivas sobre las herbáceas, teniendo su mayor representatividad geográfica en la puna del sur, como los departamentos de Puno, Tacna, Moquegua, Arequipa, Ayacucho y Apurímac. Predominan las especies resinosa como *Parastrephia lepidophylla*, *Parastrephia phyllocaeformis*, *Baccharis tricuneata*, *Diplostephyum sp.*; se incluyen otras arbustivas como, *Fabiana densa*, *Lupinus microphyllus*, *Chuquiraga espinosa*, *Senecio spinosus*, *Ephedra americana*; herbáceas como *Stipa inconspicua*, *Pycnophyllum molle*, *Festuca rigescens*, *Aciachne pulvinata*, *Calamagrostis vicunarum*, *Stipa ichu*, *Aciachne pulvinata*, *Werneria sp.*, *Senecio spinosus* y *Calamagrostis vicunarum*, entre otras.

Mientras que en el subtipo Tolar, se determinan asociaciones vegetales de *Parastrepetium-Stipetum*.

5.1.1.2. MATORRAL ARBUSTIVO

Este tipo de cobertura vegetal se encuentra distribuido ampliamente en la región andina, desde aproximadamente 1500 hasta 3800 m.s.n.m. en la zona sur y centro del país, y desde 1000 hasta los 3000 m.s.n.m. en la zona norte del país, es decir, en ambos casos, hasta el límite de los pajonales naturales.

En el Matorral arbustivo se distinguen tres subtipos de Matorral arbustivo:

- El subtipo Matorral arbustivo del piso inferior, es influenciado por la condición de humedad del suelo, es decir aridez y semiaridez, ubicado aproximadamente a partir de 1500 m.s.n.m.
- En el subtipo Matorral arbustivo del piso medio y alto, es comprendido en los rangos altitudinales de aproximadamente 2500-3800 m.s.n.m., dominado por las condiciones subhúmedas. La vegetación está conformada por comunidades arbustivas tanto de carácter caducifolio como de carácter perennifolio, mostrando una mayor diversidad florística que el subtipo descrito anteriormente. Entre las especies más frecuentes se mencionan a las siguientes: *Dodonea viscosa*, *Kageneckia lenceolata*, *Mutisia acuminata*, *Barnadesia dombeyana*, *Agave americana*, *Tecoma sambucifolia*, *Ophryosporus peruvianus*, *Ambrosia arborescens*, *Grindelia sp.*, *Heliotropium sp.*, *Spartium junceum*,

Senecio sp., *Bidens* sp., etc.; entre las cactáceas más frecuentes se encuentran *Opuntia subulata* “anjokishka”, etc. Se incluyen en este piso algunas especies arbóreas de porte bajo y de manera dispersa, tales como: *Acacia macracantha*, *Schinus molle* y *Caesalpinea spinosa*.

- En el nivel superior, comprendido en los rangos altitudinales de 2000-3500 en la zona central y valles interandinos, de 3500-3800 en la zona central occidental y de 3600 y 3800 en la zona sur, existen mejores condiciones de humedad y menores valores de temperatura las condiciones humedad propicia el desarrollo de una mayor diversidad de especies arbustivas, entre ellas se mencionan a las siguientes: *Lupinus balianus*, *Baccharis tricuneata*, *Parastrephya lepidopylla*, *Diplostephyum* sp., *Dunalia espinosa*, *Hesperomeles* sp, *Brachiotun* sp., *Tibouchina* sp., *Aristeguietia* sp., *Senna biflora*, *Berberis lutea*, *Monnina* sp., *Solanun* sp., entre otras.

5.1.1.3. BOFEDAL

El bofedal llamado también “oconal” o “turbera”, constituye un ecosistema hidromórfico distribuido en la región altoandina, a partir de los 3800 msnm., principalmente en las zonas sur y central del país.

Se alimentan del agua proveniente del deshielo de los glaciares, del afloramiento de agua subterránea (puquial) y de la precipitación pluvial.

La vegetación herbácea hidrófila es siempre verde, compacta y de porte almohadillado o en cojín, representadas de manera general por las siguientes especies: *Distichia muscoides* (“champa”) de la familia Juncaceae, *Plantago rigida* (“champa estrella”) de la familia Plantaginaceae, *Alchemilla pinnata* familia Rosaceae, *Werneria caespitosa* - familia Asteraceae, *Hypochoeris* sp. – familia Asteraceae, *Hypochaeris* sp. - familia Asteraceae, *Eleocharis* sp. (familia Cyperaceae), *Poa ovatum* (familia Poaceae), *Rorippa nasturtium* (familia Cruciferae), *Luzula peruviana* (familia Juncaceae), *Gentiana sedifolia* (familia Gentianaceae), *Calamagrostis rigescens* (familia Poaceae), *Calamagrostis jamesoni* (familia Poaceae), *Scirpus rigidus* (familia Cyperaceae), *Agrostis* sp. (familia Poaceae), *Genciana prostrata* (familia Gencianaceae), entre otras, etc.

En los bofedales de la vertiente oriental, están representados por las especies: *Oreobolus obtusangulus*, *Gentianella perscurarrosa*, *Oritrophium limnophilum*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Hypochaeris taraxacoides* y *Carex* sp. Mientras que, en bofedales más secos de la vertiente occidental, figuran las especies *Phylloscirpus acaulis*, *Lachemilla diplophylla*, *Zameioscirpus muticus*, *Gentiana sedifolia*, *Werneria pygmaea* y *Eleocharis* sp. Asimismo, en bofedales de gran altitud, se encuentran especies como *Poa aequigluma*, *Distichia muscoides*, *Arenaria gigyna*, *Poa humillina*, *Aciachne pulvinata* y *Lucilia kunthiana* (Valencia et al., 2013).

5.1.1.4. BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

Por otro lado, cabe señalar que en los espacios limítrofes de las estaciones de monitoreo se ha identificado la presencia de parches de *Polylepis rugulosa*, en el caso de las estaciones de monitoreo **015b, O6b, O06**.

Si bien estos parches no ocupan gran parte de las estaciones evaluadas, se define que pertenecen a la cobertura vegetal denominada como **Bosque Relicto Altoandino**, considerado como “relictos” debido a su baja representatividad (reducida superficie), alta fragmentación y poca accesibilidad, está representado por el género *Polylepis* conocido localmente como “queñoal”, “quinual” o “quenual”, el cual está conformado en nuestro país por más de 19 especies, como, por ejemplo, *Polylepis canoi*, *P. flavipila*, *P. incana*, *P. incarum*, *P. lanata*, *P. microphylla*, etc.

Los árboles son de porte bajo y achaparrado con alturas que van desde los 2.5 m (zonas secas del suroccidental) hasta los 10 m (zonas húmedas). La altura de los árboles está limitada por la humedad, alcanzando el bosque alturas máximas de hasta 10 m en sitios húmedos.

En el estrato inferior del bosque se desarrolla un tapiz herbáceo típico de la vegetación de puna, donde son comunes algunas poáceas como *Stipa* y *Festuca*, así como *Bidens*, *Alchemilla*, *Hypochaeris*, *Geranium*, etc. También se incluye algunas especies arbustivas como *Lupinus balianus*, *Diplstiphyum*, *Baccharias tricuneata*, *Ribes* sp., *Chuquiraga huamanpinta*, etc.

5.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE VEGETACIÓN

Dentro de las coberturas vegetales se han identificado unidades de vegetación, sobre las cuales caen los puntos de las estaciones de monitoreo.

En el cuadro 6, se observan las unidades de vegetación correspondientes a cada cobertura vegetal.

Cuadro 6. Coberturas y unidades de vegetación observadas en toda la zona de estudio.

Cobertura vegetal	Unidades de Vegetación
Bofedal	Césped de arroyo
	Formación mixta de turbera de <i>Distichia</i> y césped de arroyo
Matorral arbustivo	Matorral
	Formación mixta de matorral y pajonal
	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares
	Formación mixta de matorral y monte ribereño
	Formación mixta de pajonal, matorral y <i>Polylepis</i>
	Matorral andino con afloramiento rocoso
Monte Ribereño	Formación mixta monte ribereño y matorral

Cobertura vegetal	Unidades de Vegetación
Pajonal andino	Pajonal de puna seca
	Formación mixta de pajonal y matorral

Elaboración: ASILORZA, 2022.

A continuación, se hace una breve descripción de las unidades de vegetación:

A. Césped de arroyo

Caracterizado por la presencia de plantas de pequeño tamaño a manera de alfombra como *Alchemilla diplophylla*, *Werneria pygmaea*. Están asociados a cuerpos de agua o zonas de alta humedad con una altitud superior a los 4000 msnm. La principal diferencia con las turberas de *Distichia* es que no se observan plantas almohadilladas (en cojines) y ni presencia de turberas de alta profundidad.

B. Formación mixta de turbera de *Distichia* y Césped de arroyo

Es una formación mixta con presencia de turberas de *Distichia* en forma de cojines asociadas a una alta disponibilidad de materia orgánica y zonas con vegetación cespitosa con menor porcentaje de materia orgánica, ambas dependientes de la disponibilidad de agua.

C. Matorral

Formación con dominancia de vegetación arbustiva, sobre todo de asteráceas y rosáceas, también se observan elementos acompañantes como gramíneas vigorosas y hierbas de porte bajo.

D. Formación mixta de Matorral y Pajonal

Superficies dominadas principalmente por parches de matorrales altoandinos (generalmente *Baccharis*) interrelacionadas con gramíneas (Poáceas) vigorosas de porte alto.

E. Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares

Formación asociada a la presencia de cactus columnares de medio a gran tamaño de géneros como *Corryocactus* y *Oreocereus*, pueden presentarse como individuos dispersos o en pequeños rodales que alternan con especies herbáceas y arbustivas. Generalmente en zonas de alta pendiente.

F. Formación mixta de pajonal, matorral y *Polylepis*

Superficies con asociaciones vegetales con predominancia de pajonales vigorosos, arbustos altoandinos y la presencia de parches de bosque relictos de *Polylepis rugulosa*.

G. Matorral andino con afloramiento rocoso

Formación principalmente dominada por arbustos, sobre todo de asteráceas y rosáceas, los cuales se desarrollan generalmente en terrenos con afloramientos rocosos o pedregosos.

H. Pajonal de puna seca

Superficie diferenciada del pajonal andino por la escasa presencia de lluvias. Superficies dominadas fisionómicamente por gramíneas vigorosas, las cuales se encuentran dispersas en el terreno alternando con arbustos espinosos, hierbas y plantas almohadilladas como *Pycnophyllum*; generalmente se presentan en superficies con escasa pendiente.

I. Formación mixta de Pajonal y Matorral arbustivo

Superficies dominadas principalmente por gramíneas (Poáceas) vigorosas de porte alto y arbustos sobre todos de especies de asteráceas o compuestas, los cuales se interrelacionan también con frecuencia con afloramientos rocosos o suelos pedregosos.

5.1.3. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.1.3.1. ESFUERZO DE MUESTREO

En las zonas del proyecto se evaluó un total de 52 transectos de puntos de intercepción, cada uno de ellos de 50 m y con 100 puntos de intersección (cada 0.5 m) por transecto. No se evaluaron 2 estaciones de monitoreo, debido a la accesibilidad al encontrarse inundadas. La evaluación de la flora y vegetación incluye observaciones cualitativas, cuantitativas, evaluación de trayectos, así como la evaluación de las estaciones de monitoreo; a fin de proporcionar una mejor riqueza florística.

Cuadro 7. Esfuerzo de muestreo realizado en el área del proyecto en temporada húmeda 2022

Cobertura vegetal	Puntos de intersección 50 m (100 puntos)	Búsqueda intensiva (recorrido de 50 m ²)
Matorral arbustivo	21	21
Pajonal andino	13	13
Bofedal	15	15
Total	49	49

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.3.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

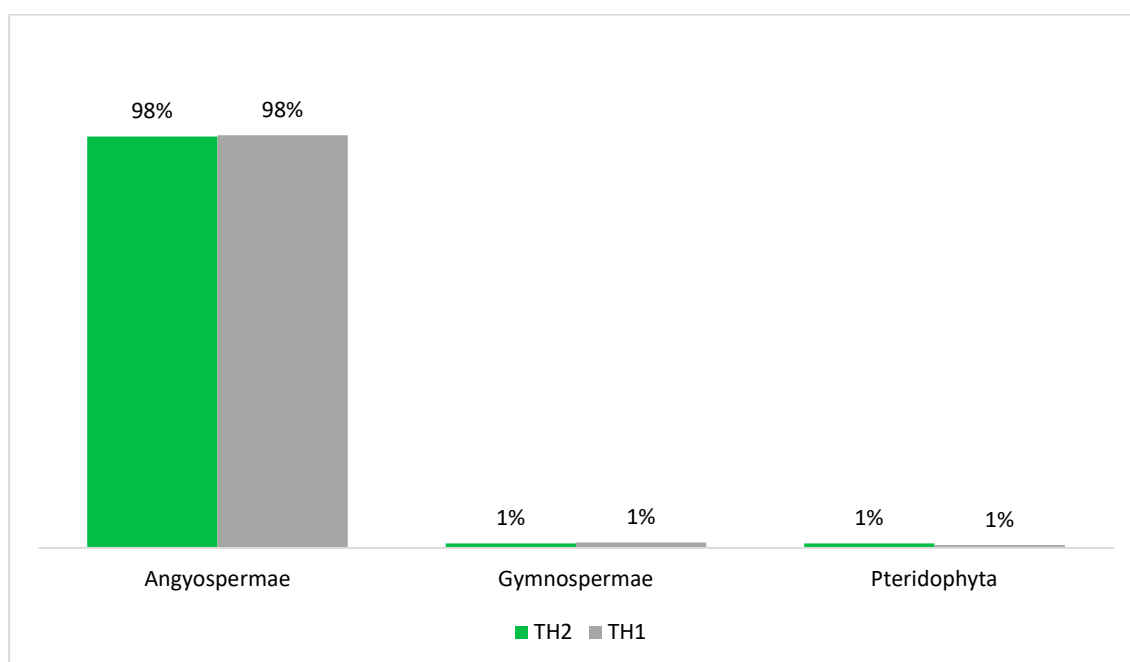
En la temporada húmeda, se aplicaron tanto métodos cualitativos como cuantitativos, de los cuales se reporta un total de 192 especies. Si bien, existen reportes cualitativos estos se encuentran en áreas alrededor de las estaciones de evaluación y/o en líneas limítrofes.

Si bien en esta temporada húmeda 2022 se reportan 198 especies (registros cualitativos y cuantitativos), mientras en la temporada húmeda 2021 se reportan 163 especies (registros cualitativos y cuantitativos); denotando a simple vista un 18% de diferencia entre estas dos temporadas. Cabe aclarar que en esta campaña MAP-10 sólo registran 97 especies a través del

método cuantitativo; en tanto que en la campaña MAP-09 para la temporada húmeda se reportaron 124 especies con registros cuantitativos.

De las especies reportadas en las temporadas húmedas 2021 y 2022, predominan los registros de Angiospermas, en porcentajes similares para ambas temporadas. No obstante, los registros de Pteridofitas son de carácter cualitativo y son poco representativos en ambas temporadas.

Figura 1 Composición de flora a nivel de taxa superior en temporada húmeda 2021 vs temporada húmeda 2022.



Donde: TH1=Temporada húmeda 2021 TH2= Temporada húmeda 2022

Elaboración: ASILORZA, 2022.

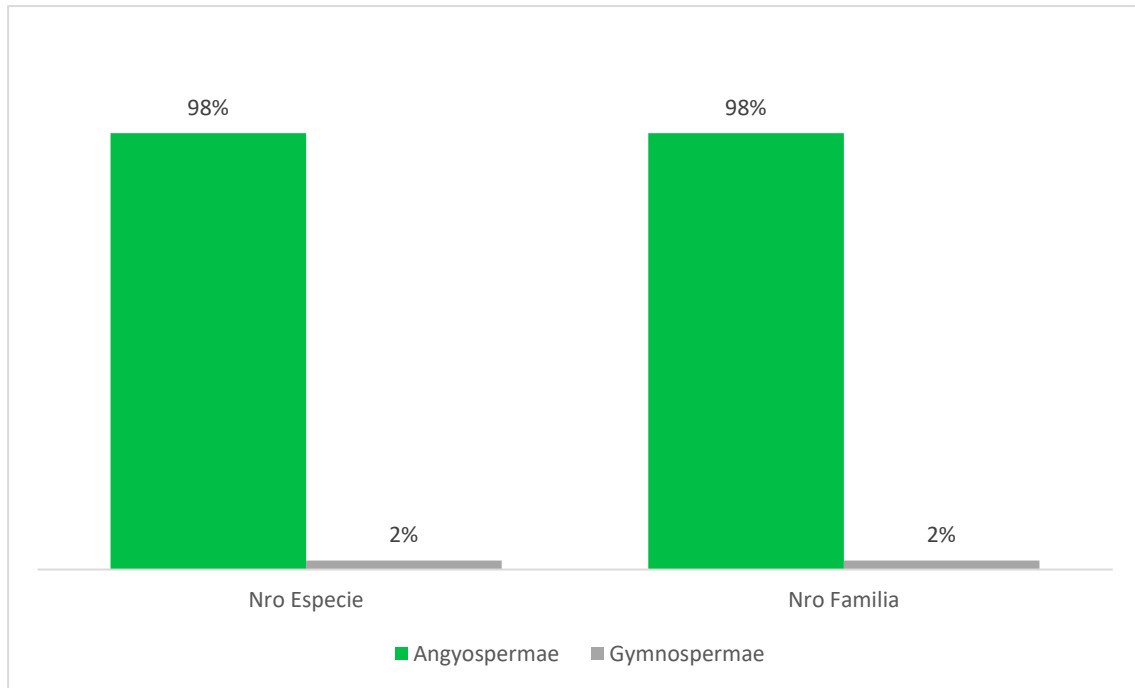
Cuadro 8. Distribución de órdenes, familias y géneros por grupos taxonómicos de flora en temporada húmeda 2021 vs temporada húmeda 2022.

División	Temporada húmeda 2021				Temporada húmeda 2022			
	Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Órdenes	Familias	Géneros	Especies
Angiospermas	23	36	96	160	22	41	112	188
Gimnospermas	1	1	1	2	2	1	1	2
Pteridofitas	1	1	1	1	2	2	2	2
Total general	25	38	98	163	26	44	115	192

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Los datos globales reportados en la temporada húmeda 2022, muestran un mayor registro de número de especies y familias en la división Angiospermae en comparación con la temporada húmeda 2021.

Figura 2 Composición de flora a nivel de división taxonómica en el área del proyecto en la temporada húmeda 2022.

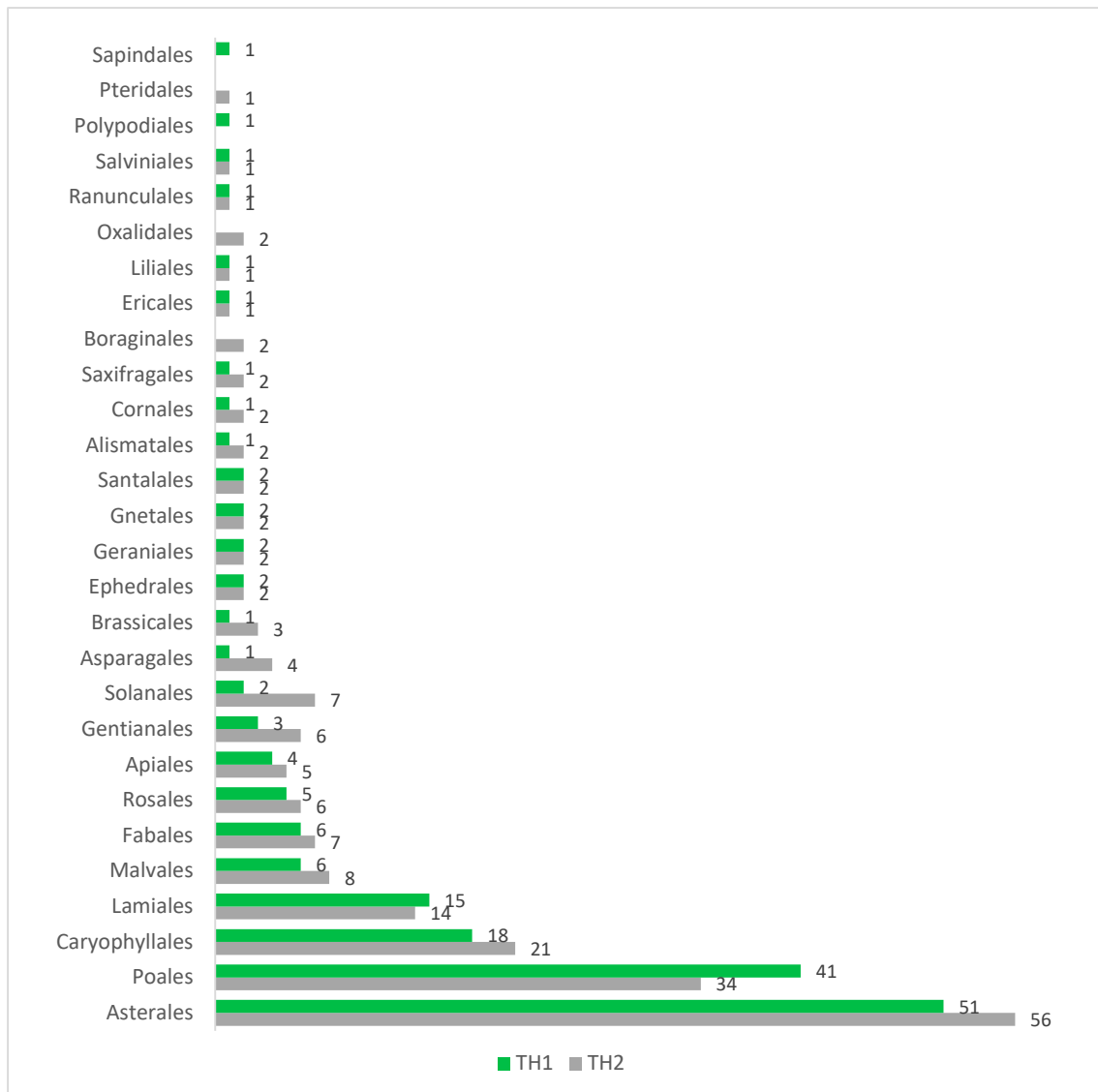


Elaboración: ASILORZA, 2022.

El orden con mayor representatividad de especies en la temporada húmeda 2022, son los órdenes Asterales (56 especies), Poales (34 especies) y Caryophyllales (21 especies).

Por otro lado, los únicos órdenes que son reportados con especies en la temporada húmeda 2022 son Polydiales y Sapindales, a diferencia de la temporada húmeda 2021.

Figura 3 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en el área del proyecto en la temporada húmeda 2022 vs temporada húmeda 2021.

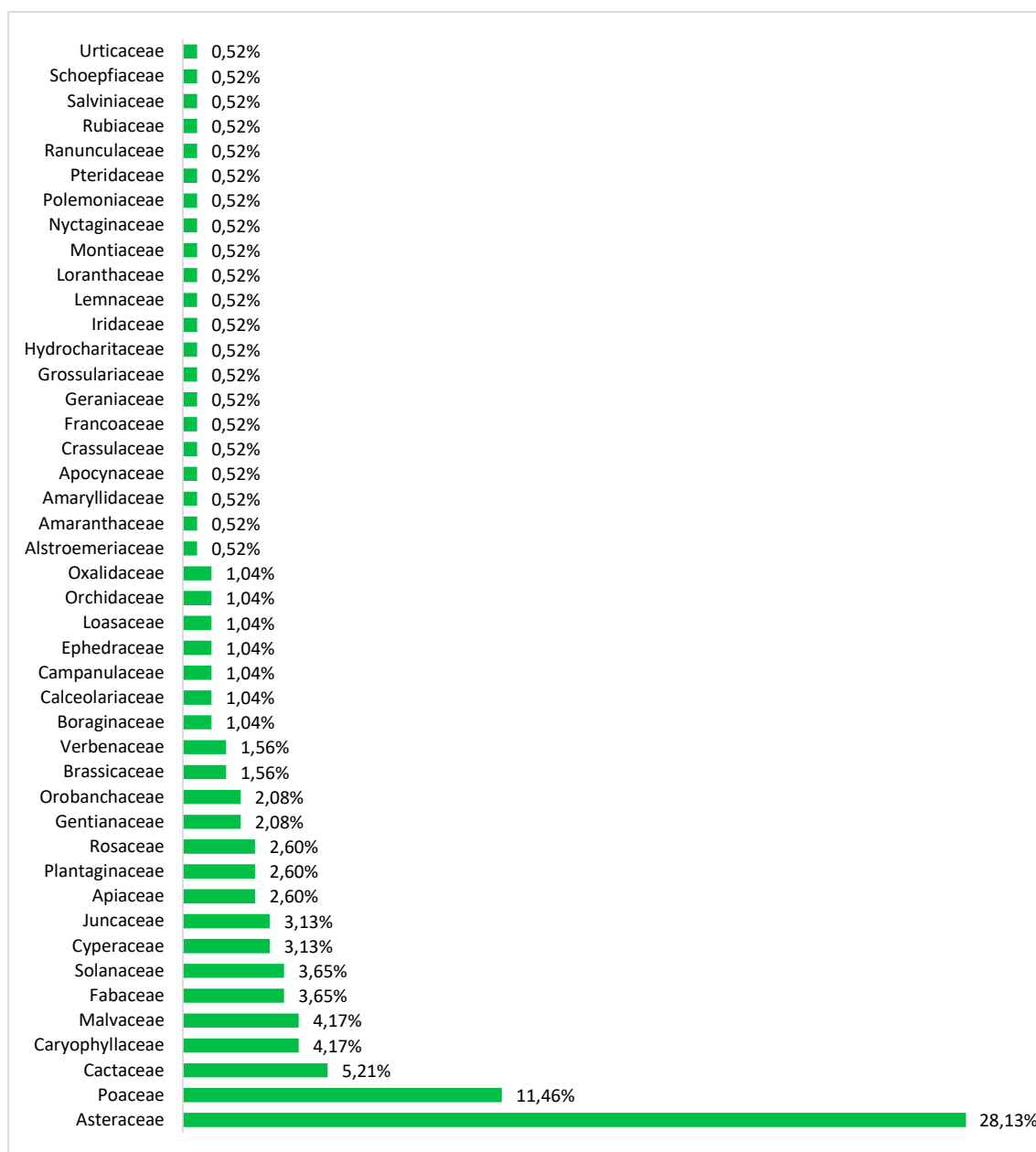


Donde: TH1=Temporada húmeda 2021 TH2= Temporada húmeda 2022

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto al número de familias más representativas encontradas en el proyecto en la temporada húmeda 2022, dominan: Asteraceae (54 especies), Poáceae (22 especies), Cactaceae (10 especies), Caryophyllaceae (8 especies) y Malvaceae (8 especies). En tanto que en la temporada húmeda 2021 las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae y Poáceae: con una diferencia aproximada de 4 y 11 especies respectivamente en comparación con la temporada húmeda 2022.

Figura 4 Composición de flora a nivel de familia taxonómica en el área del proyecto en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

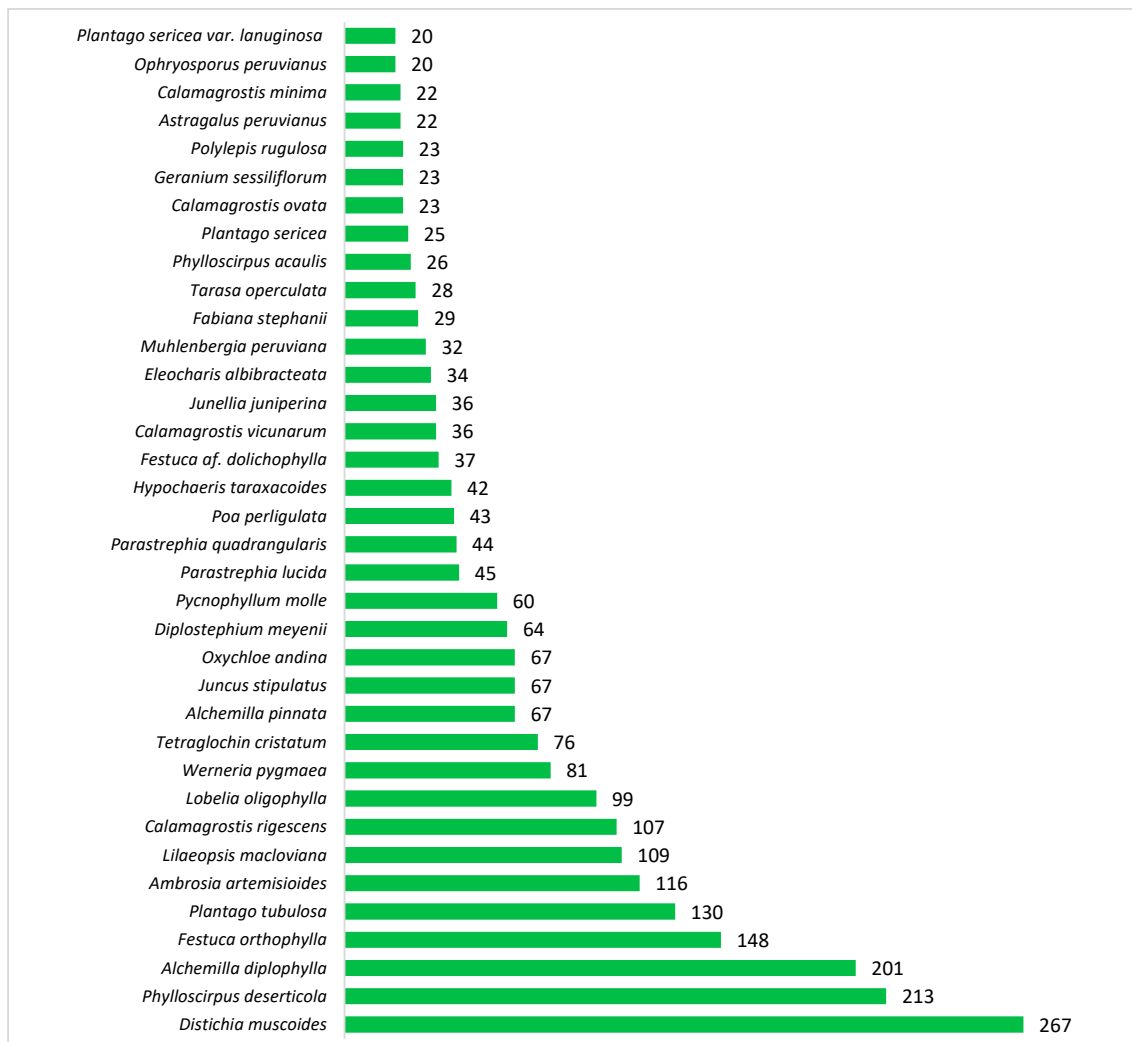
Del gráfico se deduce que las especies predominantes pertenecen a dos familias (Asteraceae y Poaceae) típicas en la composición florística de los ecosistemas altoandinos (Weberbauer, 1945; Flores *et al.*, 2005), no obstante, se debe considerar también la presencia de rodales de cactáceas, las cuales han sido también reportadas en estudios florísticos como los de Arakaki & Cano (2003) para la región Moquegua.

Si bien la temporada húmeda 2021 se tienen registros similares, dominancia de las asteráceas o compuestas con 52 especies, seguidas de las poáceas o gramíneas con 40 especies, en esta temporada 2022 se registraron 54 especies de asteráceas y 22 especies de poáceas.

5.1.3.3. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Para el análisis de abundancia relativa se tomó en cuenta el número de individuos de las especies de flora registrados. De las especies reportadas en el muestreo cuantitativo, las de mayor abundancia fueron; *Distichia muscoides* (267 individuos), *Phylloscirpus deserticola* (213 individuos), *Alchemilla diplophylla* (201 individuos) y *Festuca orthophylla* (148 individuos).

Figura 5 Abundancia relativa de las principales especies de flora en el área del proyecto en la temporada húmeda 2022

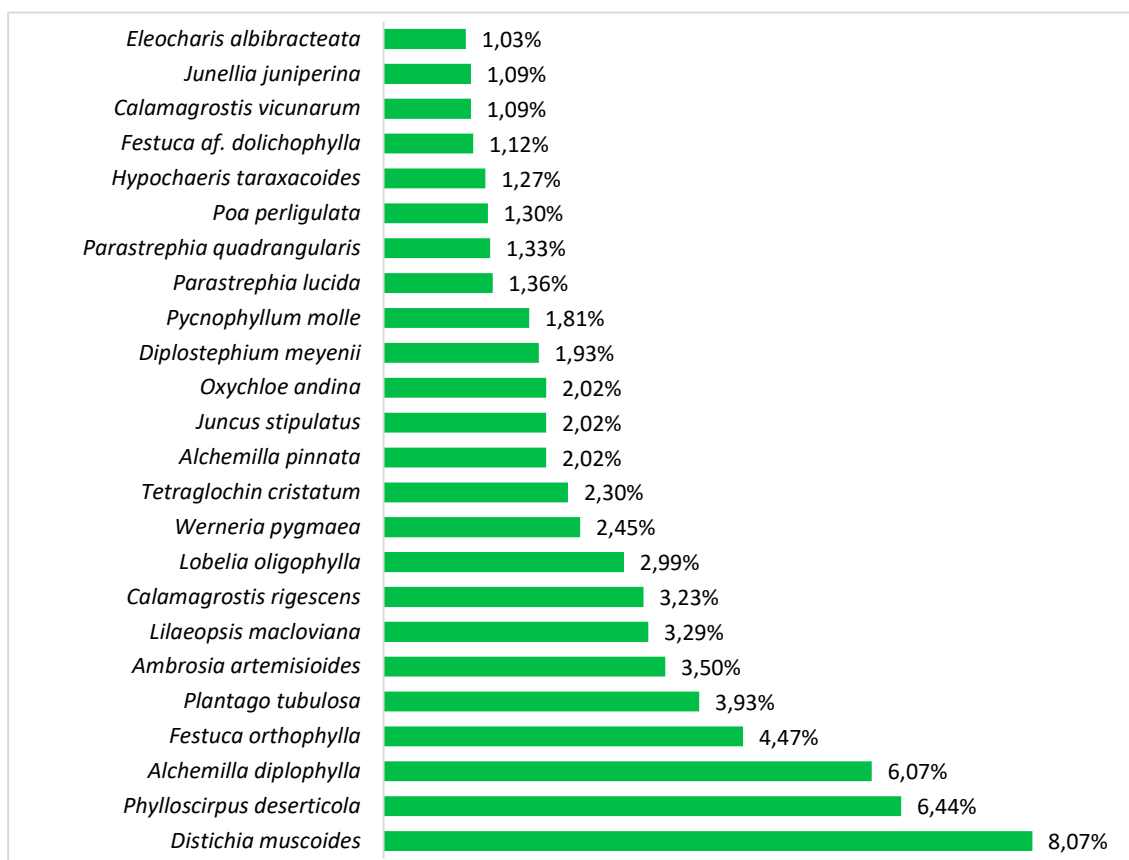


Elaboración: ASILORZA, 2022.

Del gráfico anterior, cabe señalar que este muestra las especies cuyo número de individuos es mayor-igual a 20, a fin de facilitar la visibilización del gráfico.

En lo referente a la cobertura, calculada en base al número de toques de las especies respecto al total de toques evaluados en los transectos, los datos son parecidos a la abundancia, sin embargo, se toma en consideración superficies que no contaron con vegetación (roca, suelo, materia orgánica) ya que estas representaron más del 30% en términos de cobertura. Bajo ese criterio las especies dominantes en cobertura reportadas en la temporada húmeda 2022 son *Distichia muscoides* (8.07%), *Phylloscirpus deserticola* (6.44%), y *Alchemilla diplophylla* (6.07%).

Figura 6 Cobertura relativa de las principales especies de flora en el área del proyecto para la temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.3.4. DIVERSIDAD

En la temporada húmeda 2022 se reporta la estación F-22 con un alto índice de diversidad ($H' = 3.01$ bits/ind.), y la estación O03c como aquella con el menor índice de diversidad ($H' = 1.11$ bits/ind.), siendo también la estación F-22 la que tiene el más alto índice de Simpson ($1-D = 0.930$ bits/ind.) y la que tiene el mayor valor de similitud ($J = 0.94$).

De acuerdo a los índices o parámetros de diversidad en los puntos monitoreados, para el índice de Shannon-Wiener se registró un valor máximo en la unidad de vegetación de Matorral (Ma) ($H' = 3.654$ bits/ind.), mientras que el valor mínimo se registró en la unidad de vegetación de

Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares (Pj Ps) ($H' = 1.58$ bits/ind.), lo que implica que la diversidad varía según parches de las coberturas vegetales, probablemente condicionadas por aspectos de microsistemas.

Cabe resaltar que existe una distribución relativamente semejante entre las especies y sus poblaciones, esto explicado por los índices de Simpson (máx. $1-D = 0.9559$ probits/ind.; mín. $1-D = 0.7407$ probits/ind.) y equidad (máx. $J' = 0.889$; mín. $J' = 0.737$), donde se observan valores próximos a 1, es decir valores cercanos a la máxima uniformidad. Todo ello en la temporada húmeda 2022.

Cuadro 9. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en el área del proyecto en la temporada húmeda 2021 vs temporada húmeda 2022.

Cobertura vegetal	Unidad de Vegetación	Estación de monitoreo	Temporada Húmeda 2021					Temporada húmeda 2022				
			Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
Bofedal	Césped de arroyo (Ca)	F04-T1-Ca	11.00	116.00	1.77	0.79	0.74	18	96	2.227	0.8355	0.7706
		F04-T2-Ca	12.00	124.00	1.66	0.73	0.67	16	100	2.428	0.8934	0.8759
		F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	24.00	174.00	2.30	0.84	0.72	20	103	2.563	0.9051	0.8556
		F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)	13.00	138.00	1.93	0.79	0.75	23	121	2.275	0.8155	0.7254
	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo (Td Ca)	A17-T1-Tb	13.00	145.00	1.70	0.75	0.66	19	*	101	2.515	0.8966
		A17-T2-Tb	13.00	158.00	1.82	0.78	0.71	20	*	103	2.59	0.9023
		A25-T1-T6 (Tb)	25.00	150.00	2.58	0.88	0.80	24	*	97	2.544	0.8798
		A25-T2-T6 (Tb)	22.00	166.00	2.56	0.90	0.83	20	*	105	2.537	0.9021
		A34-T2-Tb_Ca	18.00	173.00	2.50	0.90	0.86	23	*	104	2.666	0.9031
		F02-T1-Ca (Tb)	16.00	141.00	1.94	0.79	0.70	20	*	122	2.338	0.8503
		F02-T2-Ca (Tb)	12.00	120.00	1.60	0.69	0.64	23	*	103	2.552	0.8723
		F11-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	18.00	160.00	2.14	0.81	0.74	21	107	2.532	0.881	0.8317
		F13-T1-Ca (Tb)	11.00	102.00	1.81	0.78	0.75	16	106	2.262	0.8635	0.816

Cobertura vegetal	Unidad de Vegetación	Estación de monitoreo	Temporada Húmeda 2021					Temporada húmeda 2022				
			Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
		F16-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	13.00	137.00	2.11	0.85	0.82	13	93	2.191	0.8672	0.8542
		F25-T1-CA	11.00	76.00	2.15	0.86	0.90	23	121	2.275	0.8155	0.7254
		F27-T1-Ca (Tb)	13.00	149.00	2.14	0.86	0.84					
		F28-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	17.00	151.00	2.43	0.89	0.86	22	99	2.633	0.9022	0.8519
Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y monte ribereño (Ma Mr)	O08	24.00	60.00	2.83	0.92	0.89	23	48	2.706	0.901	0.8631
		O30	21.00	99.00	1.98	0.76	0.65	27	72	2.607	0.87	0.7909
	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares (Ma Cac)	O03	10.00	101.00	1.76	0.77	0.77	8	12	1.936	0.8333	0.9308
		O03b	12.00	79.00	2.07	0.85	0.83	6	9	1.581	0.7407	0.8824
		O03c	10.00	145.00	1.75	0.76	0.76	7	21	1.11	0.4762	0.5705
		O10	10.00	102.00	1.50	0.69	0.65	12	58	1.656	0.6998	0.6663
		O32	11.00	68.00	1.51	0.69	0.63	15	49	2.031	0.7888	0.75
		O33	8.00	171.00	1.51	0.74	0.72	8	37	1.744	0.7874	0.8389
	Formación mixta de pajonal, matorral y	O15	22.00	206.00	2.41	0.87	0.78	19	60	2.536	0.8839	0.8611
		O15b	18.00	184.00	2.37	0.88	0.82	23	58	2.753	0.9114	0.8779

Cobertura vegetal	Unidad de Vegetación	Estación de monitoreo	Temporada Húmeda 2021					Temporada húmeda 2022				
			Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
	Polylepis (Pj Ma Po)											
	Matorral (Ma)	O09	17.00	121.00	2.40	0.88	0.85	23	60	2.633	0.8967	0.8399
		O15a	26.00	146.00	2.41	0.86	0.74	29	84	2.823	0.9113	0.8384
		O34	19.00	57.00	2.00	0.72	0.68	14	69	1.459	0.573	0.553
	Matorral andino con afloramiento rocoso (Man Af)	F05-T1-Ma	17.00	63.00	2.29	0.85	0.81	15	30	2.3	0.8533	0.8494
		F05-T2-Ma	7.00	99.00	1.77	0.82	0.91	19	37	2.7	0.916	0.917
		F-22	19.00	44.00	2.57	0.89	0.87	24	34	3.014	0.9394	0.9485
Monte Ribereño	Formación mixta monte ribereño y matorral (Mr Ma)	O04	10.00	79.00	1.48	0.70	0.64	14	63	1.847	0.7624	0.6999
Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral (Pj Ma)	F06-T1-Pj_m	9.00	79.00	1.78	0.80	0.81					
		F10-	11.00	113.00	1.67	0.73	0.70	22	46	2.736	0.9064	0.8851
		F12-	10.00	40.00	1.39	0.58	0.61	9	21	1.684	0.7211	0.7664
		F14-1	11.00	47.00	1.84	0.77	0.77	12	36	2.117	0.8488	0.852
		F14-2	15.00	49.00	1.85	0.70	0.68	17	34	2.352	0.8512	0.83
		O06	17.00	160.00	2.50	0.90	0.88	23	66	2.483	0.8701	0.7919
		O26	15.00	162.00	2.30	0.88	0.85	27	57	2.871	0.9074	0.8709
		O6b	20.00	175.00	2.33	0.83	0.78	27	72	2.607	0.87	0.7909
	Pajonal andino (Pj and)	F01-T1-Pj	6.00	83.00	1.43	0.71	0.80	16	61	2.384	0.8799	0.8599

Cobertura vegetal	Unidad de Vegetación	Estación de monitoreo	Temporada Húmeda 2021					Temporada húmeda 2022				
			Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
	Pajonal de puna seca (Pj Ps)	F03-T1-Pj	4.00	75.00	1.24	0.67	0.89	20	46	2.787	0.9253	0.9303
		F07-T1-Pj	8.00	39.00	1.65	0.75	0.79	17	35	2.468	0.88	0.8712
		F08-T1-Pj	22.00	84.00	2.18	0.80	0.70	23	76	2.596	0.8868	0.828
		F09-T1-Pj	10.00	81.00	1.77	0.78	0.77	20	54	2.308	0.8196	0.7704
		F15-T1-Pj	16.00	85.00	2.22	0.85	0.80	16	61	2.282	0.8589	0.8229
		F23-T1-Pj_m	19.00	89.00	2.28	0.85	0.77					
		F26-T1-Pj	27.00	132.00	2.38	0.84	0.72	21	66	2.437	0.8508	0.8005
		F33-T1-Pj_m	19.00	90.00	2.39	0.88	0.81	17	65	2.5	0.9008	0.8823

(*) Evaluaciones cuantitativas

Elaboración: ASILORZA, 2022.

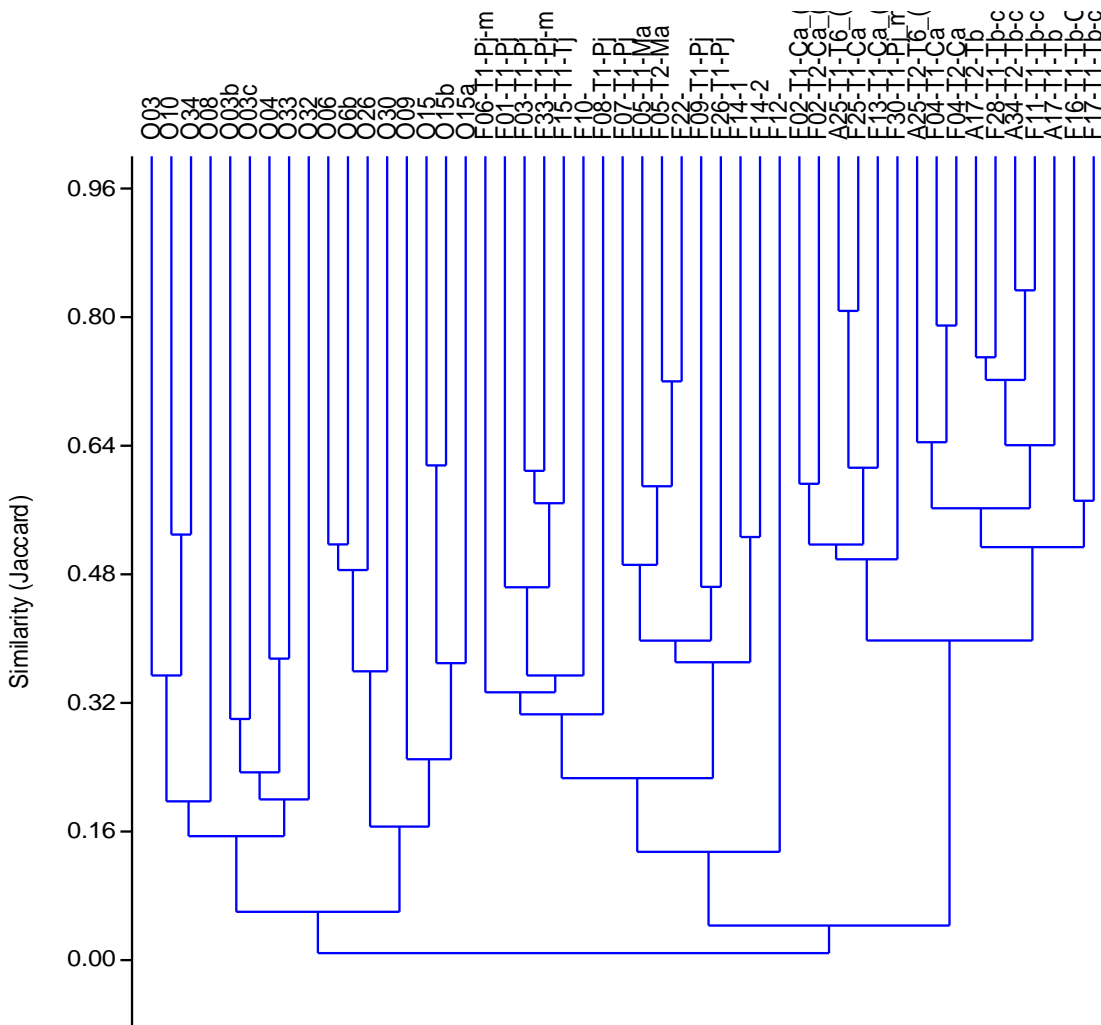
5.1.3.5. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

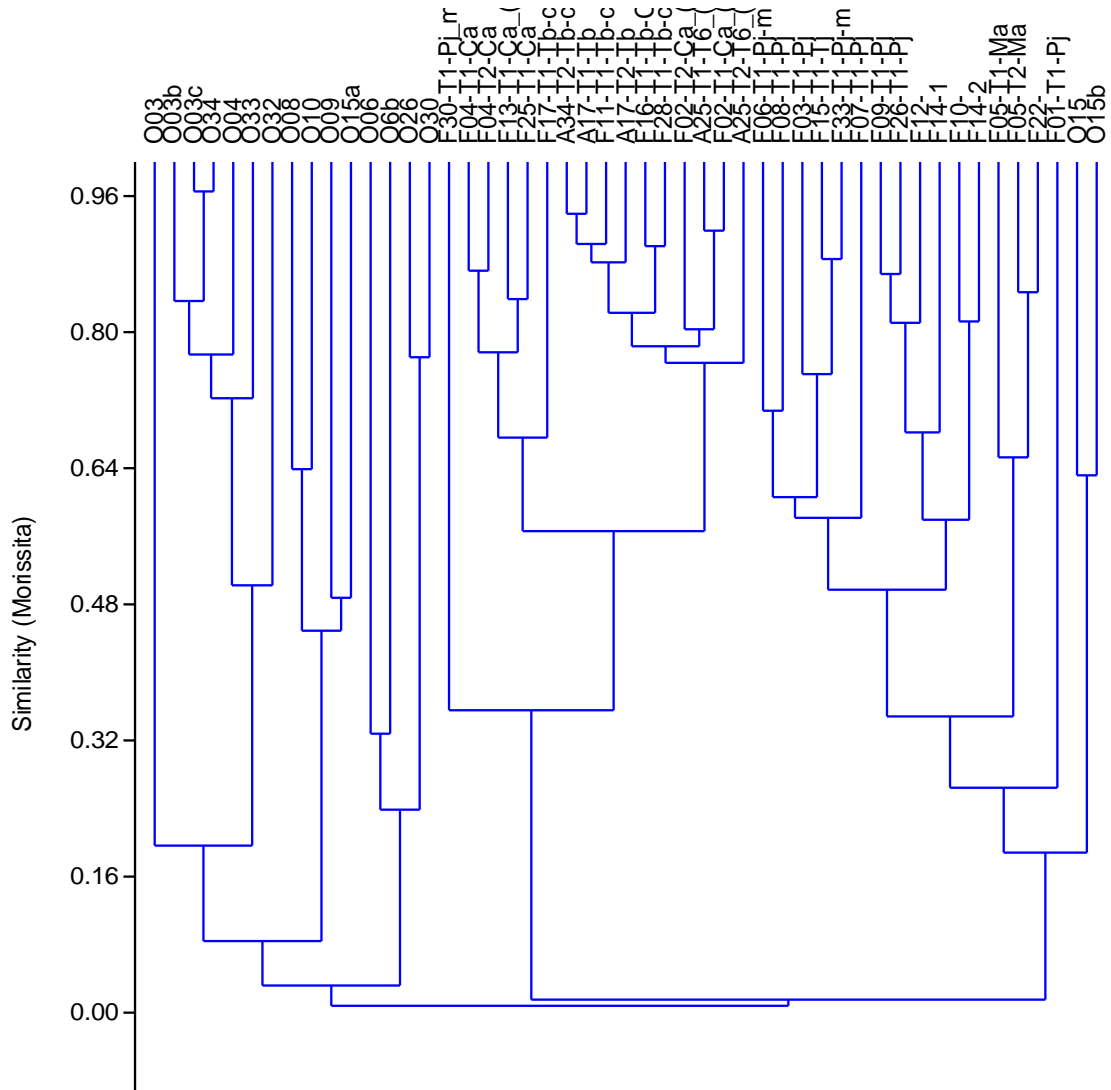
Este análisis de diversidad beta comprende la caracterización a nivel de composición y abundancia de especies por los puntos monitoreados mediante transectos. Se utilizó el índice de similaridad de Jaccard tomando como registros la presencia y/o ausencia; y a nivel de abundancia se utilizó el índice de Morisita.

En el análisis de similaridad según Jaccard las estaciones A34-T2-Tb-ca y F11-T1-Tb-ca, son aquellas que se encuentran por encima del 80%.

Con respecto al análisis de abundancia mediante la similaridad de Morisita, tampoco se observa un agrupamiento de especies notorio relacionado a las poblaciones de las especies dominantes, en general la similitud es de alta, superior al 80% hasta una completa disimilitud.

Figura 7 Dendrograma de las unidades de vegetación de la zona de evaluación del proyecto, temporada húmeda 2022.



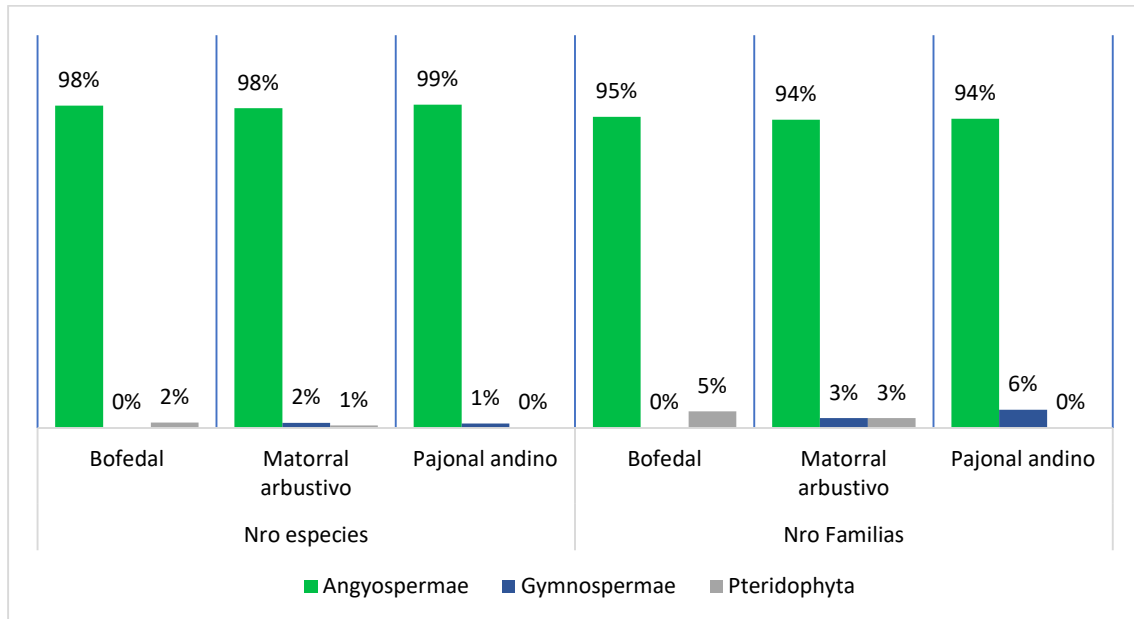


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4. ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL

De las tres coberturas vegetales reportadas en el ámbito de evaluación, se reporta que las Angyospermas son las más representativas a nivel de número de especies y familias. En tanto que las Gymnospermas se registran en mayor número en Bofedal.

Figura 8 Composición de flora a nivel de taxa superior según cobertura vegetal en la temporada húmeda 2022.



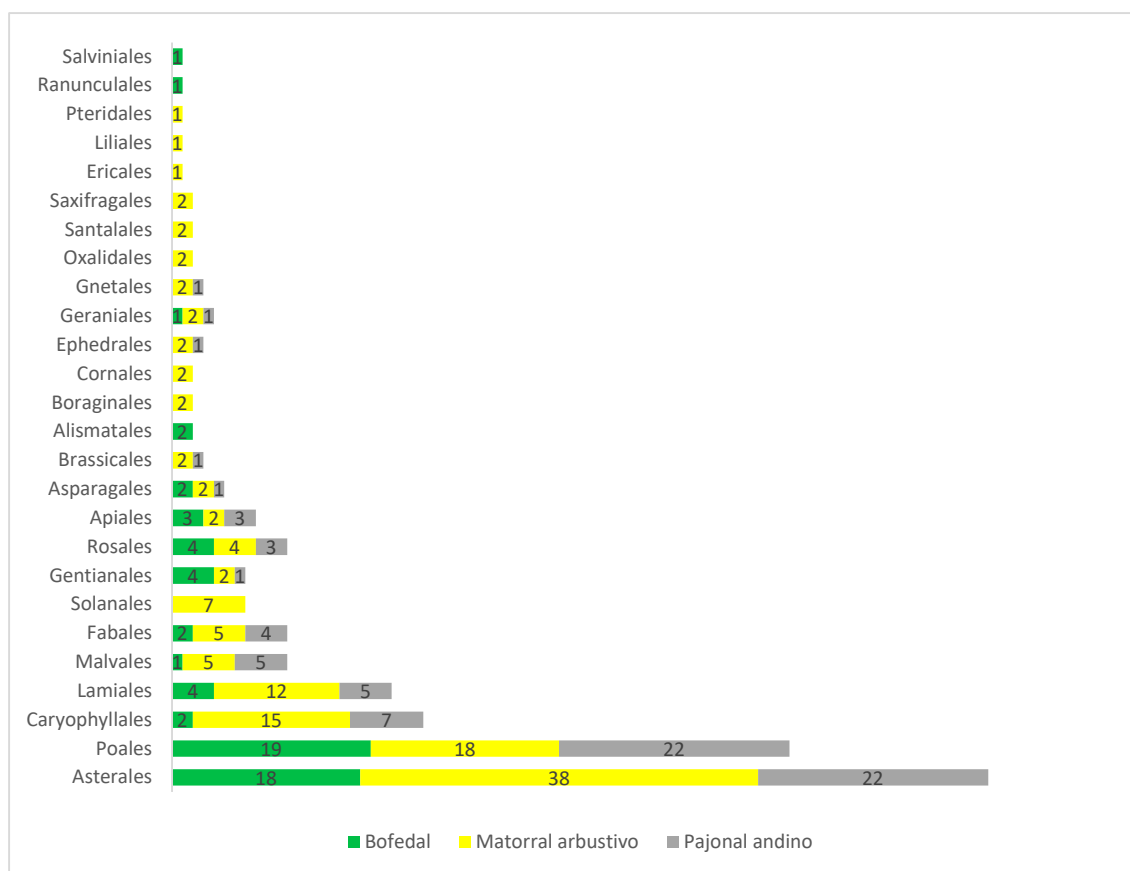
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los reportes de la temporada húmeda muestran que los órdenes de mayor número de especies son Asterales (29 especies), Poales (41 especies) y Caryophyllales (14 especies) distribuidos en las cuatro coberturas vegetales. Obteniendo mayores registros en la cobertura de matorral arbustivo.

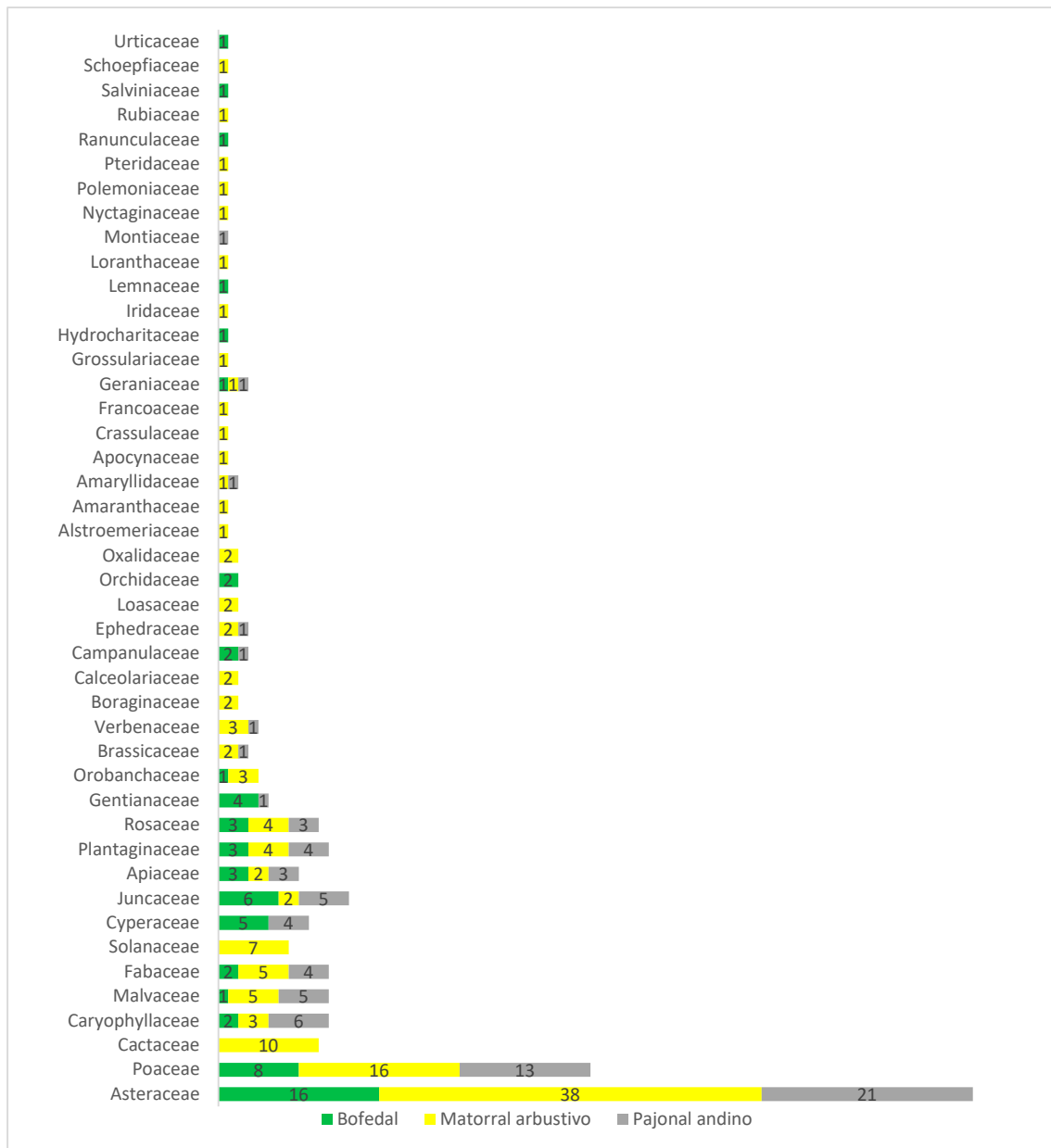
A nivel de familias taxonómicas, los reportes demuestran que las familias con mayor número de especies reportadas son Asteraceae (28 especies), Poaceae (31 especies) y Cactaceae (9 especies). Existiendo mayores reportes en las coberturas de matorral arbustivo y pajonal andino, que, por la temporada húmeda, son las coberturas que tienen a contar con una mayor riqueza de individuos, a nivel de cantidad y diversidad de especies.

Figura 9 Composición de flora a nivel de orden taxonómico según cobertura vegetal en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 10 Composición de flora a nivel de familia taxonómico según cobertura vegetal en la temporada húmeda 2022.

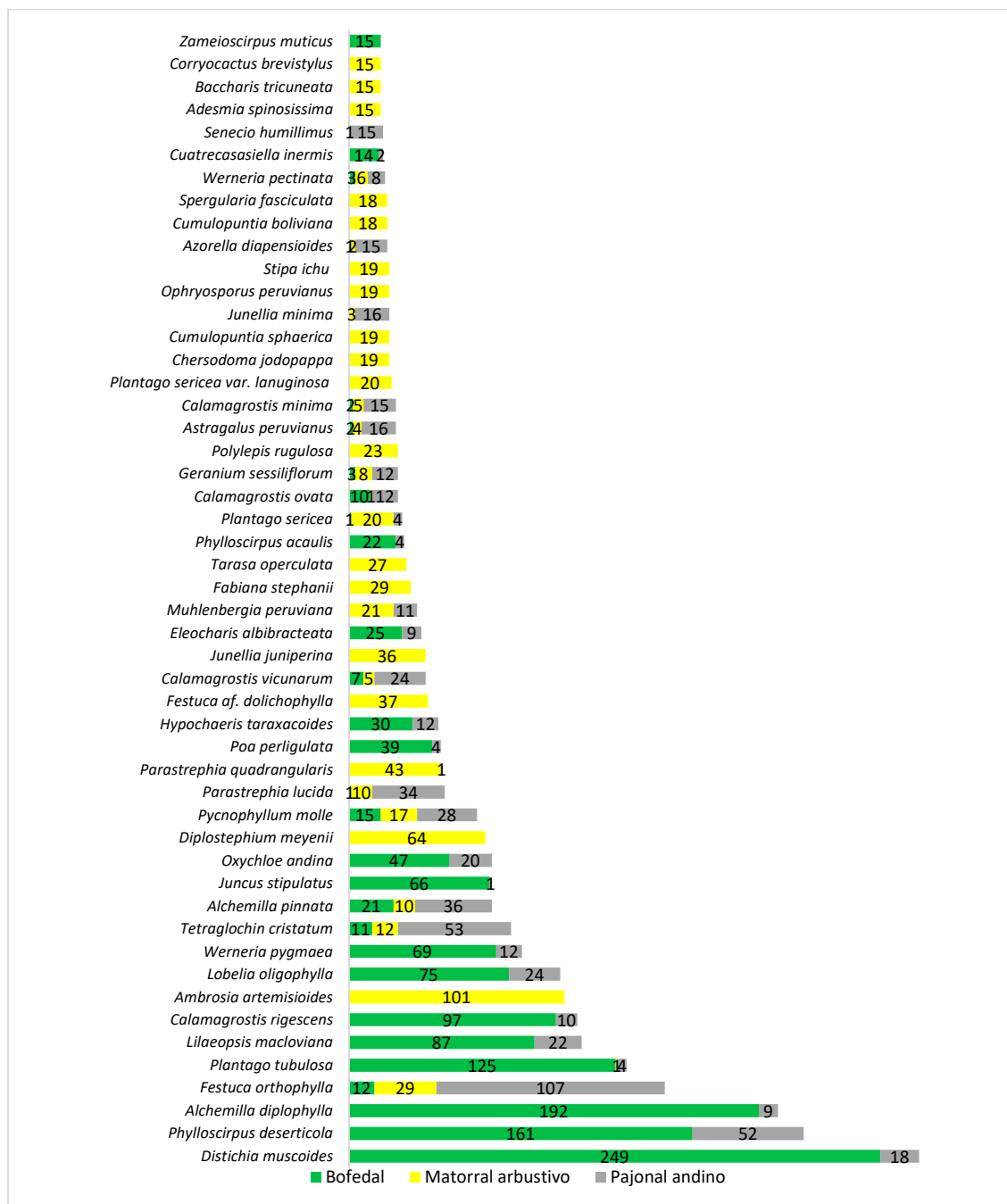


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Las especies con mayor abundancia identificadas en las diferentes coberturas vegetales son *Phylloscirpus desertícola* (194 individuos), *Alchemilla diplophylla* (174 individuos), *Diplostephium meyenii* (118 individuos) y *Festuca orthophylla* (101 individuos). Siendo especies representativas de zonas altoandinas, que soportan los cambios en las condiciones climáticas y en la disponibilidad de agua.

Figura 11 Abundancia de especies en las coberturas vegetales en la temporada húmeda 2022.

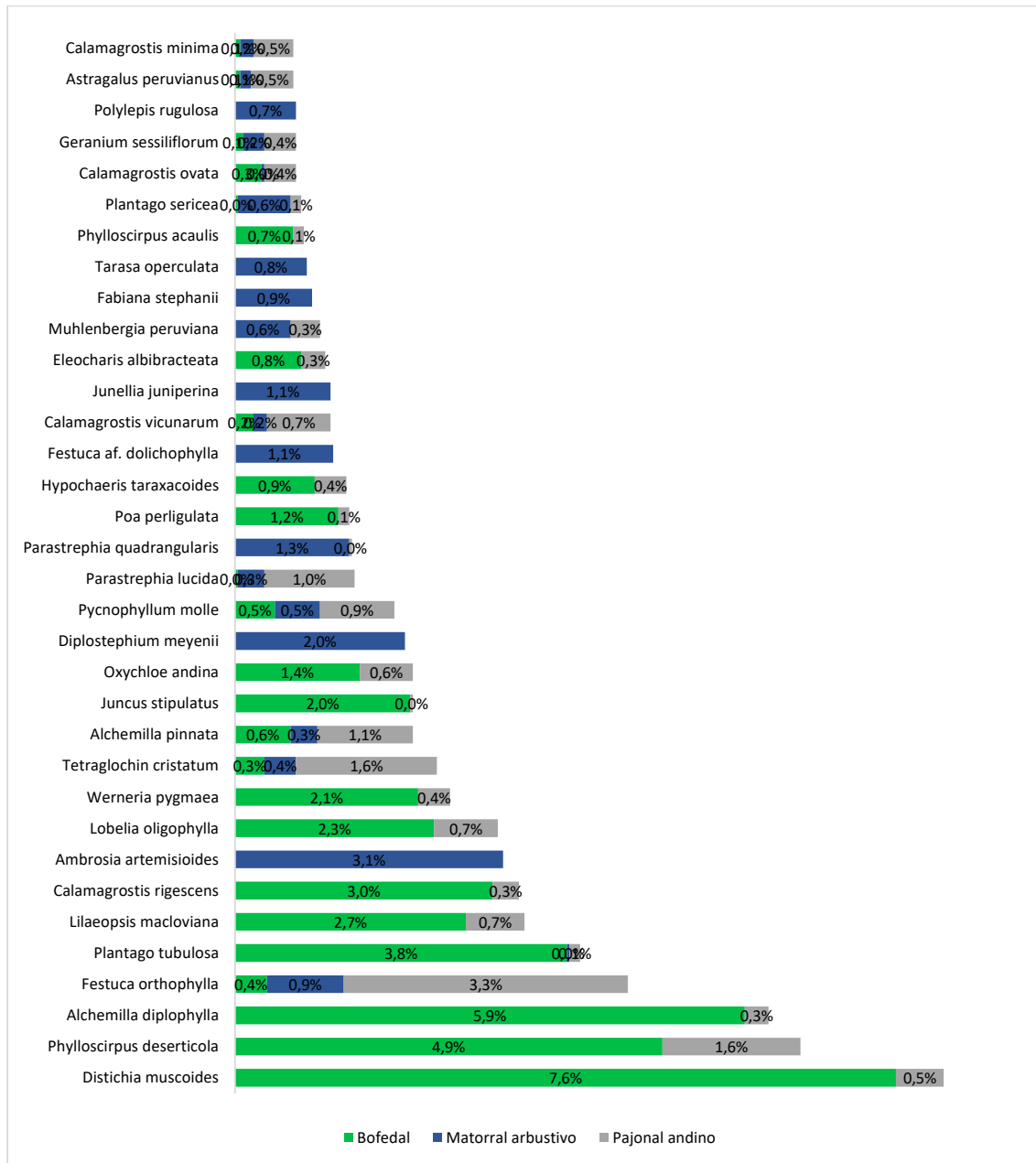


Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura identificada con el número de toques, en cada una de las coberturas vegetales, se identificaron a tres especies con una mayor cobertura a nivel global que son *Phylloscirpus desertícola* (8.06%), *Distichia muscoides* (7.77%) y *Festuca orthophylla* (7.71%)

Por otro lado, *Ambrosia artemisioides* es las especies que tienen mayor porcentaje de cobertura en el monte ribereño.

Figura 12 Cobertura de especies según cobertura vegetal en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.3. DIVERSIDAD

Matorral arbustivo es la cobertura que presenta el mayor índice de diversidad de acuerdo con la fórmula de Shanon (3.31) lo cual coincide con los índices de Simsop (0.95) y Pielou (7.39). Además de ser esta cobertura aquella que registra un mayor número de individuos y especies en relación con los registros totales para la temporada húmeda.

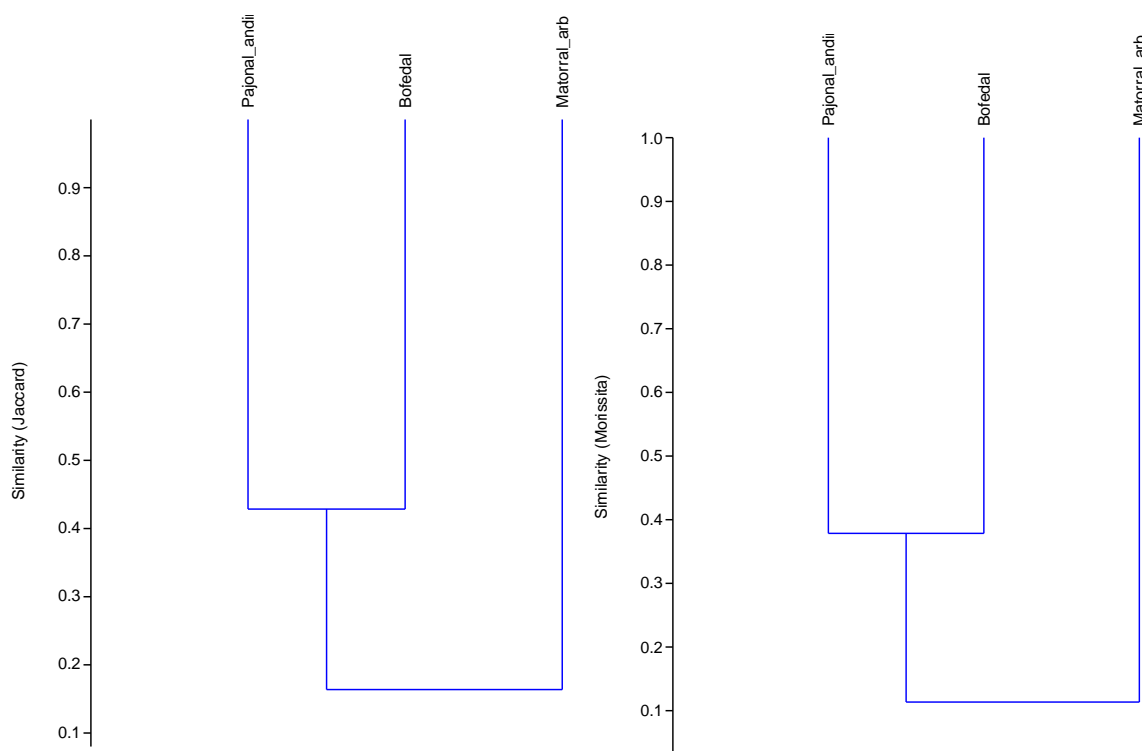
Cuadro 10. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo según cobertura vegetal- temporada húmeda 2022.

Cobertura vegetal	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
Bofedal	64	1550	3.052	0.9249	8.576
Matorral arbustivo	129	1012	4.116	0.972	18.5
Pajonal andino	76	717	3.546	0.9509	11.41

Elaboración: ASILORZA, 2022.

De acuerdo con los dendrogramas de similaridad Jaccard y Morissita, matorral arbustivo y pajonal andino se encuentran por encima de los 25%, siendo este el mayor dato reportado. Lo que tiene sustento ya que, en la temporada húmeda, las especies de pajonal andino y matorral arbustivo pueden llegar a presentar una similaridad respecto al número de poaceas que registran.

Figura 13 Dendrograma de similaridad Jaccard y Morissita, según cobertura vegetal en la temporada húmeda 2022.

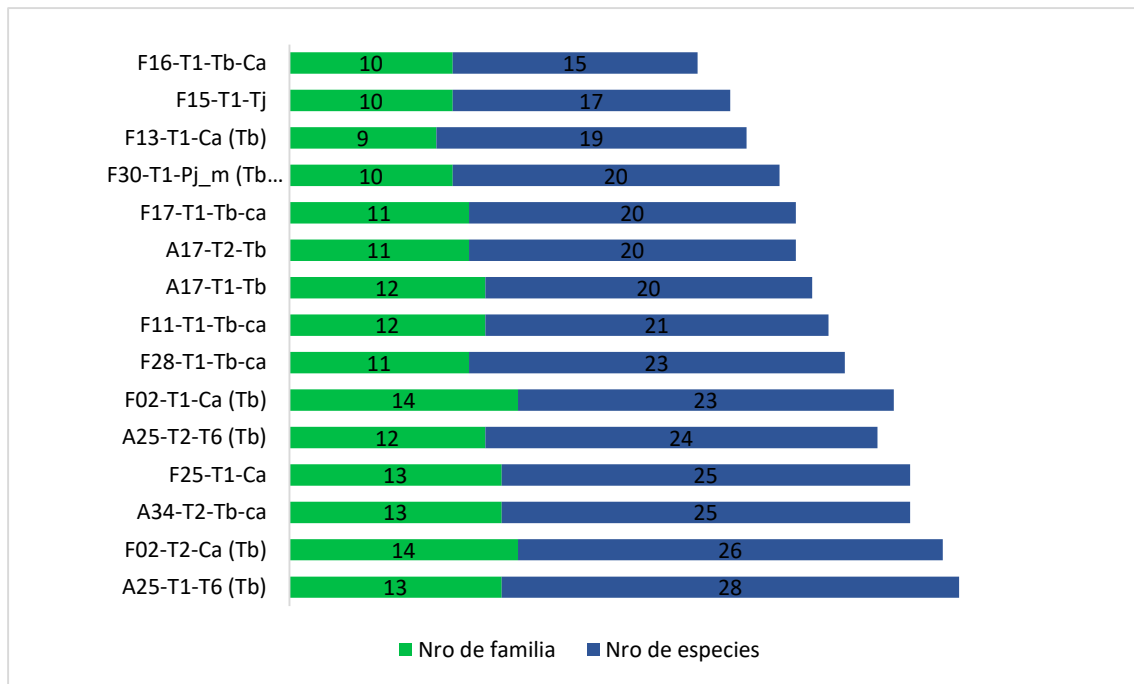


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.4. BOFEDAL

De las estaciones de evaluación ubicadas dentro de bofedales, se observa que las estaciones A25-T1-T6 (Tb) (13 familias, 28 especies), F02-T2-Ca (Tb) (14 familias, 26 especies), A34-T2-Tb-ca (13 familias, 25 especies) y F25-T1-Ca (13 familias, 25 especies), son aquellas que cuentan con mayores registros cuantitativos.

Figura 14 Composición de estaciones de muestreo según número de especies y familia, temporada húmeda 2022.

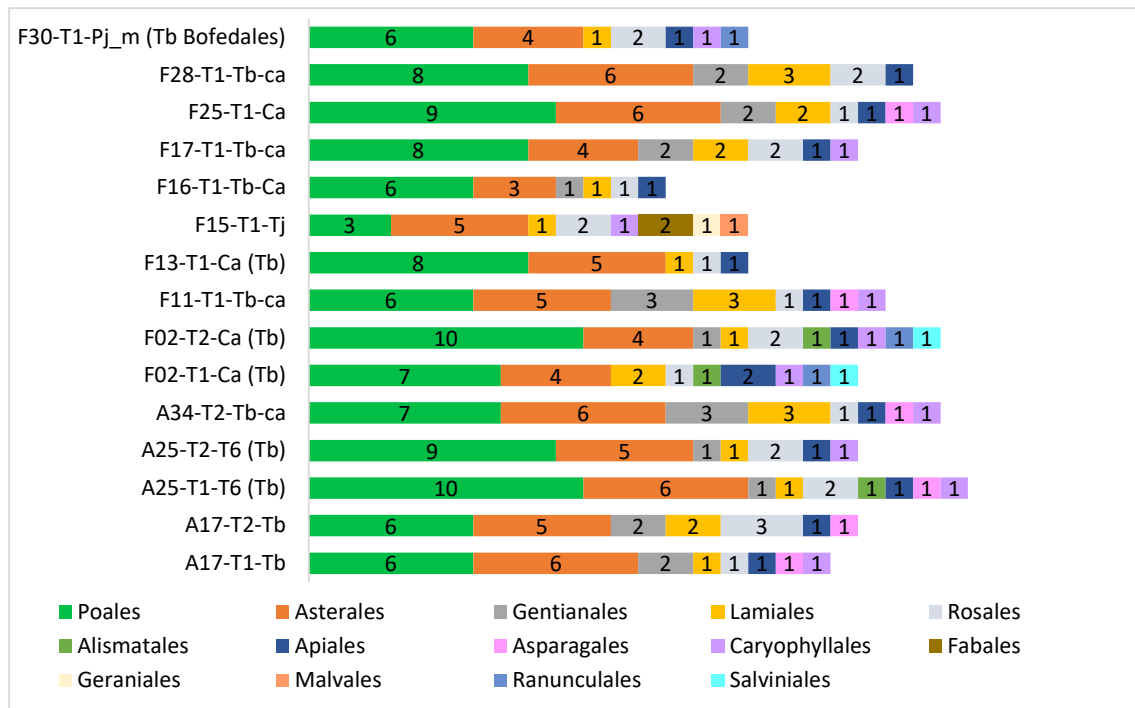


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los ordenes Poales (19 especies) y Asterales (16 especies), son los que cuentan con un mayor reporte en la mayoría de las estaciones de monitoreo. Además de que son los ordenes que, de acuerdo a la temporada evaluada, abundan en el área y soportan niveles altos de variación hídrico lo que les permite continuar en el ecosistema y/o entrar a una etapa de encapsulación para su posterior liberación en la siguiente temporada.

Figura 15 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en bofedal en la temporada húmeda 2022.

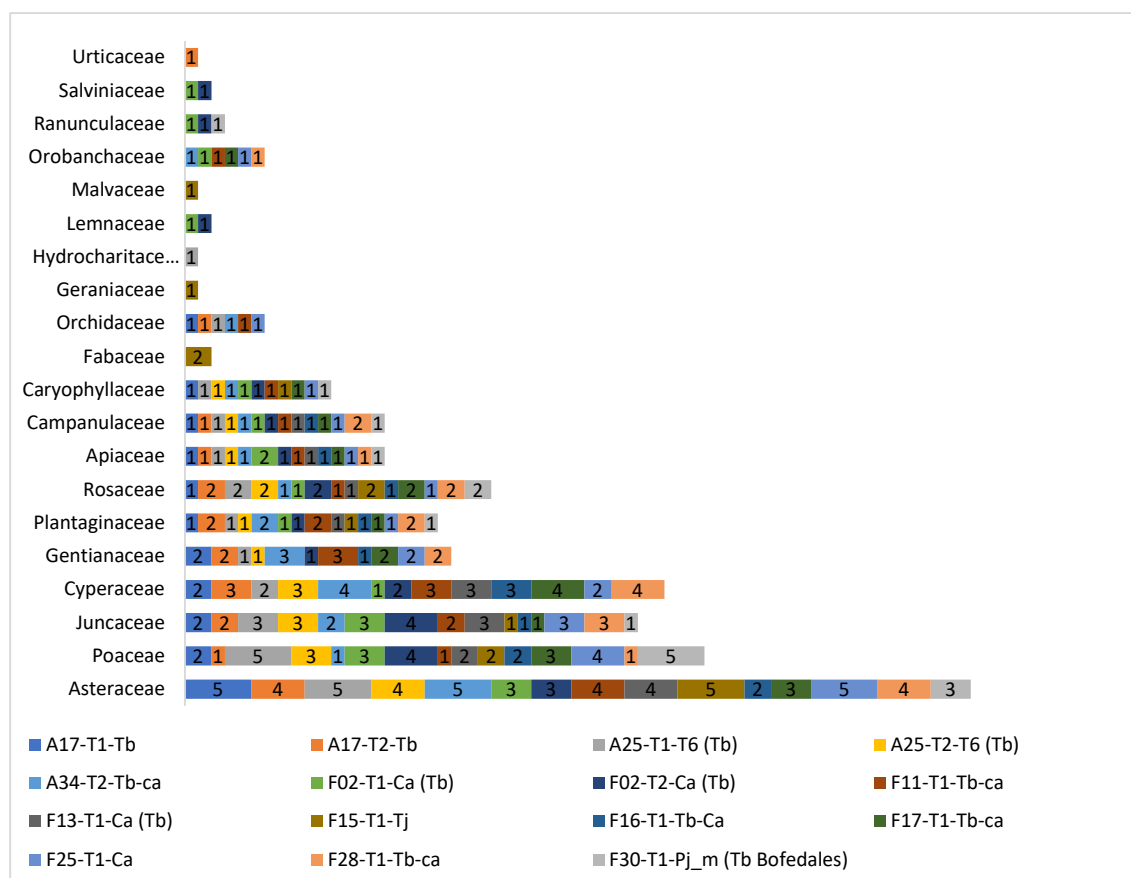


Elaboración: ASILORZA, 2022.

Las familias Asperaceae, Poaceae, Cyperaceae y Juncaceae son aquellas que se encuentran en una mayor distribución en las estaciones de monitoreo. Además de ser reportadas con un mayor número de incidencia.

De lo que se interpreta que las estaciones evaluadas muestran una alta representatividad en los puntos evaluados en relación con el área total de los bofedales evaluados, esto a pesar del desarrollo/ejecución de las partidas del proyecto.

Figura 16 Composición de flora a nivel de familia taxonómica en bofedal en la temporada húmeda 2022.



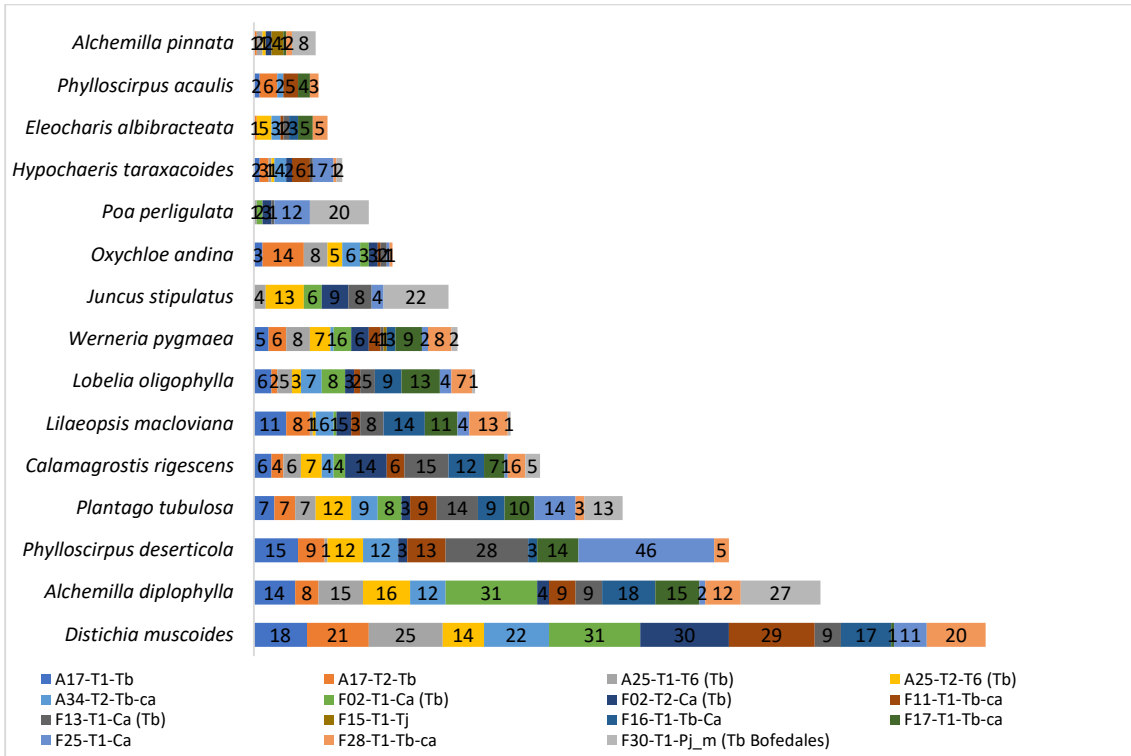
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.4.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia de las especies y su distribución en las estaciones de muestreo en la temporada húmeda 2022, se observa que las especies mayormente abundantes son *Distichia muscoides* (248 individuos), *Alchemilla diplophylla* (192 individuos), *Phylloscirpus deserticola* (161 individuos) y *Plantago tubulosa* (125 individuos).

Las especies anteriormente citadas son propias de bofedales activos, siendo un poco más precisos, en su mayoría son parte de la zona nuclear de los bofedales. Por lo cual sus registros son importantes en tanto al seguimiento del estado del bofedal en temporada húmeda en un entorno de desarrollo de actividades antrópicas propias del proyecto.

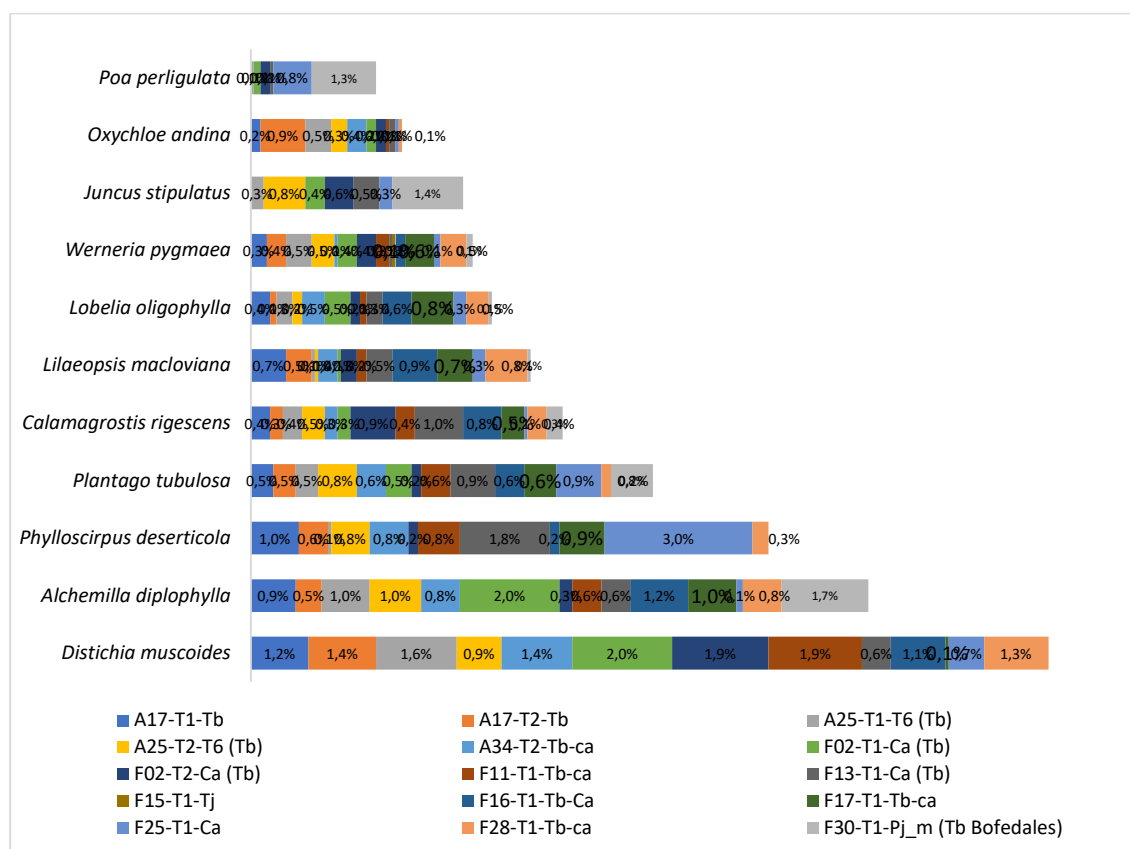
Figura 17 Abundancia de especies en bofedal, temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura, o el porcentaje de cobertura en la cobertura vegetal bofedal, en las diferentes estaciones se identificaron especies cuya cobertura es significativa, ya que se encuentran en la mayoría de las estaciones y además a nivel global tienen una mayor cobertura en relación con el área evaluada en la temporada húmeda, las especies son *Distichia muscoides* (16.07%), *Alchemilla diplophylla* (12.44%), *Phylloscirpus deserticola* (10.43%) y *Plantago tubulosa* (8.10%).

Figura 18 Cobertura de especies en bofedal, temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.4.3. DIVERSIDAD

La estación de evaluación con mayor índice de diversidad de acuerdo a la ecuación de Shanon es A34-T2-Tb-ca ($S= 2.67$), en tanto la estación F17-T1-Tb-ca muestra el mayor valor en Simsonp (0.91), por otro lado, la estación A25-T1-T6_(Tb) reporta un valor mayor en el índice Pielou (5.03).

Cuadro 11. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en bofedal-temporada húmeda 2022.

Estaciones de evaluación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
A17-T1-Tb	19	101	2.515	0.8966	3.9
A17-T2-Tb	20	103	2.59	0.9023	4.099
A25-T1-T6_(Tb)	24	97	2.544	0.8798	5.028
A25-T2-T6_(Tb)	20	105	2.537	0.9021	4.083
A34-T2-Tb-ca	23	104	2.666	0.9031	4.737
F02-T1-Ca_(Tb)	20	122	2.338	0.8503	3.955
F02-T2-Ca_(Tb)	23	103	2.552	0.8723	4.747
F11-T1-Tb-ca	21	107	2.532	0.881	4.28
F13-T1-Ca_(Tb)	16	106	2.262	0.8635	3.217
F15-T1-Tj	16	61	2.282	0.8589	3.649
F16-T1-Tb-Ca	13	93	2.191	0.8672	2.647

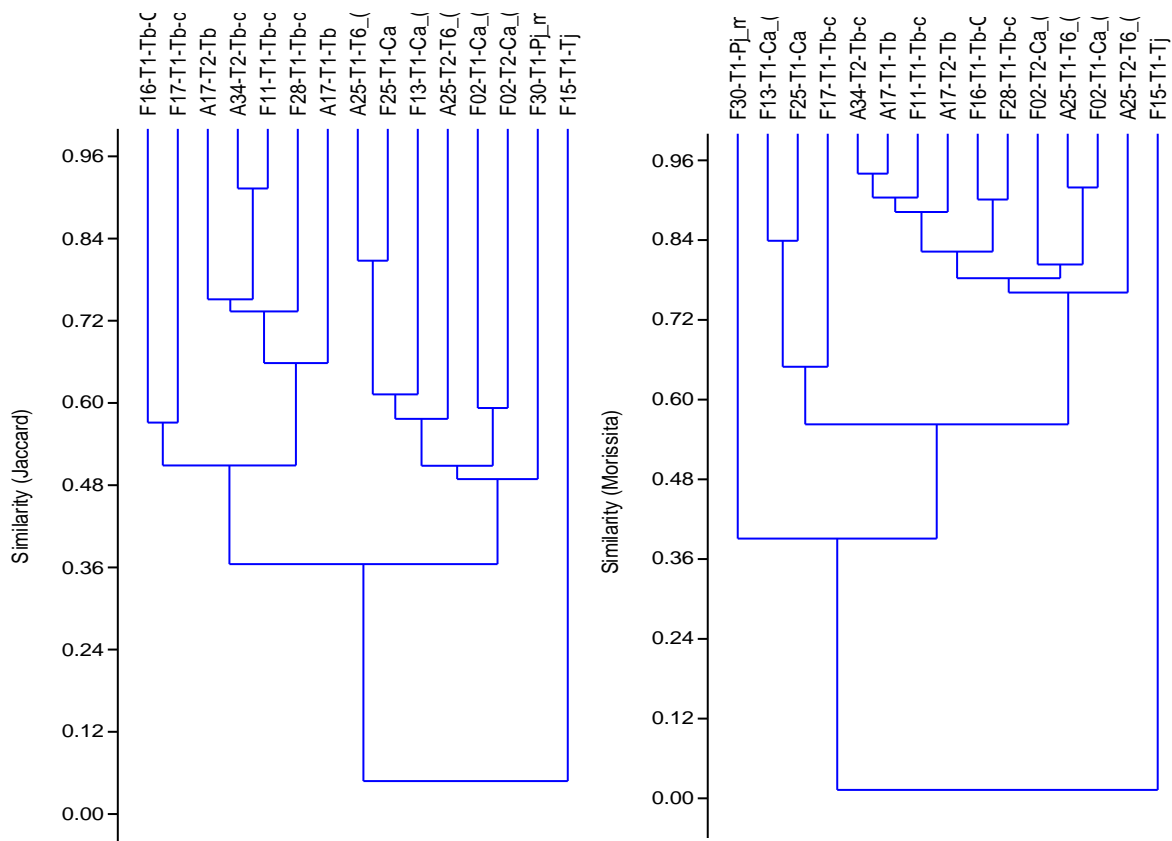
Estaciones de evaluación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F17-T1-Tb-ca	20	103	2.563	0.9051	4.099
F25-T1-Ca	23	121	2.275	0.8155	4.587
F28-T1-Tb-ca	22	99	2.633	0.9022	4.57
F30-T1-Pj_m_(Tb_Bofedales)	16	118	2.227	0.8594	3.144

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.4.4. SIMILARIDAD

Se observa que la similaridad según Jaccard y Morissita está por encima del 70% mayormente, denotando una alta similitud entre las estaciones de evaluación y su composición florística en la cobertura vegetal de bofedal.

Figura 19 Dendrogramas de Jaccard y Morissita en bofedal, temporada húmeda 2022.

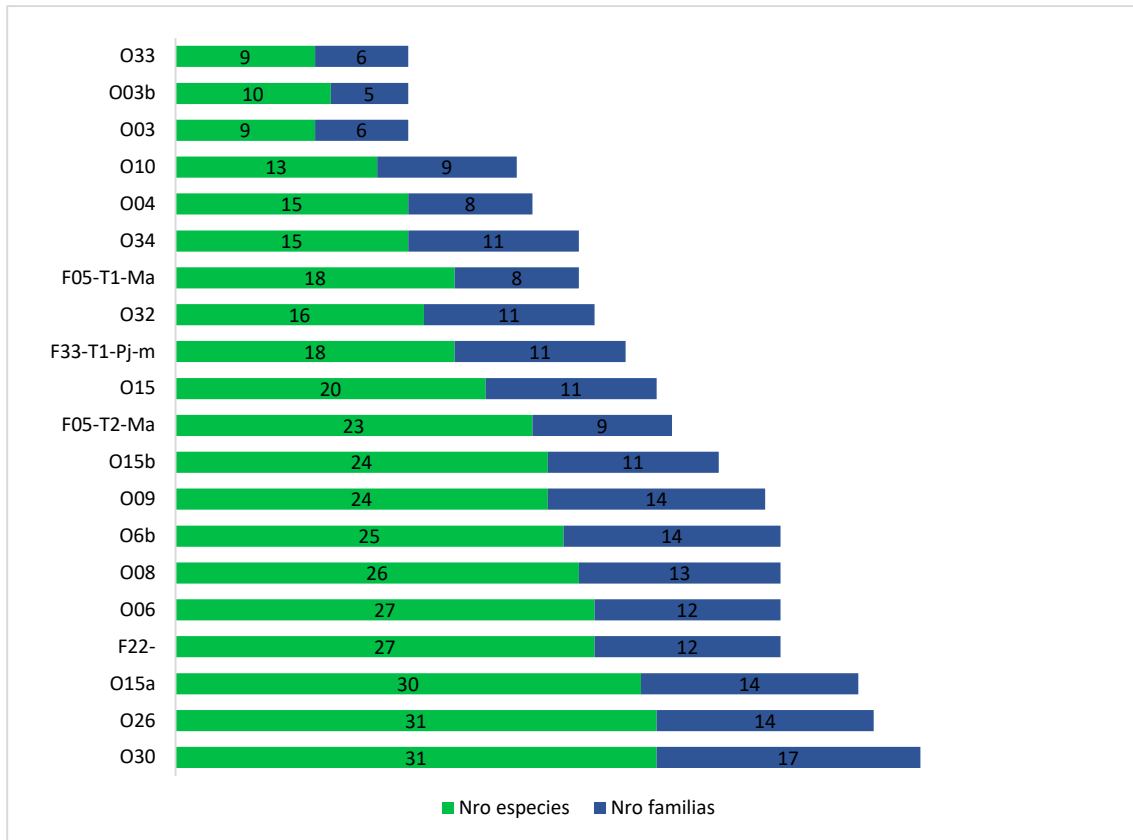


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.5. MATORRAL ARBUSTIVO

En matorral arbustivo se reportan 134 especies y 36 familias, todas distribuidas en las diferentes estaciones de evaluación que se encuentran en esta cobertura. Existiendo en ambos casos mayores registros de Angiospermas, siendo mayormente registros cualitativos.

Figura 20 Número de especies y número de familias en matorral arbustivo, temporada húmeda 2022.

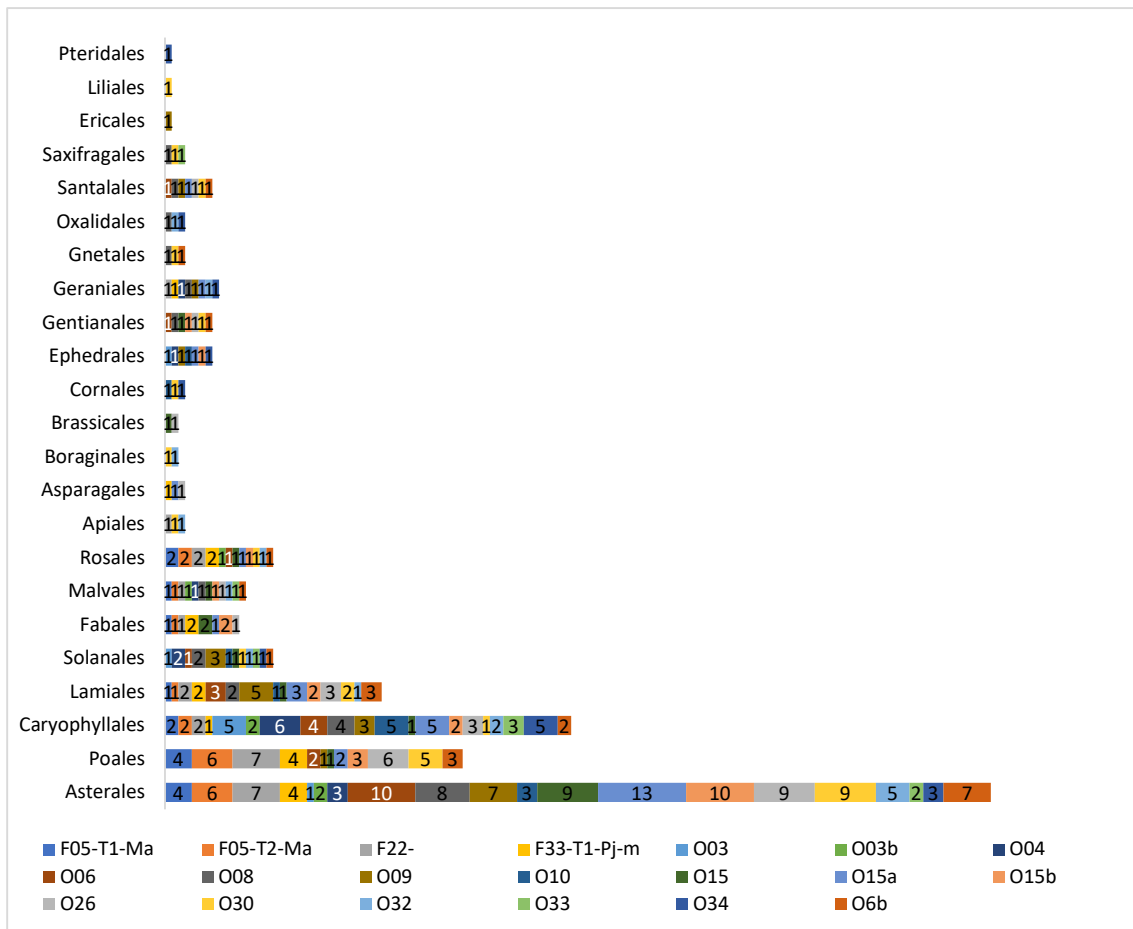


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Matorral arbustivo con las diferentes estaciones evaluadas dentro, reporta registros mayores en los ordenes Poales (18 especies), Asterales (38 especies) y Caryophyllales (15 especies). Distribuidos en las diferentes estaciones de evaluación en esta cobertura vegetal.

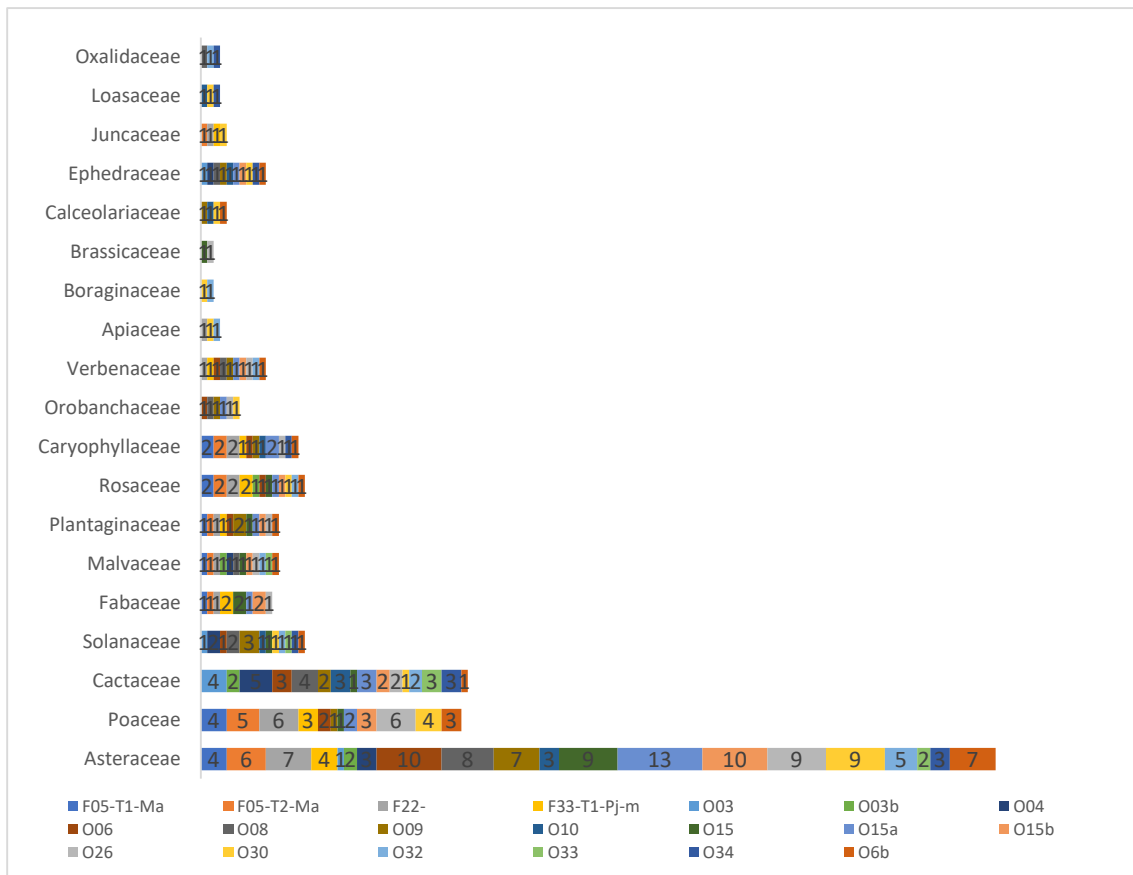
Figura 21 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en matorral arbustivo en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la composición en función a las familias identificadas en matorral arbustivo, Poaceae (16 especies) y Asteraceae (38 especies), son las familias con mayor representatividad en las diferentes estaciones y a nivel de matorral arbustivo.

Figura 22 Composición de flora a nivel de familia taxonómico en matorral arbustivo en la temporada húmeda 2022.

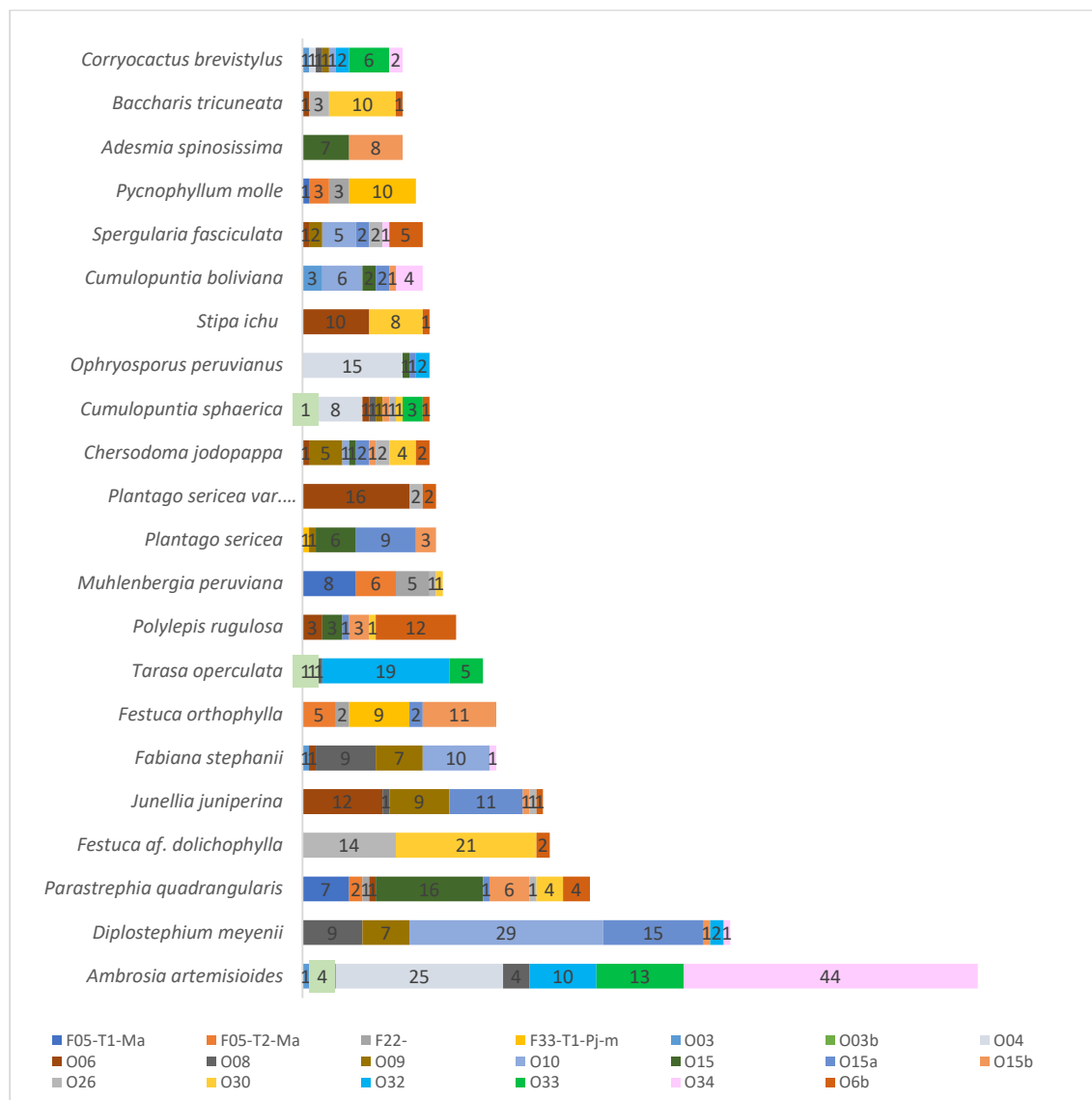


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.5.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Las especies de mayor abundancia registradas en matorral arbustivo son *Diplostephium meyenii* (64 individuos), *Ambrosia artemisioides* (101 individuos) y *Parastrephia quadrangularis* (43 individuos). Las cuales se registran como aquellas con una mayor distribución en las estaciones de monitoreo dentro de matorral arbustivo.

Figura 23 Abundancia relativa de especies en matorral arbustivo temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura, en matorral arbustivo, existe la dominancia de *Diplostephium meyenii* (6.3%), *Ambrosia artemisioides* (10.0%) y *Parastrephia quadrangularis* (4.2%). Especies que a nivel de estaciones de muestreo son las que tienen mayor cobertura en relación con las otras especies reportadas en la temporada húmeda.

Figura 24 Cobertura relativa de especies en matorral arbustivo en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.5.3. DIVERSIDAD

La estación F22- reporta el índice de Shannon más alto (3.014), lo mismo pasa en el índice de Simpson (0.93) y en Pielou (6.52). siendo esta estación la de mayor representatividad en diversidad en matorral arbustivo.

Cuadro 12. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en matorral arbustivo- temporada húmeda 2022.

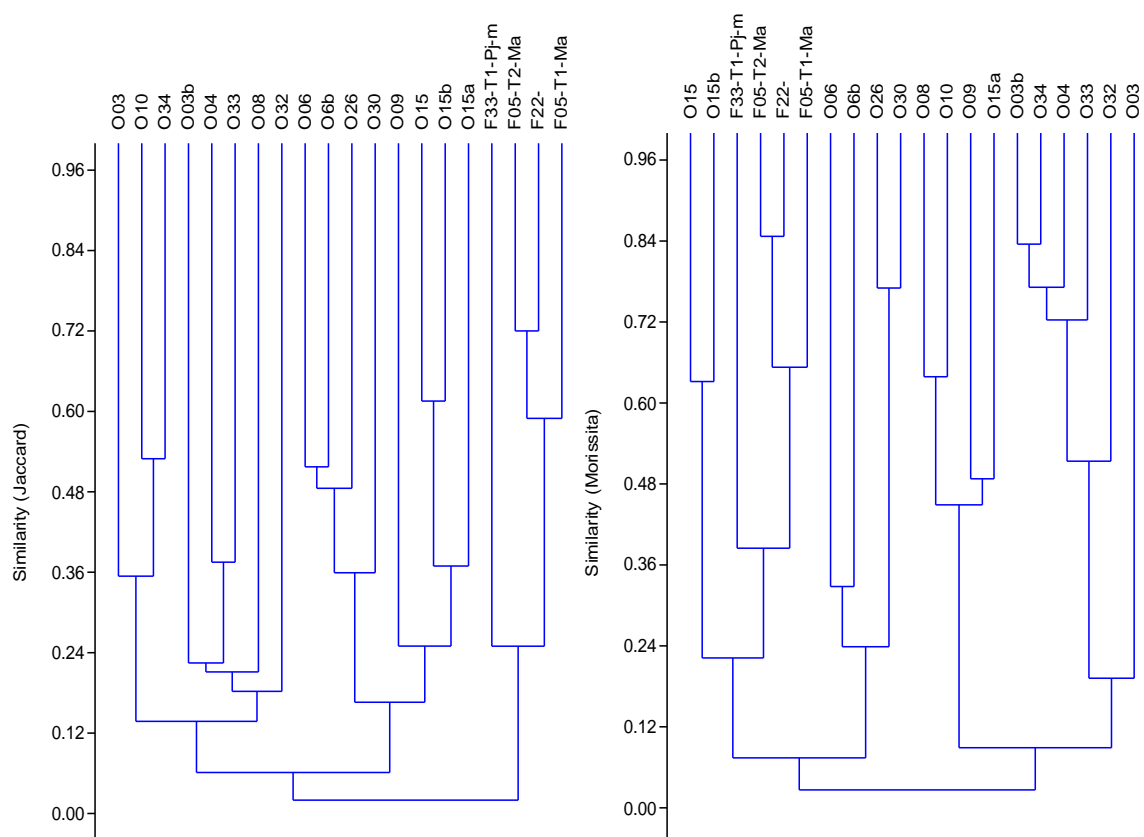
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F05-T1-Ma	15	30	2.3	0.8533	4.116
F05-T2-Ma	19	37	2.7	0.916	4.985
F22-	24	34	3.014	0.9394	6.522
F33-T1-Pj-m	17	65	2.5	0.9008	3.833
O03	8	12	1.936	0.8333	2.817
O03b	6	9	1.581	0.7407	2.276
O04	14	63	1.847	0.7624	3.138
O06	23	66	2.483	0.8701	5.251
O08	23	48	2.706	0.901	5.683

Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O09	23	60	2.633	0.8967	5.373
O10	12	58	1.656	0.6998	2.709
O15	19	60	2.536	0.8839	4.396
O15a	29	84	2.823	0.9113	6.319
O15b	23	58	2.753	0.9114	5.418
O26	27	57	2.871	0.9074	6.431
O30	27	72	2.607	0.87	6.08
O32	15	49	2.031	0.7888	3.597
O33	8	37	1.744	0.7874	1.939
O34	14	69	1.459	0.573	3.07
O6b	21	44	2.628	0.8864	5.285

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Se observa que la similaridad según Jaccard y Morissita está por encima del 30% mayormente, denotando una baja similitud entre la mayoría de las estaciones de evaluación y su composición florística. Por otro lado, las estaciones O03b y O03c son las que muestran una similitud por encima del 90%.

Figura 25 Dendrogramas de Jaccard y Morissita en matorral arbustivo, temporada húmeda 2022.

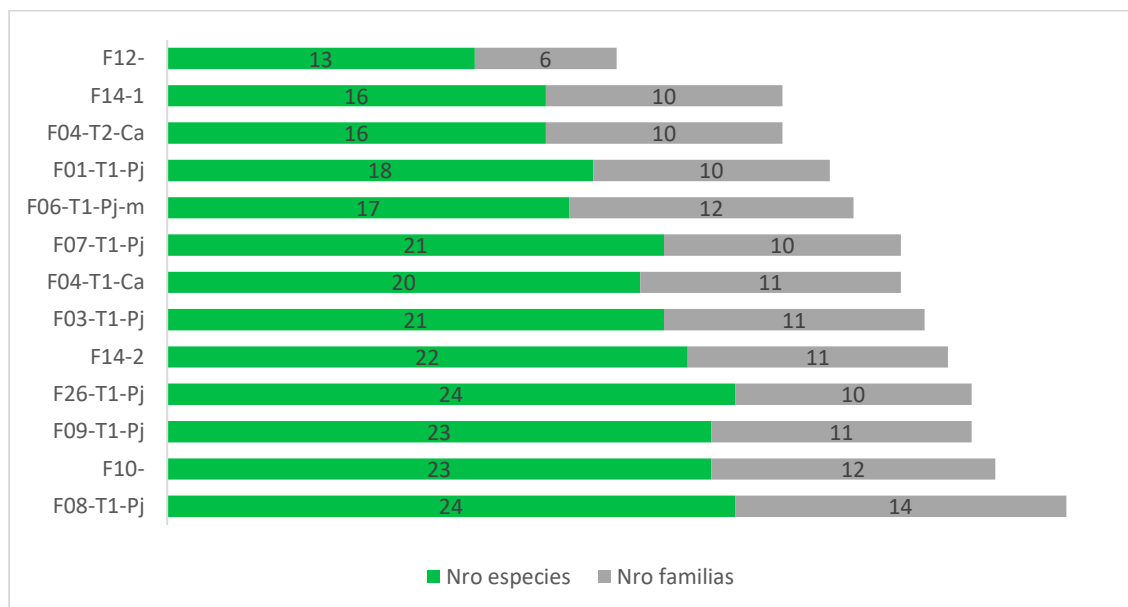


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.6. PAJONAL ANDINO

En pajonal andino se reportan 85 especies y 21 familias, distribuidas a lo largo de las diferentes estaciones de monitoreo halladas en esta cobertura vegetal. Además de que en su mayoría son Angiospermas. Siendo la estación F08-T1-Pj con un mayor número de especies (24) y número de familias (14).

Figura 26 Número de especies y número de familias en pajonal andino, temporada húmeda 2022.



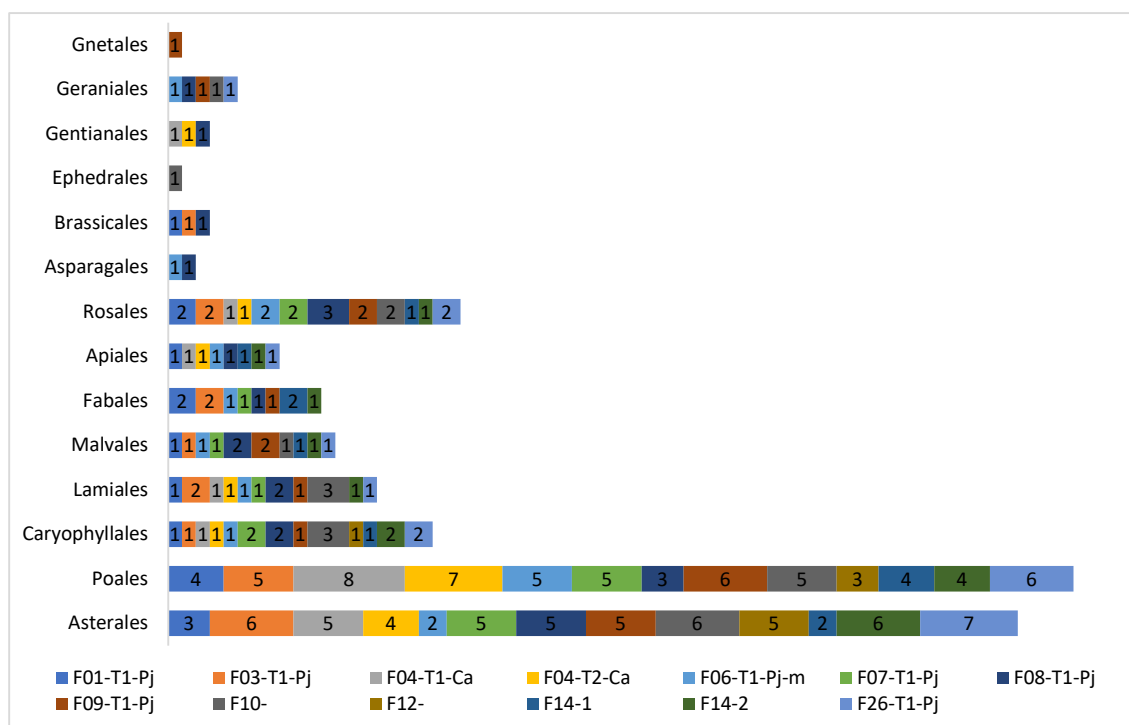
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.6.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A nivel de ordenes taxonómicos, se identificaron tres ordenes que abarcan el mayor número de especies reportados en pajonal andino a nivel de las 13 estaciones evaluadas. Se observa que los ordenes Poales (22 especies), Asterales (22 especies) y Caryophyllales (7 especies) se encuentran mayormente distribuidas en las estaciones monitoreadas.

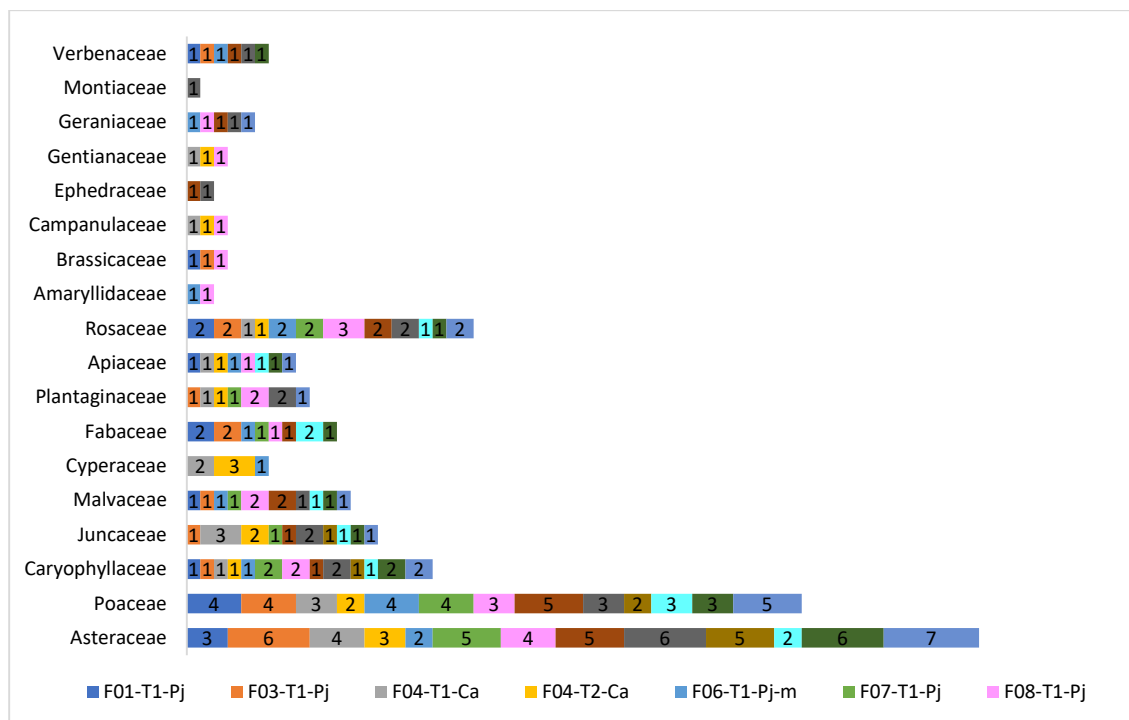
Por otro lado, a nivel de familias se observa que las familias Poaceae (13 especies), Asteraceae (21 especies) y Caryophyllaceae (6 especies) son aquellas con un mayor reporte a nivel de pajonal andino, además se encuentran mayormente distribuidas en las estaciones de monitoreo dentro de esta cobertura vegetal.

Figura 27 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en pajonal andino en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 28 Composición de flora a nivel de familias en pajonal andino en la temporada húmeda 2022.

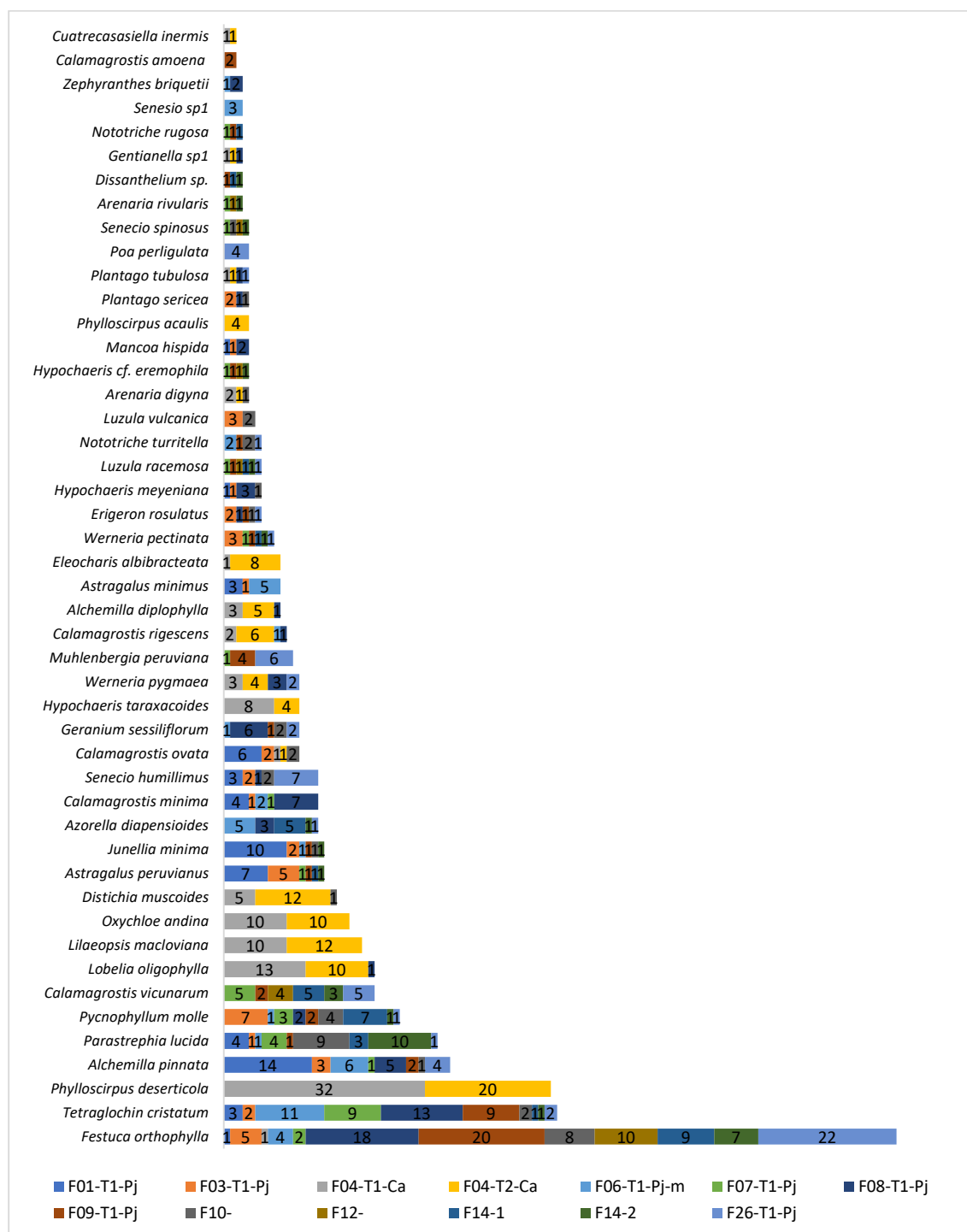


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.6.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Sobre la abundancia relativa en pajonal andino, se observa que hay cinco especies con una amplia distribución en las estaciones de monitoreo. Estas especies son *Festuca orthophylla* (107 individuos), *Tetraglochin cristatum* (53 individuos), *Phylloscirpus deserticola* (52 individuos).

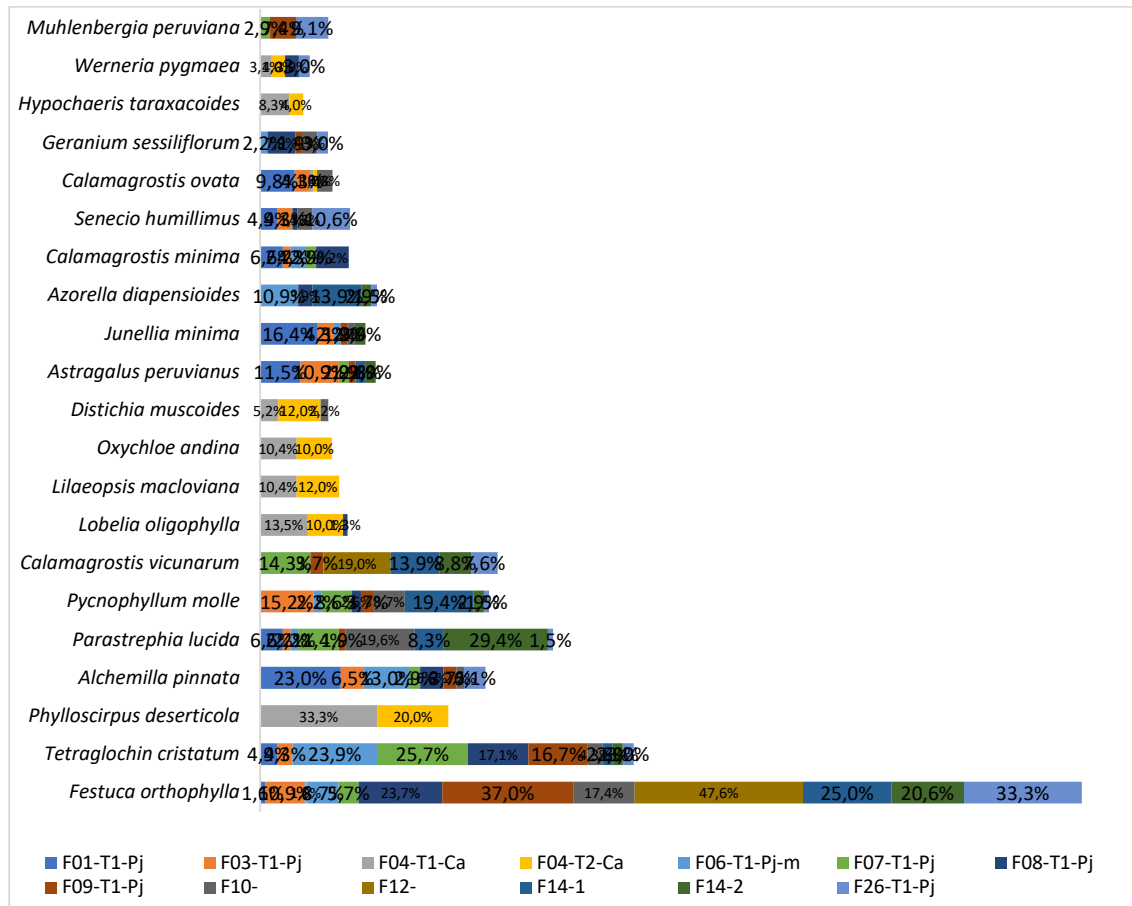
Figura 29 Abundancia relativa en pajonal andino en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura relativa en pajonal andino, se observa que *Festuca orthophylla* (14.9%), *Tetraglochin cristatum* (7.4%) y *Phylloscirpus deserticola* (7.3%), las cuales a nivel general son las que mayor cobertura ocupan en el pajonal andino y a nivel de estaciones de monitoreo se encuentran distribuidas en la mayoría de las estaciones de evaluación.

Figura 30 Cobertura relativa en pajonal andino en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.6.3. DIVERSIDAD

La estación F03-T1-Pj presenta el mayor índice de Shannon (2.78) y también con Simsonp (1-D= 0.93), mientras que de acuerdo con el índice de Pielou la estación F10 es la que presenta un mayor valor (5.48). de lo que se infiere que las estaciones F03-T1-Pj y F10- son aquellas que tienen una mayor representatividad en cuanto a la riqueza y diversidad florística en la cobertura vegetal pajonal andino.

Cuadro 13. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en pajonal andino- temporada húmeda 2022.

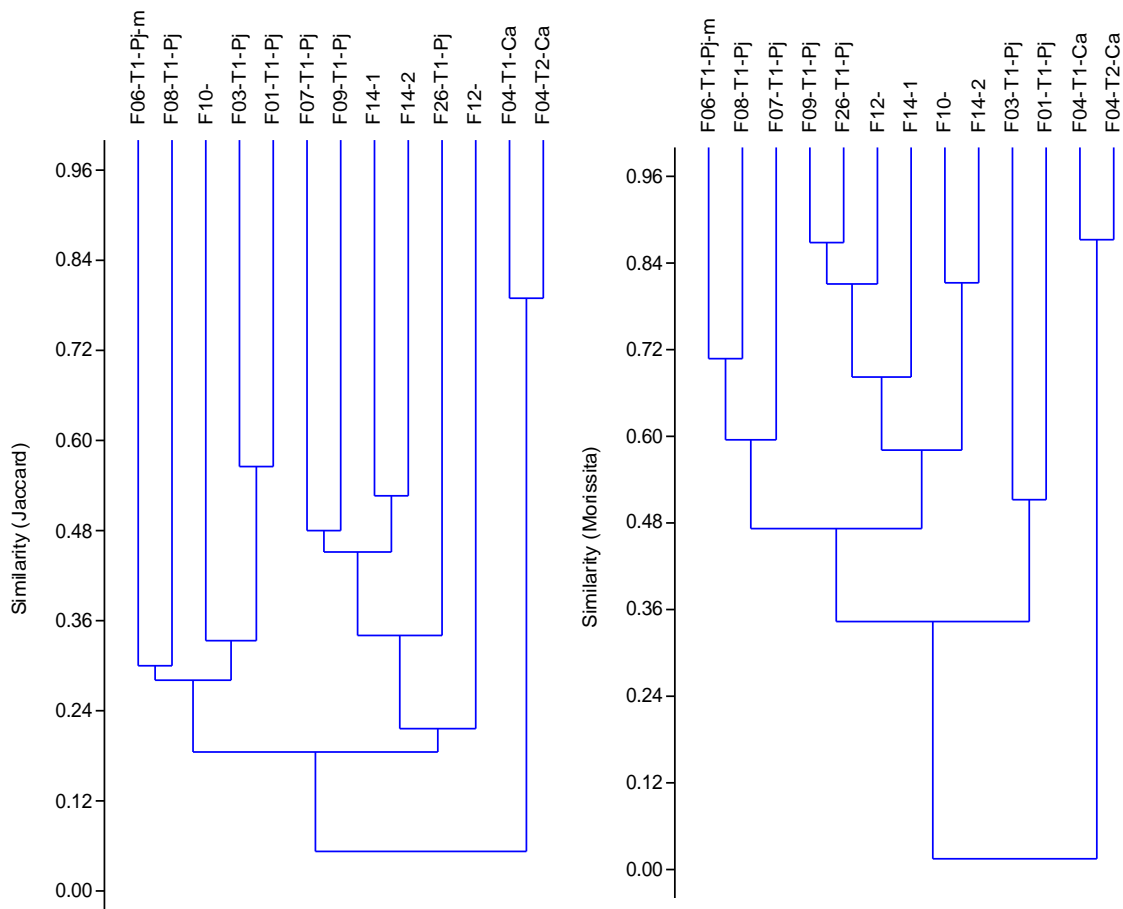
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F01-T1-Pj	16	61	2.384	0.8799	3.649
F03-T1-Pj	20	46	2.787	0.9253	4.963

F04-T1-Ca	18	96	2.227	0.8355	3.725
F04-T2-Ca	16	100	2.428	0.8934	3.257
F06-T1-Pj-m	16	46	2.419	0.8828	3.918
F07-T1-Pj	17	35	2.468	0.88	4.5
F08-T1-Pj	23	76	2.596	0.8868	5.08
F09-T1-Pj	20	54	2.308	0.8196	4.763
F10-	22	46	2.736	0.9064	5.485
F12-	9	21	1.684	0.7211	2.628
F14-1	12	36	2.117	0.8488	3.07
F14-2	17	34	2.352	0.8512	4.537
F26-T1-Pj	21	66	2.437	0.8508	4.774

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Se observa que la similaridad según Jaccard y Morissita está por encima del 30% en la mayoría de las estaciones evaluadas en temporada húmeda, denotando una alta similitud entre la mayoría de las estaciones de evaluación y su composición florística.

Figura 31 Dendrogramas de Jaccard y Morissita en pajonal andino, temporada húmeda 2022.

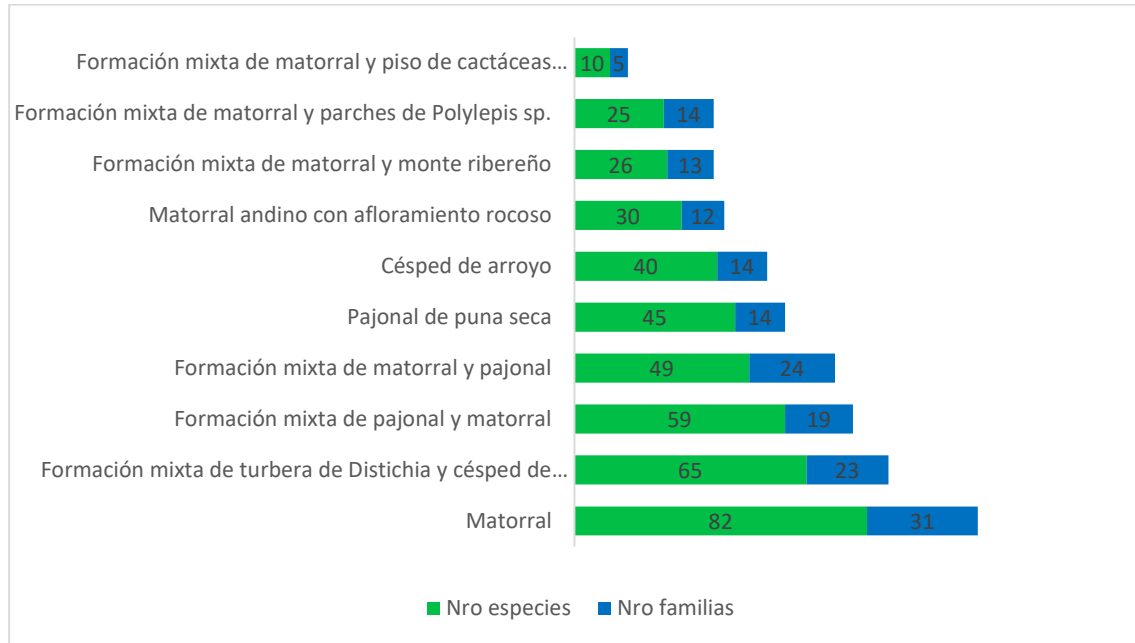


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5. ANÁLISIS POR UNIDAD DE VEGETACIÓN

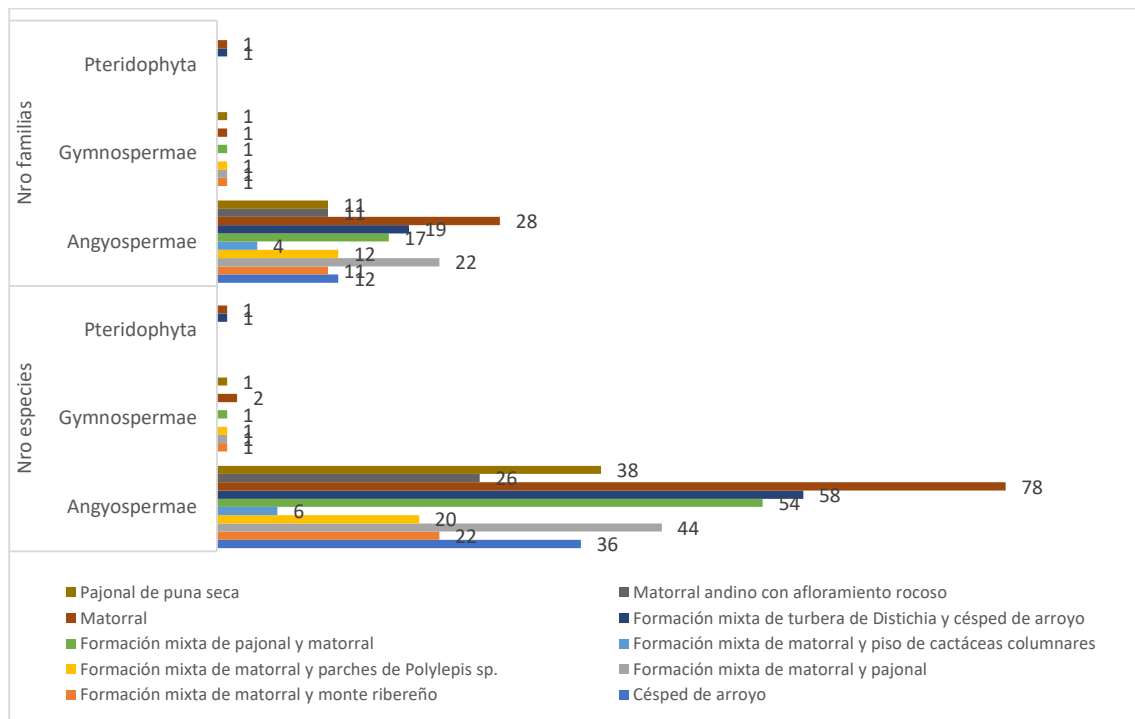
En las unidades de vegetación se observa también la predominancia de Angiospermas en la mayoría de las unidades de vegetación identificadas.

Figura 32 Número de especies y familias en las unidades de vegetación, temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 33 Número de especies y familias en las unidades de vegetación, temporada húmeda 2022.



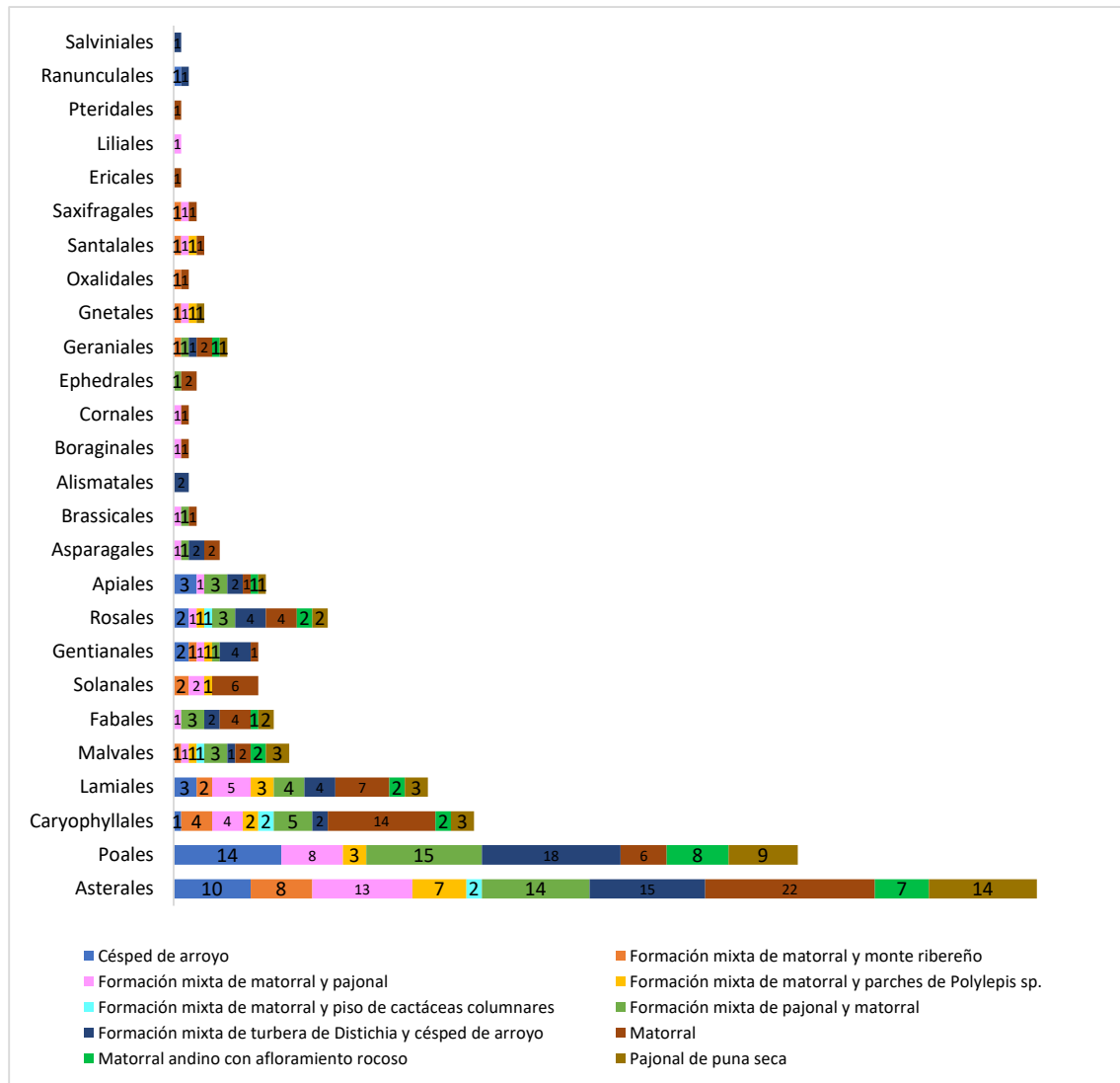
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Poales (34 especies), Asterales (56 especies) y Caryophyllales (21 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las unidades de vegetación en temporada húmeda 2022.

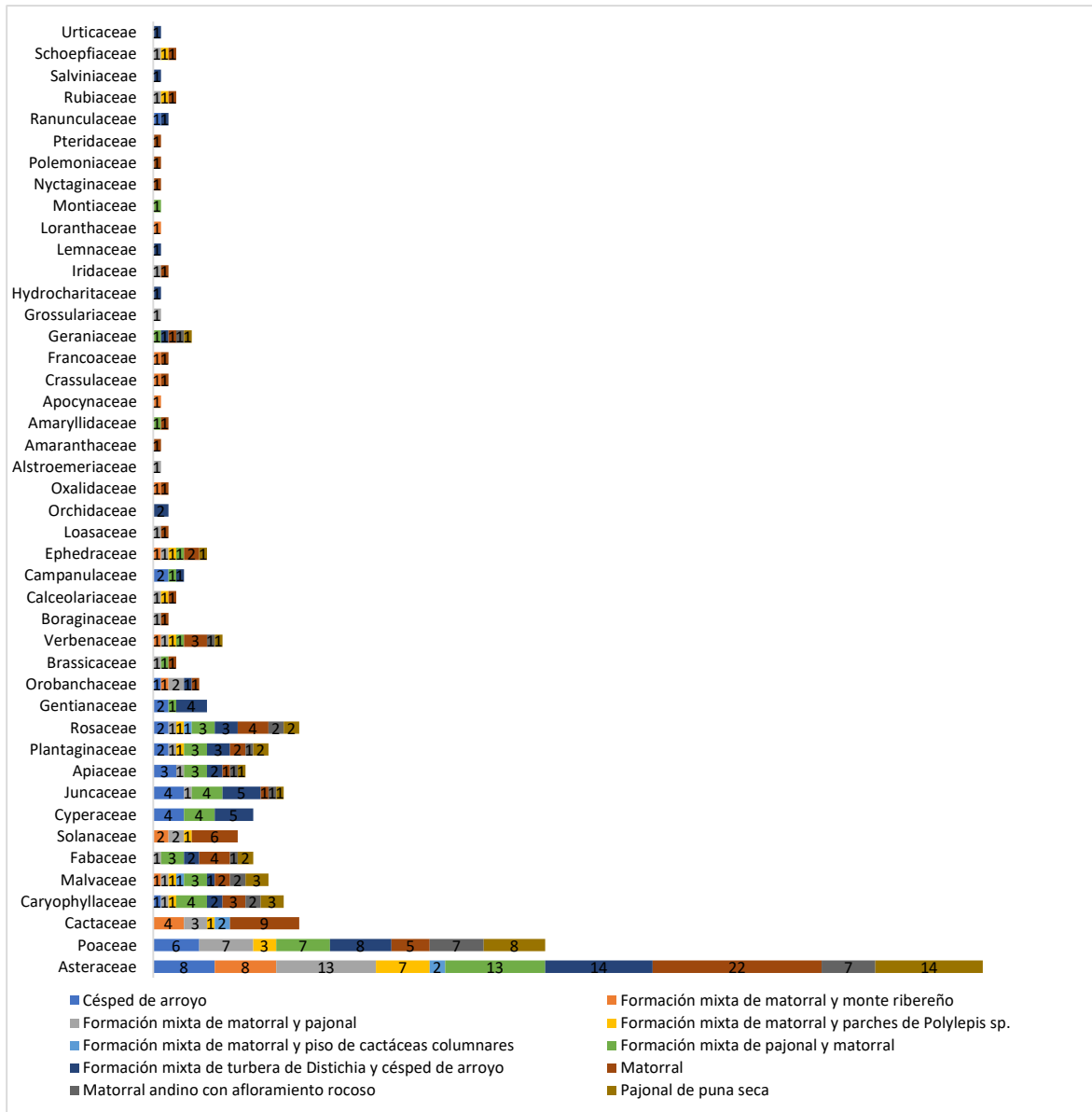
En lo referente a las familias reportadas a nivel de unidades de vegetación, Poaceae (22 especies), Asteraceae (54 especies) y Cactaceae (10 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las unidades de vegetación.

Figura 34 Composición de flora a nivel de orden taxonómico según unidades de vegetación en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 35 Composición de flora a nivel de familia taxonómico según unidades de vegetación en la temporada húmeda 2022.

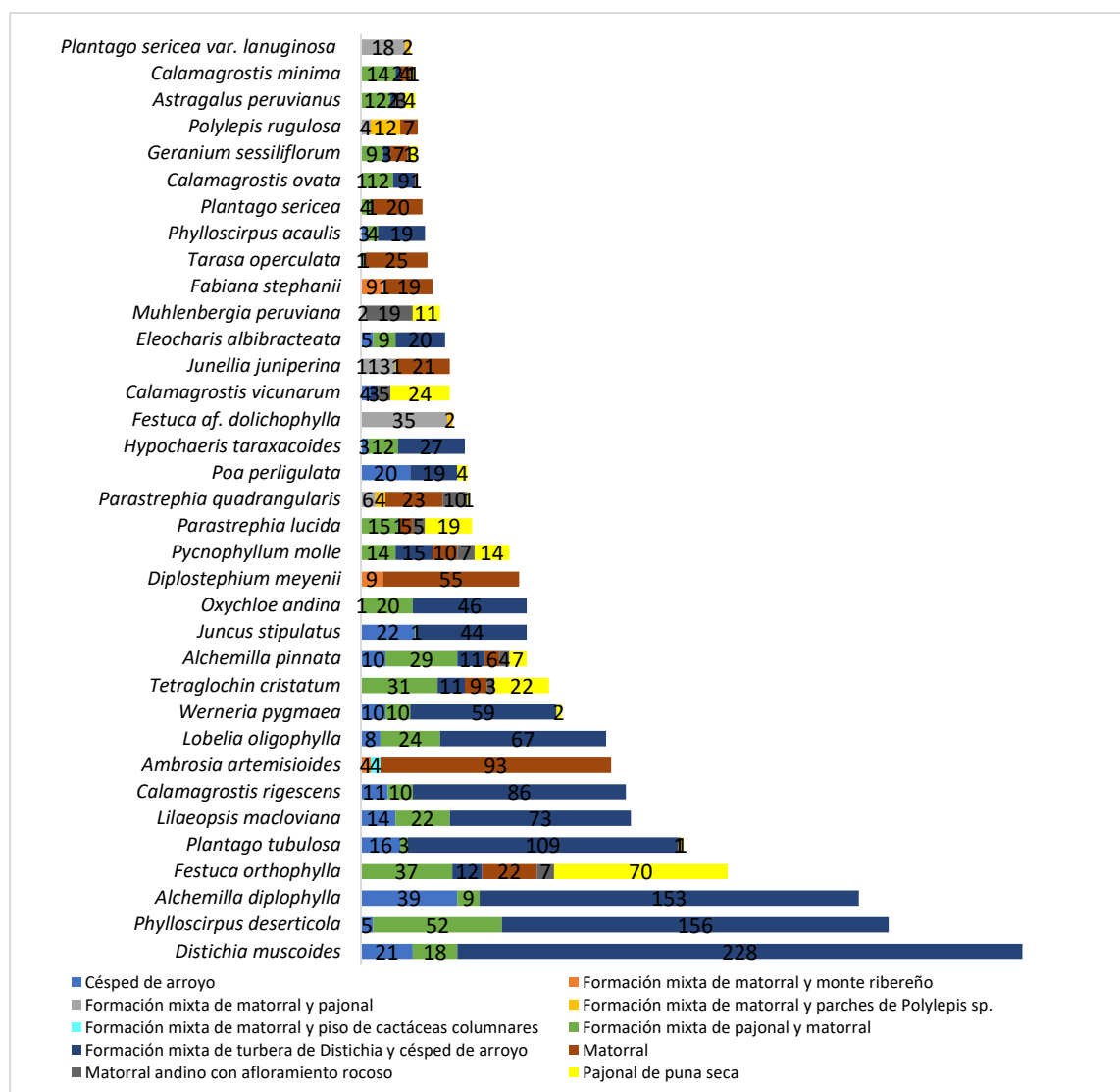


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Phylloscirpus deserticola* (213 individuos), *Alchemilla diplophylla* (201 individuos), *Distichia muscoides* (267 individuos) y *Festuca orthophylla* (148 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel global y mayor representatividad en las unidades de vegetación evaluadas.

Figura 36 Abundancia relativa de especies según unidades de vegetación en la temporada húmeda 2022.

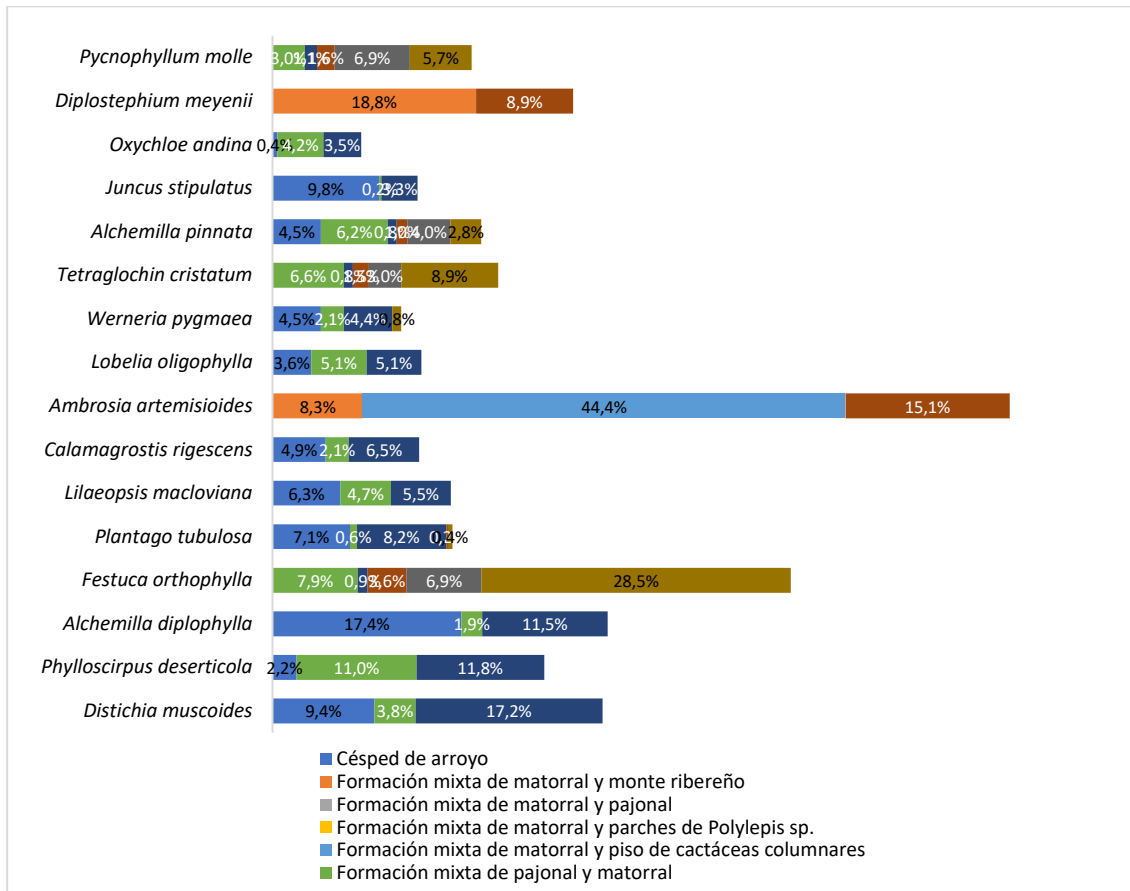


Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Phylloscirpus deserticola* (6.5%), *Distichia muscoides* (8.1%) y *Alchemilla diplophylla* (6.1%) son la de mayor cobertura a nivel global, mientras que a nivel de las unidades de vegetación son las especies que se distribuyen mayormente en las unidades de vegetación, teniendo porcentajes significativos de cobertura en cada uno.

Cabe señalar que en esta evaluación reportaron porcentajes significativos de suelo y afloración rocosa, esto en comparación con la temporada húmeda 2021. Por lo cual, los porcentajes mostrados de las especies son menores en comparación con la temporada húmeda 2021.

Figura 37 Cobertura relativa según unidades de vegetación en la temporada húmeda 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.3. DIVERSIDAD

En la temporada húmeda 2022 se identificaron diez unidades de vegetación, de las cuales la unidad de vegetación Matorral cuenta con el índice SHanon (3.64) y Pielou (12.5) más altos en comparación con las demás unidades de vegetación, en tanto que la unidad de vegetación formación mixta de pajonal y matorral presentan el mayor valor del índice de Simsonp (0.96).

Cuadro 14. Índices de diversidad de las unidades de vegetación evaluadas en la temporada húmeda 2022.

UNIDAD DE VEGETACIÓN	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
Césped de arroyo	36	224	2.928	0.9231	6.468
Formación mixta de matorral y monte ribereño	23	48	2.706	0.901	5.683
Formación mixta de matorral y pajonal	45	195	3.154	0.9303	8.344
Formación mixta de matorral y parches de Polylepis sp.	21	44	2.628	0.8864	5.285
Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares	6	9	1.581	0.7407	2.276
Formación mixta de pajonal y matorral	55	471	3.452	0.9559	8.774

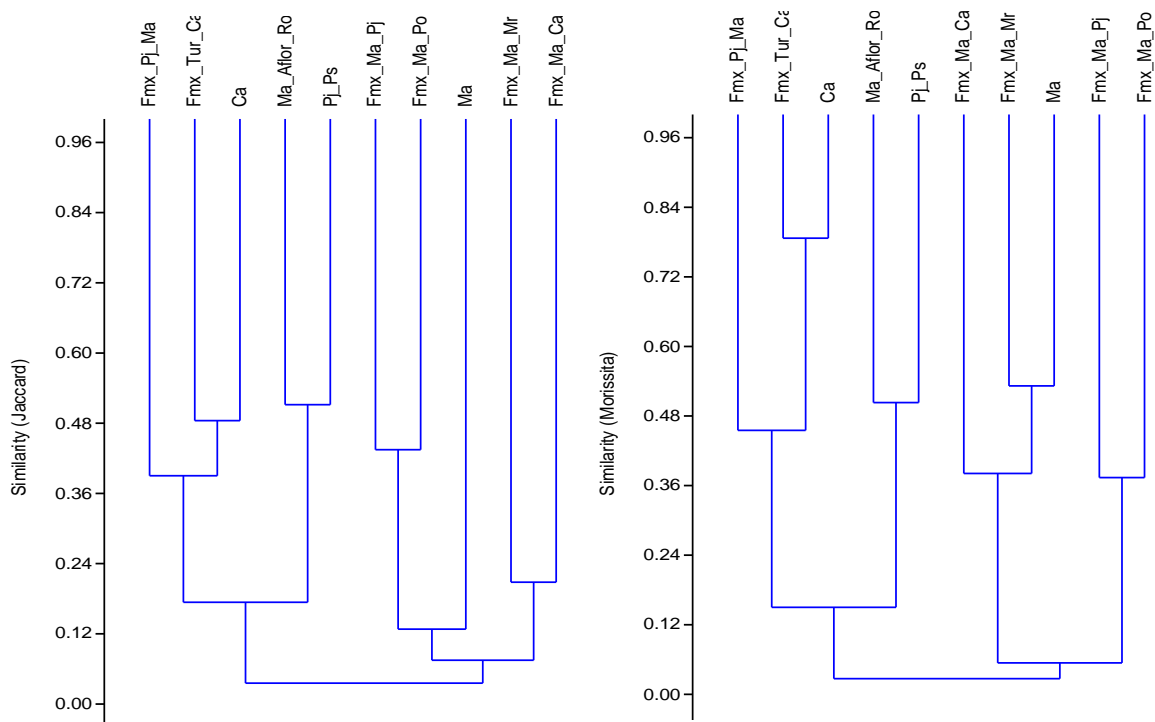
UNIDAD DE VEGETACIÓN	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
Formación mixta de turbera de <i>Distichia</i> y césped de arroyo	59	1326	3.001	0.9203	8.067
Matorral	81	615	3.654	0.9534	12.46
Matorral andino con afloramiento rocoso	26	101	2.898	0.9238	5.417
Pajonal de puna seca	39	246	2.809	0.8847	6.902

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las unidades de vegetación formación mixta de turbera de *Distichia* y Césped de arroyo, así como la unidad de vegetación Césped de arroyo, muestran una alta similitud en su composición sobre el 70% de acuerdo a Morissita y mayor al 48% según Jaccard. Por otro lado, la mayoría de las unidades de vegetación se encuentran con una similitud mayor al 30%.

Figura 38 Dendrograma de las unidades de vegetación de la zona de evaluación del proyecto



Elaboración: ASILORZA, 2022.

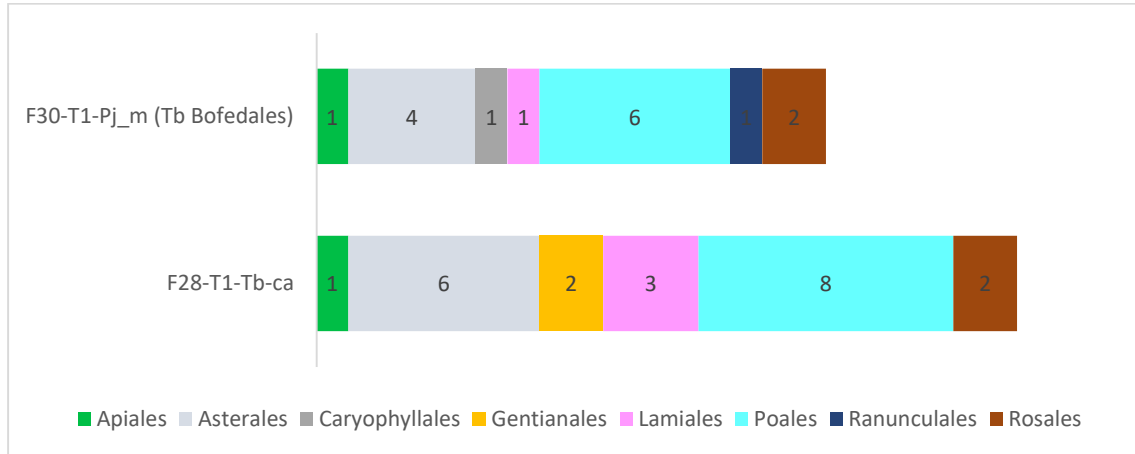
5.1.5.5. CÉSPED DE ARROYO

5.1.5.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies son Poales (13 especies) y Asterales (7 especies), siendo los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de ordenes con mayor distribución en las estaciones de evaluación en temporada húmeda. Se

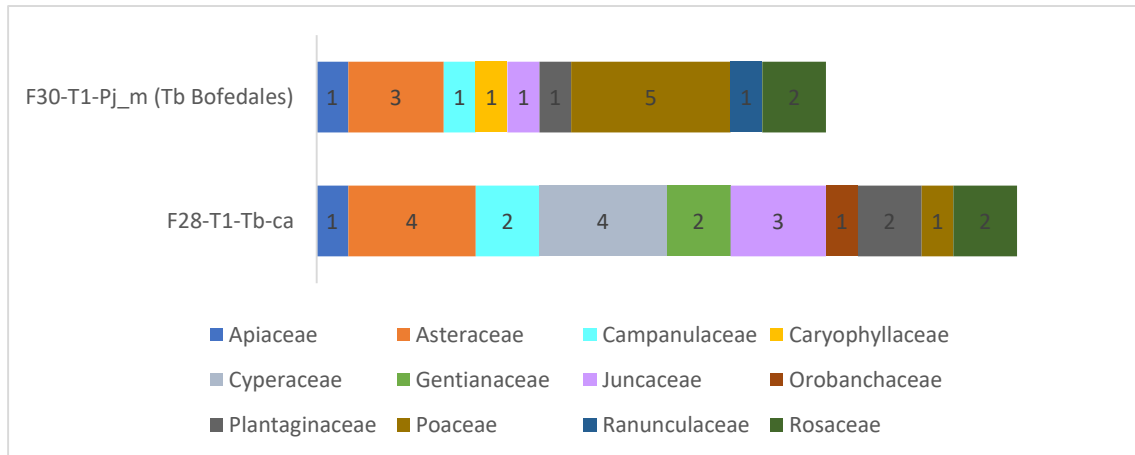
reporta un total de 30 especies en esta unidad de vegetación que contenía dos estaciones de evaluación. En lo referente a las familias reportadas Poaceae (5 especies) y Asteraceae (5 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones de evaluación.

Figura 39 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 40 Composición de flora a nivel de familia taxonómico en césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.

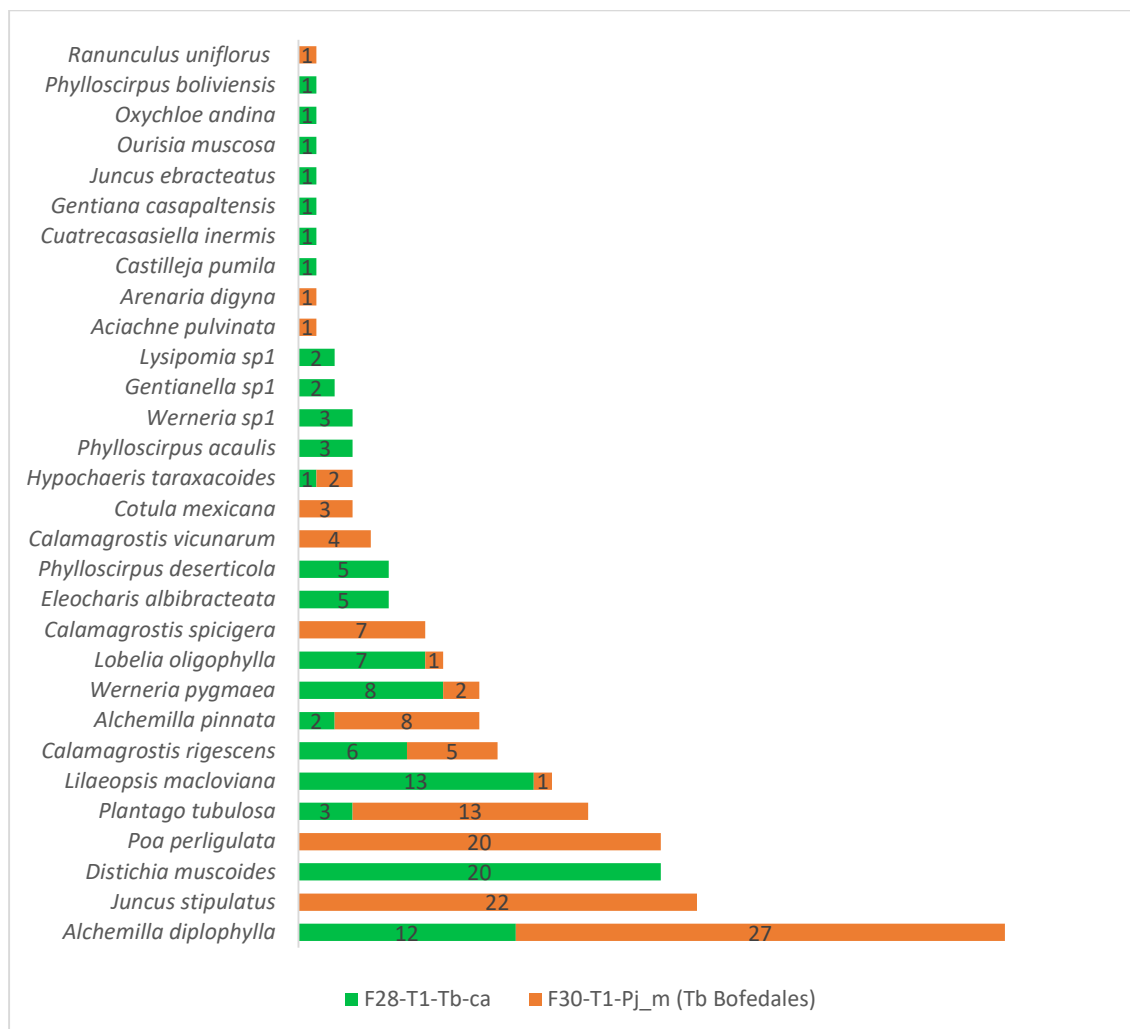


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.5.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Alchemilla diplophylla* (39 individuos), *Juncus stipulatus* (22 individuos), *Poa perligulata* (20 individuos), *Distichia muscoides* (20 individuos) y *Plantago tubulosa* (16 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel global y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

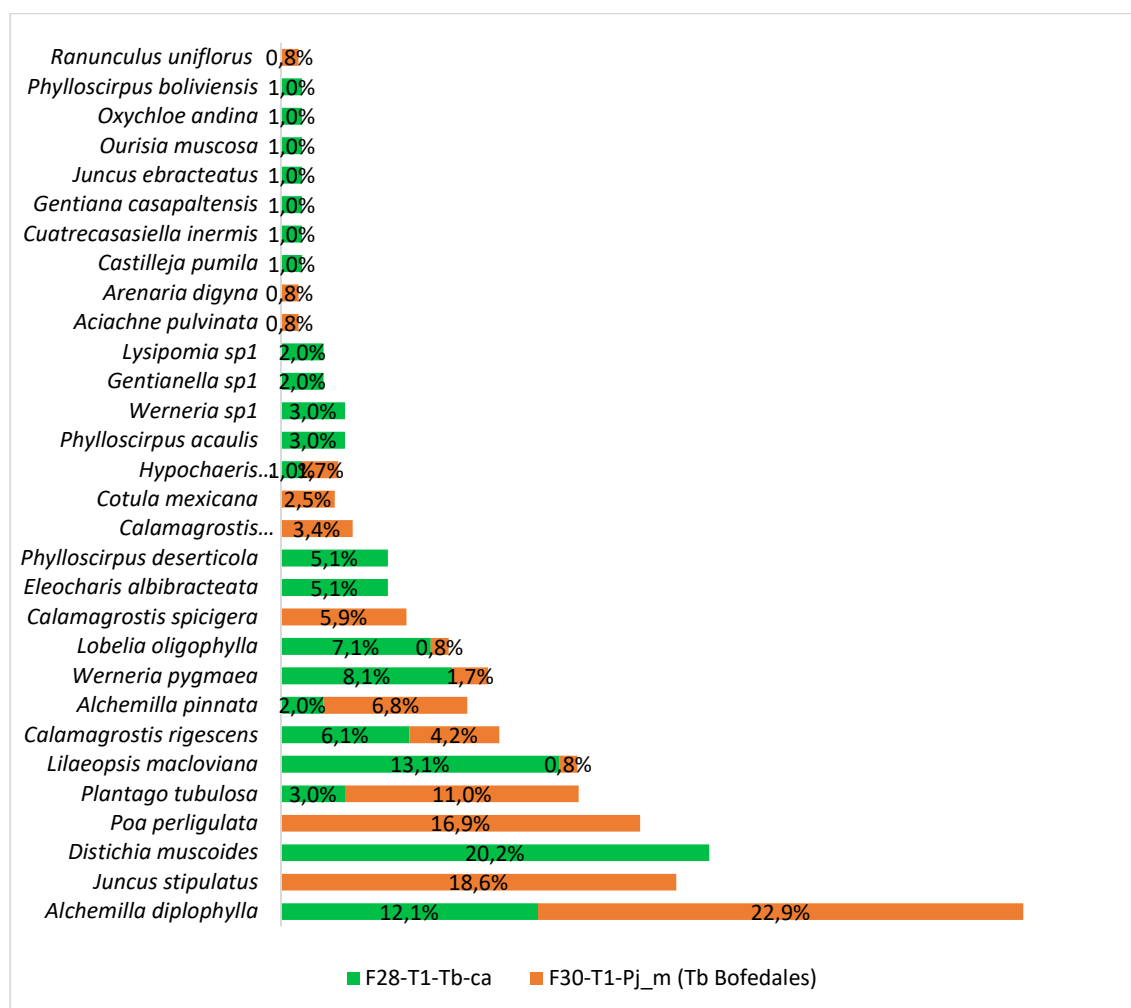
Figura 41 Abundancia relativa de especies en césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Alchemilla diplophylla* (18%), *Juncus stipulatus* (10.1%), *Poa perligulata* (9.2%), *Distichia muscoides* (9.2%) y *Plantago tubulosa* (7.4%) son la de mayor cobertura a nivel global, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos de cobertura en cada uno. Siendo *Alchemilla diplophylla* la especie con mayor cobertura en las estaciones evaluadas.

Figura 42 Cobertura relativa en césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.5.3. DIVERSIDAD

En la temporada húmeda 2022 se identificaron dos estaciones evaluadas en césped de arroyo, de las cuales la estación F28-T1-Tb-ca, es la que tiene un mayor índice de diversidad según Shannon, Simpsopn y Pielou.

Cuadro 15. Índices de diversidad en césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.

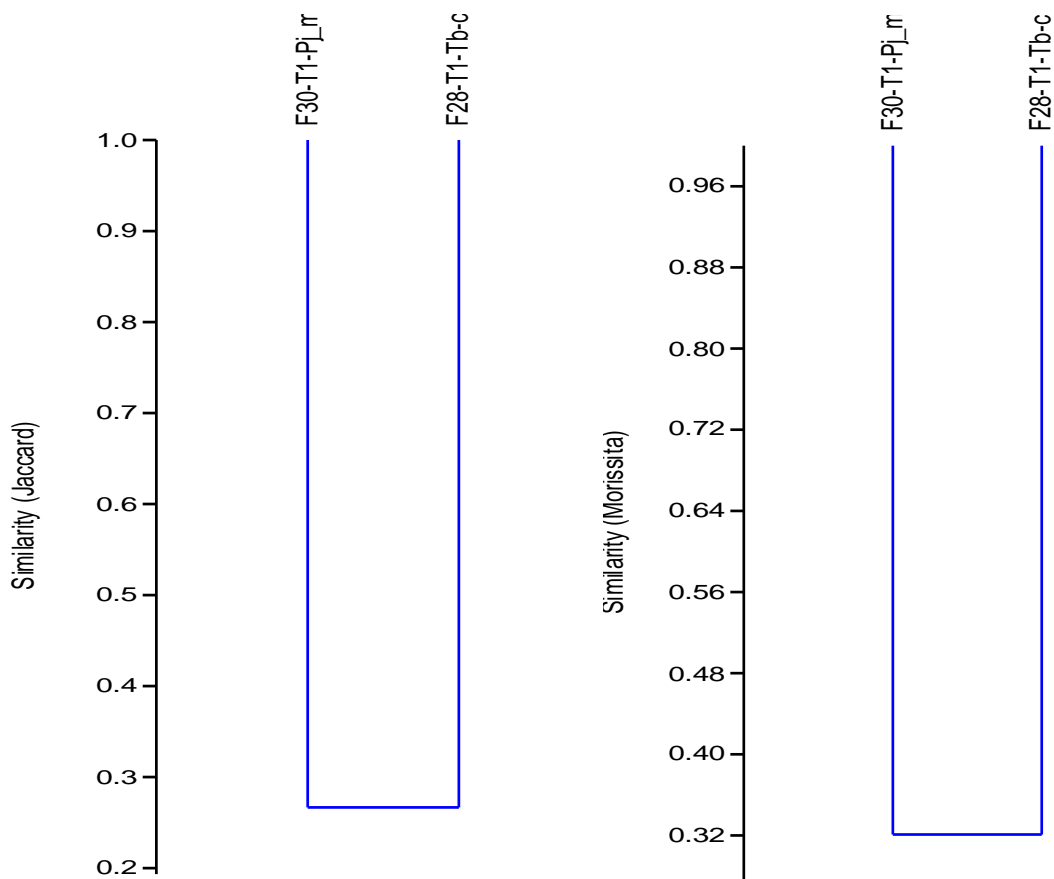
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F28-T1-Tb-ca	22	99	2.633	0.9022	4.57
F30-T1-Pj_m_(Tb_Bofedales)	16	118	2.227	0.8594	3.144

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.5.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en césped de arroyo muestran una similitud en su mayoría por encima del 30%, Lo que implica que la distribución de las especies en estas estaciones de evaluaciones tiene una baja semejanza. Lo que se corrobora con los datos anteriormente detallados en tanto a la distribución de especies por estación.

Figura 43 Dendrograma de las estaciones evaluadas en césped de arroyo temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

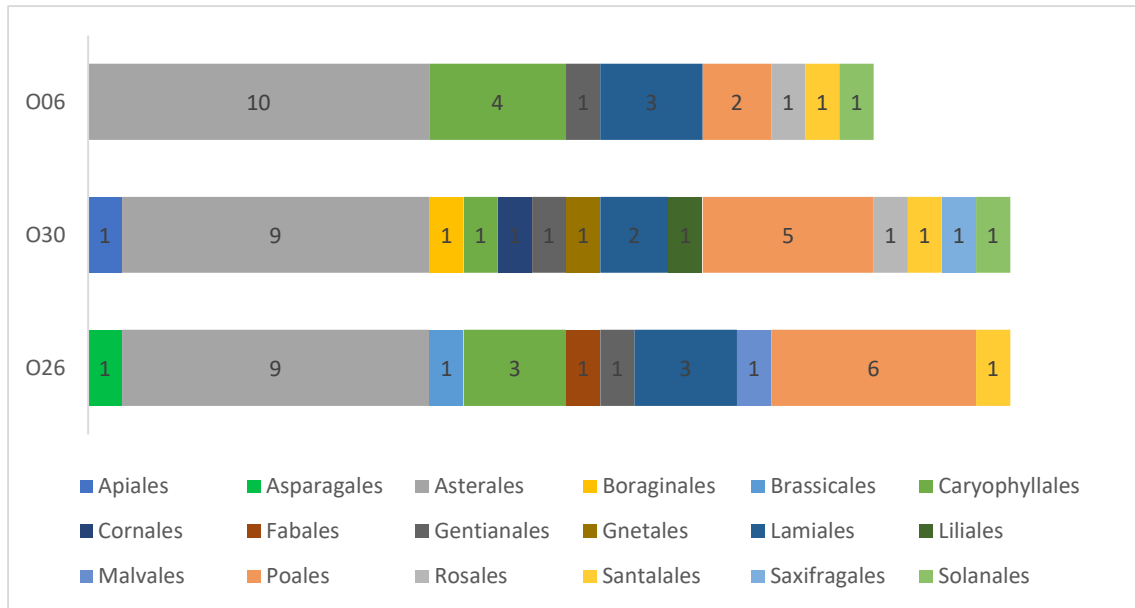
5.1.5.6. FORMACIÓN MIXTA DE MATORRAL Y PAJONAL

5.1.5.6.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes identificados como los de mayor representatividad son Asterales y Poales, de los cuales Asterales es la que presenta un mayor número de especies (13). En adición, las condiciones climáticas de la temporada y las actividades que se realizaban alrededor de esta estación han condicionado las opciones exitosas de propagación de flora de esta unidad de vegetación.

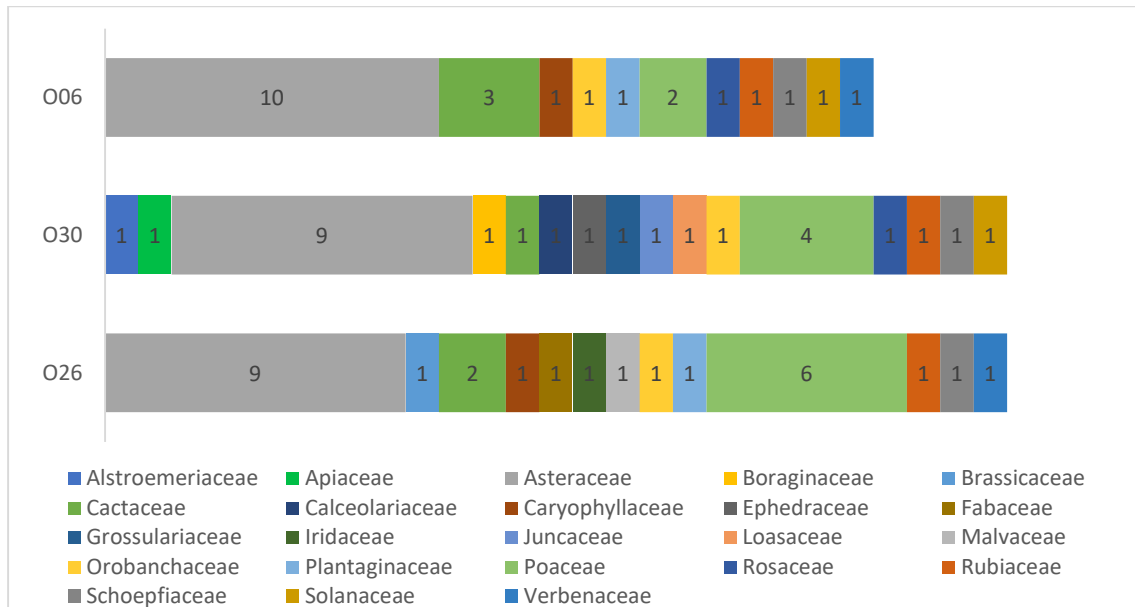
En lo referente a las familias reportadas en las tres estaciones, Asteraceae (13 especies) y Poaceae (7 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución.

Figura 44 Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de matorral y pajonal en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 45 Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de matorral y pajonal en la temporada húmeda 2022.

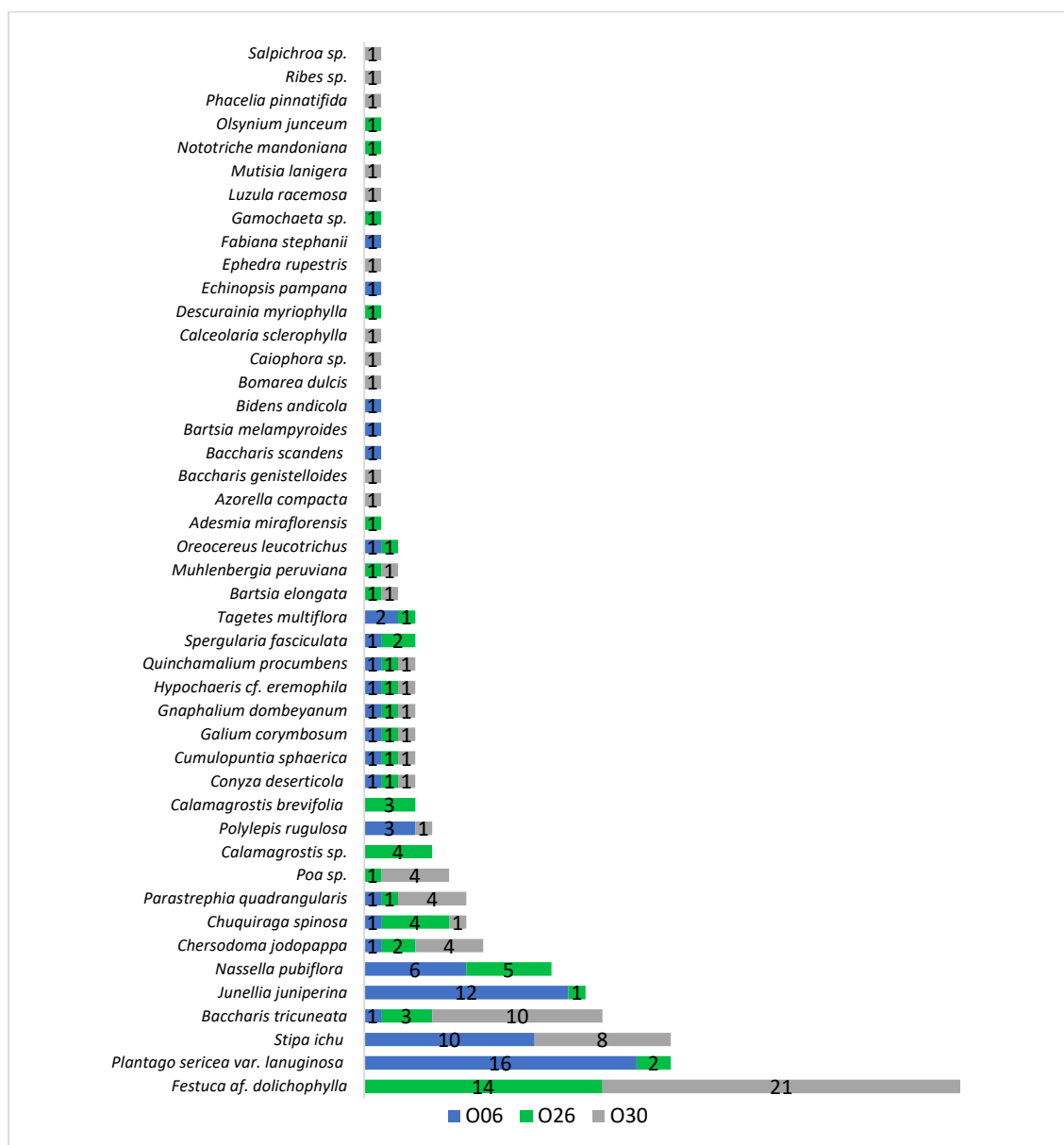


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.6.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Festuca* af. *Dolichophylla* (35 individuos), *Plantago sericea* var. *Lanuginosa* (18 individuos), *Stipa ichu* (18 individuos), *Baccharis tricuneata* (14 individuos), son aquellas con mayor abundancia y representatividad.

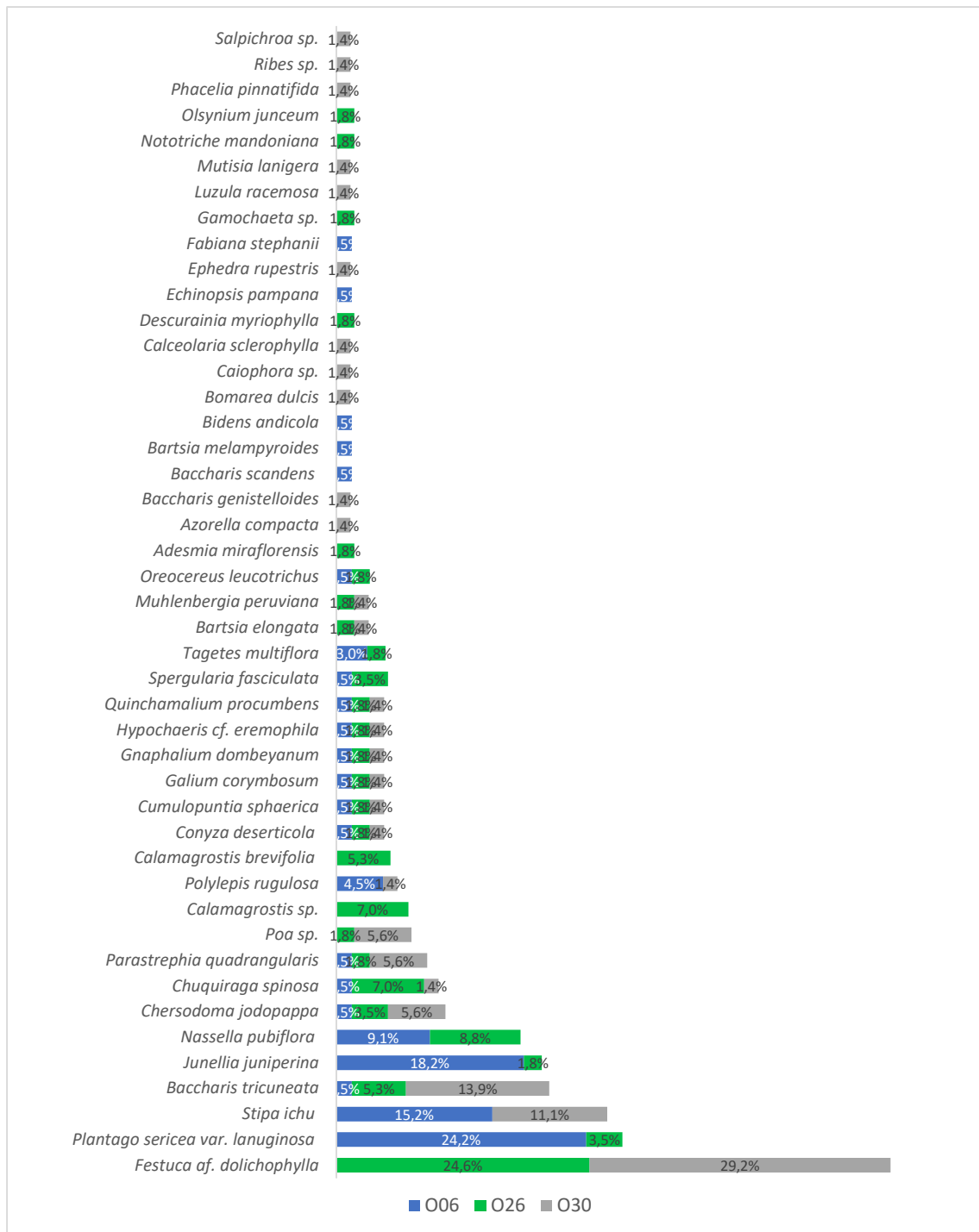
Figura 46 Abundancia relativa de especies formación mixta de matorral y pajonal en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Festuca* af. *Dolichophylla* (17.9%) y *Plantago sericea* var. *lanuginosa* (9.2%) son la de mayor cobertura, y son las especies que se distribuyen mayormente en las estaciones O26 y O30, teniendo porcentajes significativos de cobertura.

Figura 47 Cobertura relativa formación mixta de matorral y pajonal en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.6.3. DIVERSIDAD

En la temporada húmeda 2022 se identificó que la estación O26 tiene un mayor índice de diversidad en comparación con los demás. Mientras que la estación O30 es aquella que tiene un mayor número de individuos.

Cuadro 16. Índices de diversidad de formación mixta de matorral y pajonal en la temporada húmeda 2022.

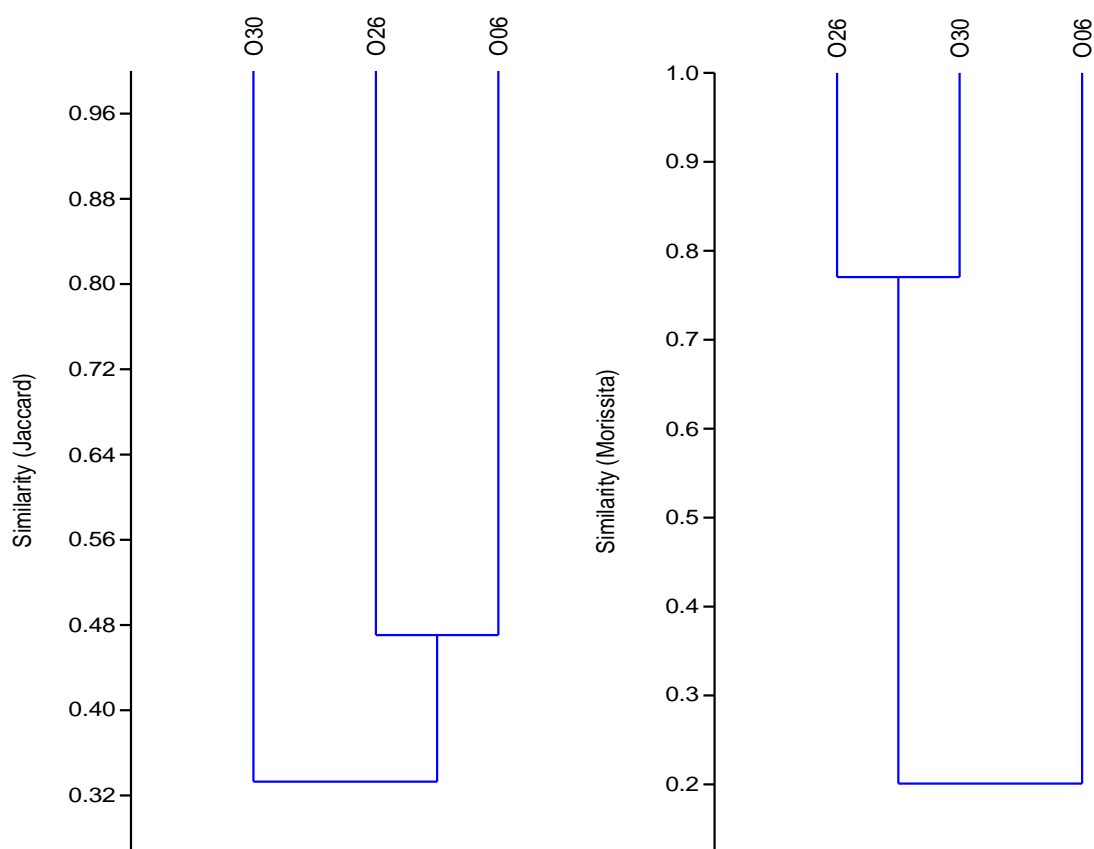
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O06	23	66	2.483	0.8701	5.251
O26	27	57	2.871	0.9074	6.431
O30	27	72	2.607	0.87	6.08

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.6.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en esta unidad de vegetación muestran una similitud en su mayoría por encima del 30%. Lo que implica que la distribución de las especies en estas estaciones de evaluaciones tiene una baja semejanza. Siendo O26 y O30 las estaciones con una similitud mayor al 70%.

Figura 48 Dendrograma de las estaciones evaluadas en césped de arroyo temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

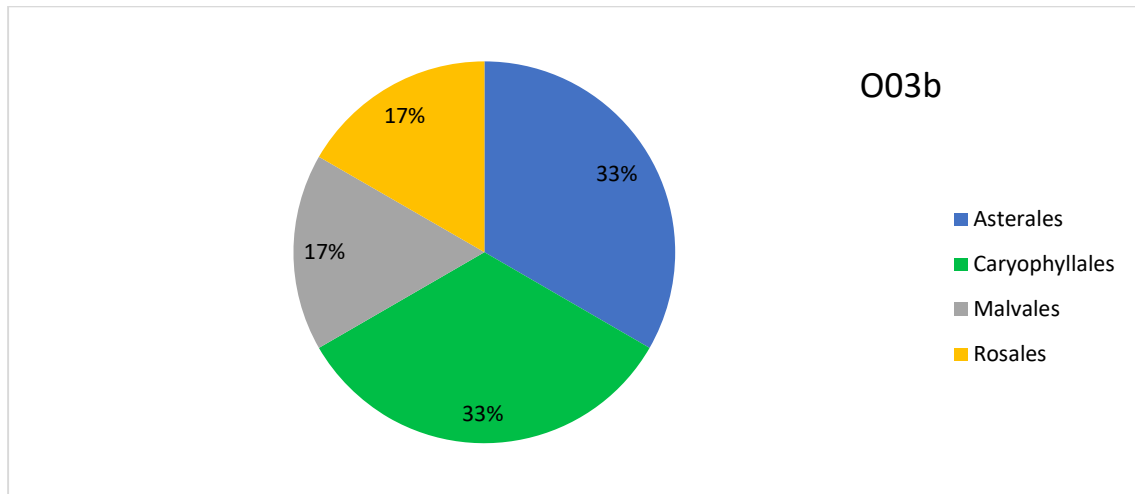
5.1.5.7. FORMACIÓN MIXTA DE MATORRAL Y PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES

5.1.5.7.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Asterales (2 especies) y Caryophyllales (2 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor número de individuos.

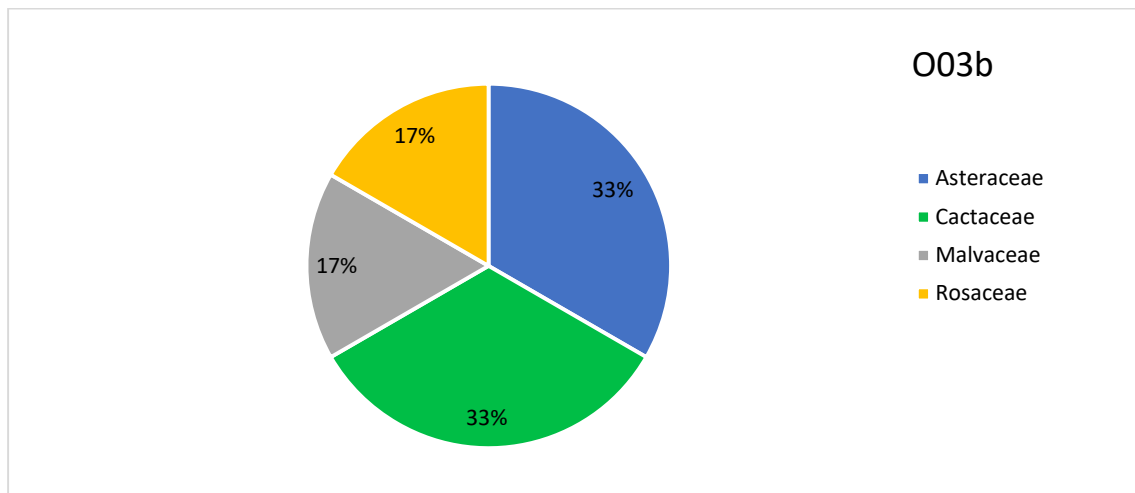
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae (2 especies) y Cactaceae (2 especies) son aquellas con mayor representatividad.

Figura 49 Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 50 Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.

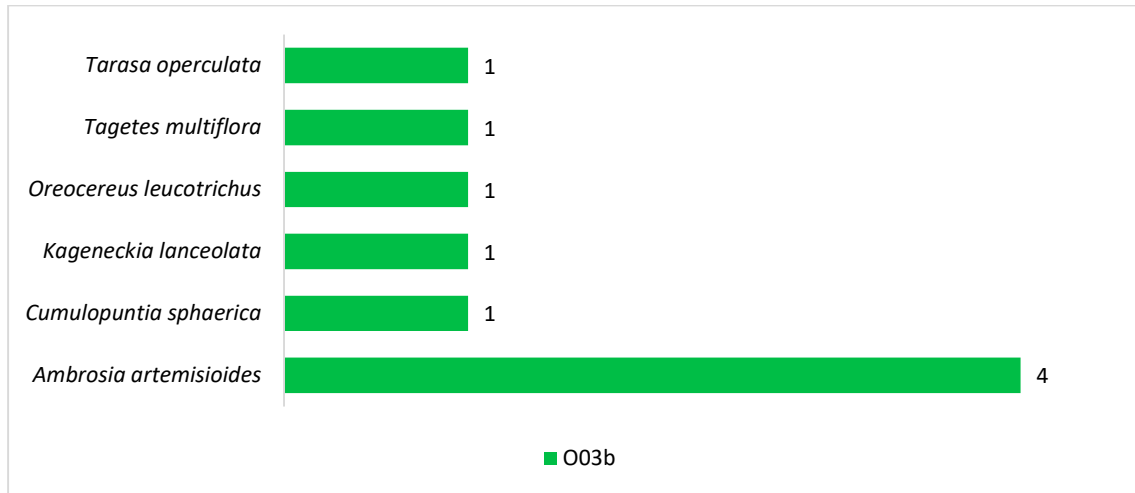


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.7.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

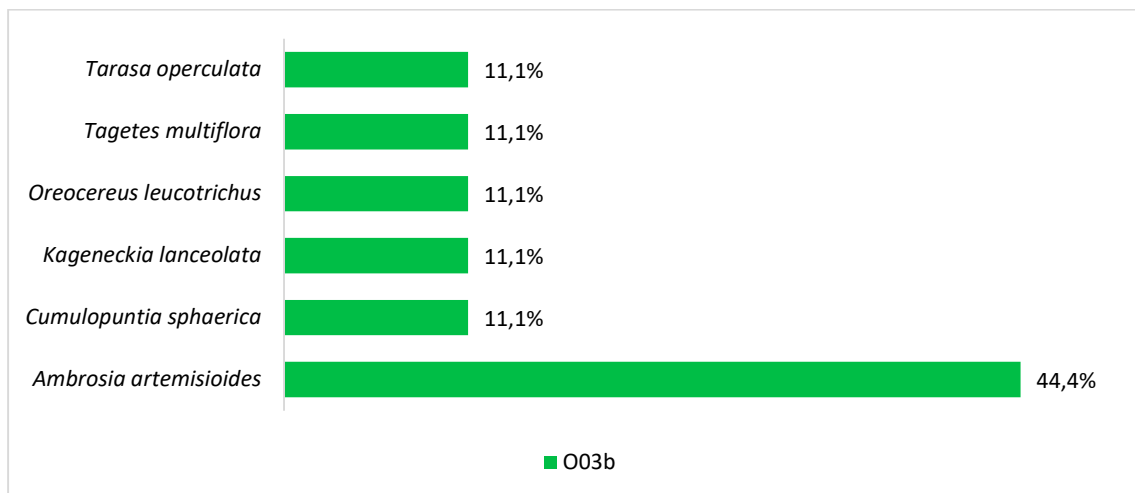
Respecto a la abundancia relativa, se observa que la especie *Ambrosia artemisioides* (4 individuos), es aquella con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en la estación evaluada. Lo mismo se repite a nivel de cobertura relativa

Figura 51 Abundancia relativa de especies formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 52 Cobertura relativa formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.7.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares se evaluó una estación, la cual tiene una alta diversidad según Simpson, sin embargo, en términos generales mantiene una diversidad relativa

Cuadro 17. Índices de diversidad de formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.

Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O03b	6	9	1.581	0.7407	2.276

Elaboración: ASILORZA, 2022.

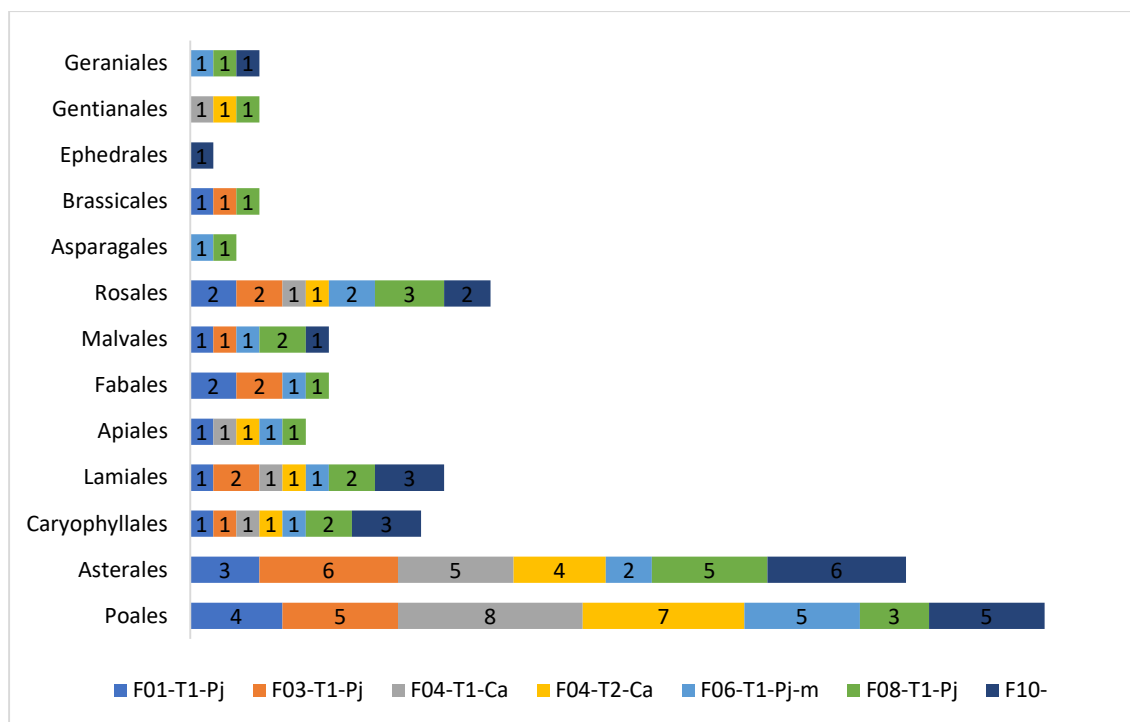
5.1.5.8. FORMACIÓN MIXTA DE PAJONAL Y MATORRAL

5.1.5.8.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Poales (15 especies) y Asterales (14 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas (55 especies) y también bajo el criterio de ordenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada húmeda.

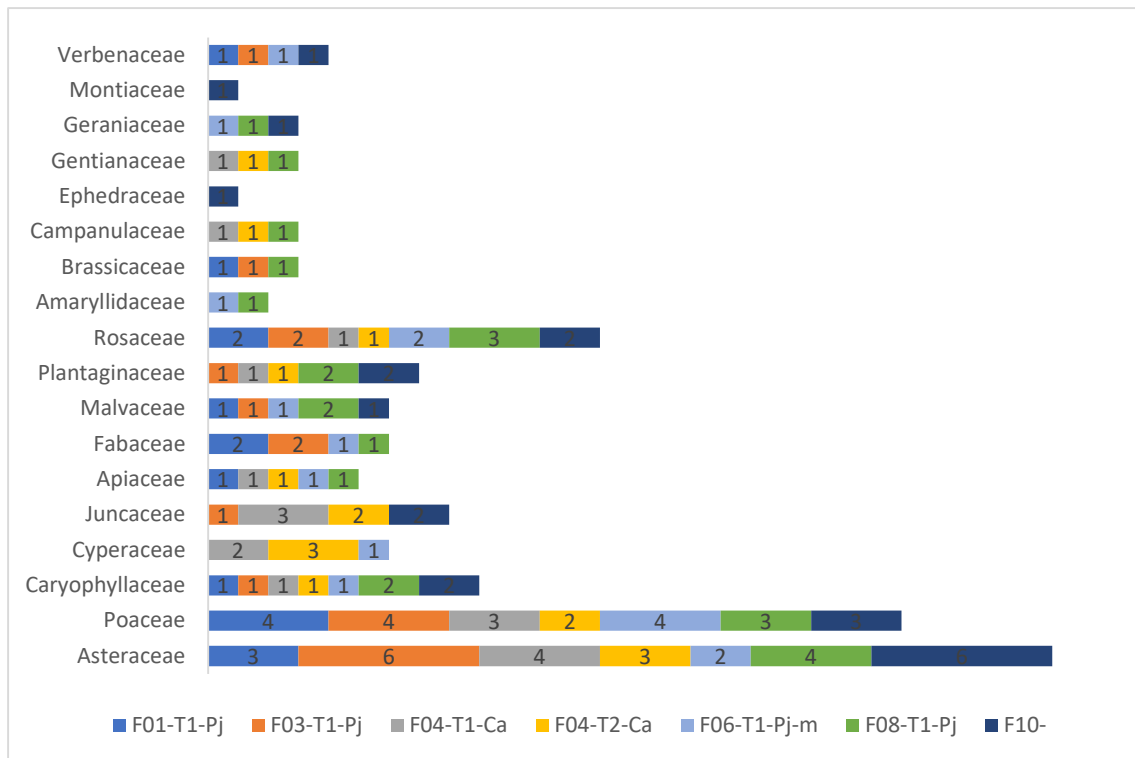
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Poaceae (7 especies) y Asteraceae (13 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 53 Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de pajonal y matorral en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 54 Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de pajonal y matorral en la temporada húmeda 2022.

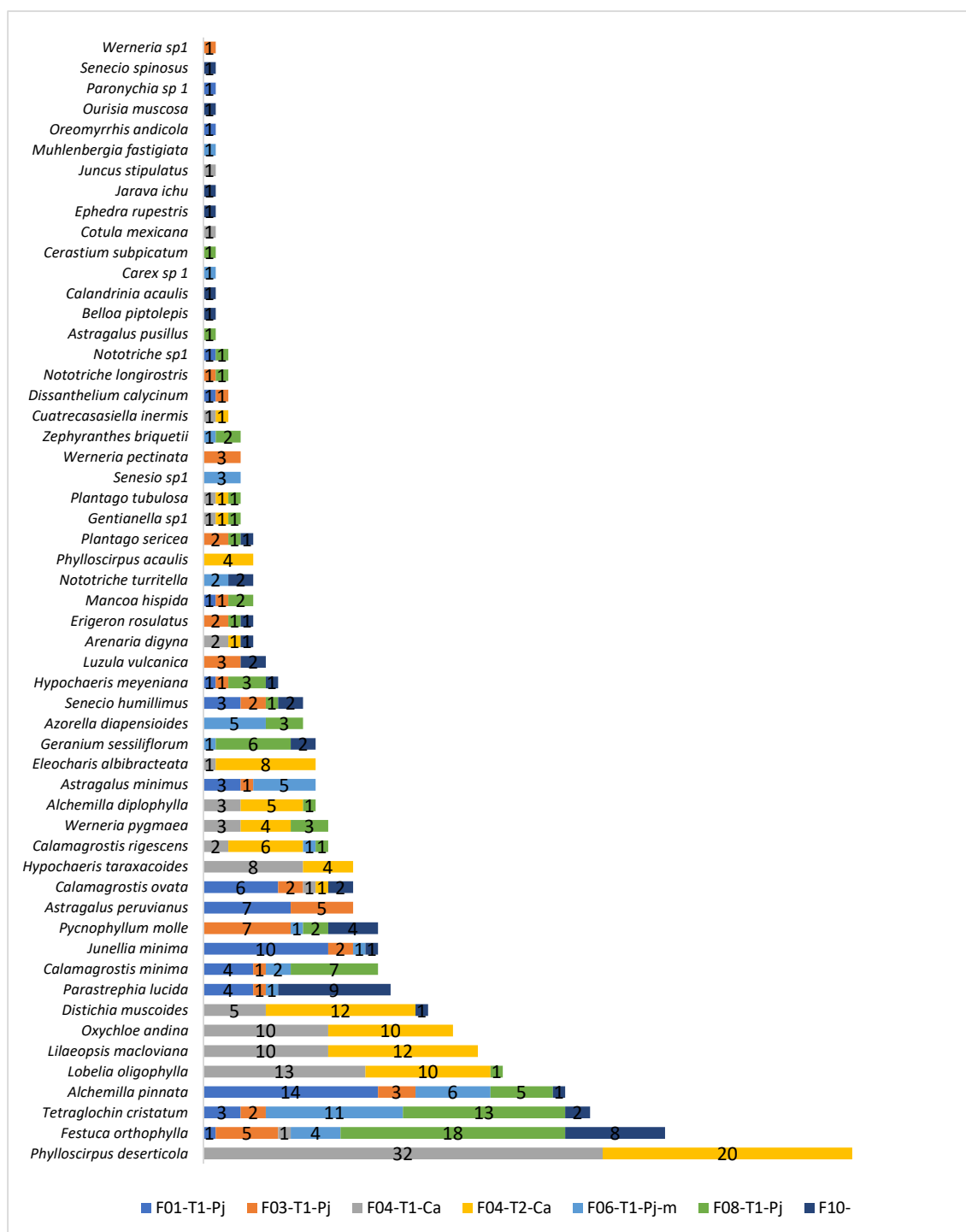


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.8.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Festuca orthophylla* (37 individuos), *Phylloscirpus deserticola* (52 individuos) y *Tetraglochin cristatum* (31 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

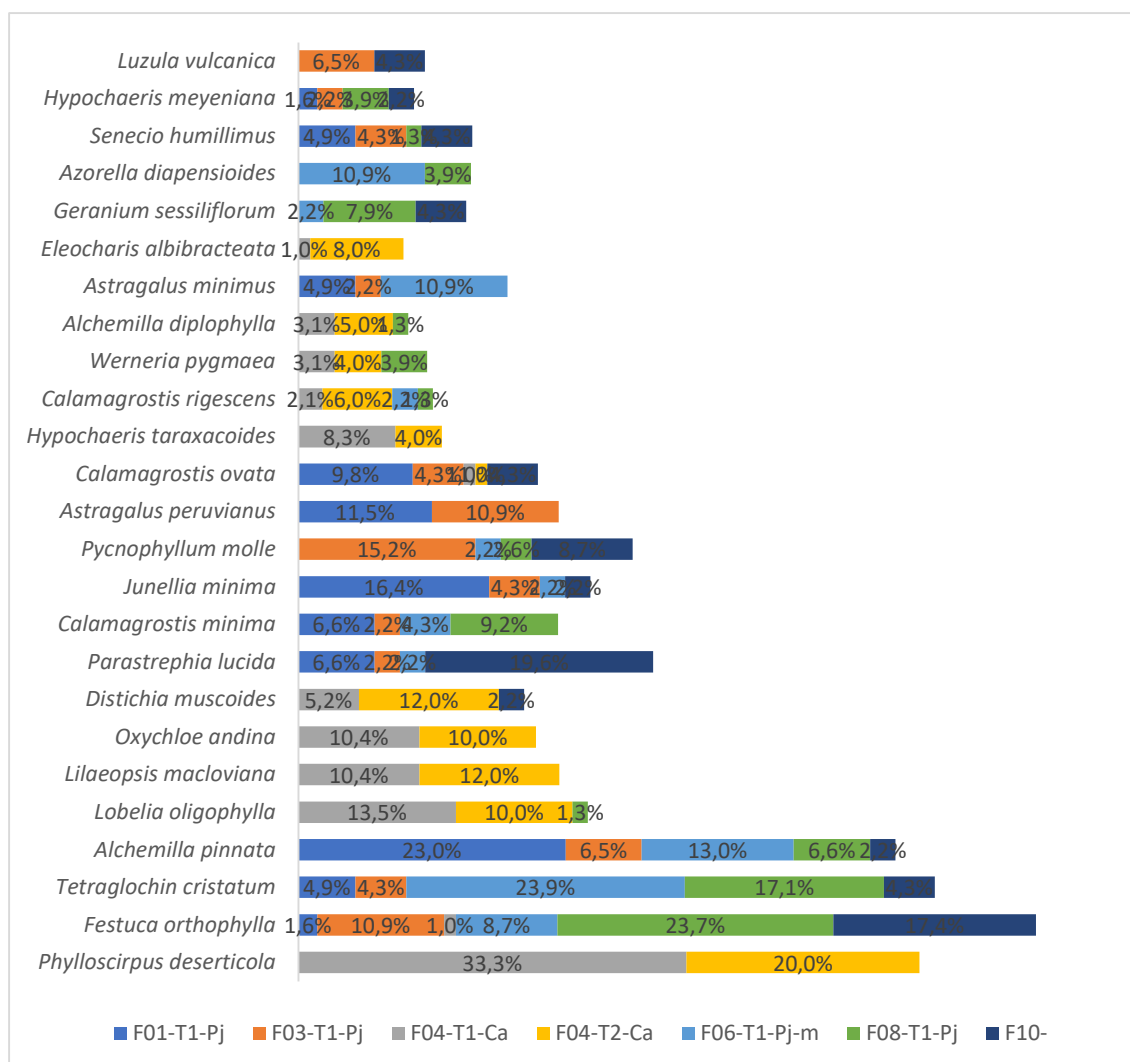
Figura 55 Abundancia relativa de especies formación mixta de pajonal y matorral en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Festuca orthophylla* (7.9%), *Phylloscirpus deserticola* (11%) y *Tetraglochin cristatum* (6.6%), son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos.

Figura 56 Cobertura relativa formación mixta de pajonal y matorral en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.8.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de pajonal y matorral se evaluaron 07 estaciones, de las cuales F03-T1-Pj tiene los índices más altos en Shannon y Simpson; en tanto que F10- tiene el valor más alto en Pielou; siendo estas estaciones las de mayor diversidad en la unidad de vegetación.

Cuadro 18. Índices de diversidad de formación mixta de pajonal y matorral en la temporada húmeda 2022.

Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F01-T1-Pj	16	61	2.384	0.8799	3.649
F03-T1-Pj	20	46	2.787	0.9253	4.963
F04-T1-Ca	18	96	2.227	0.8355	3.725

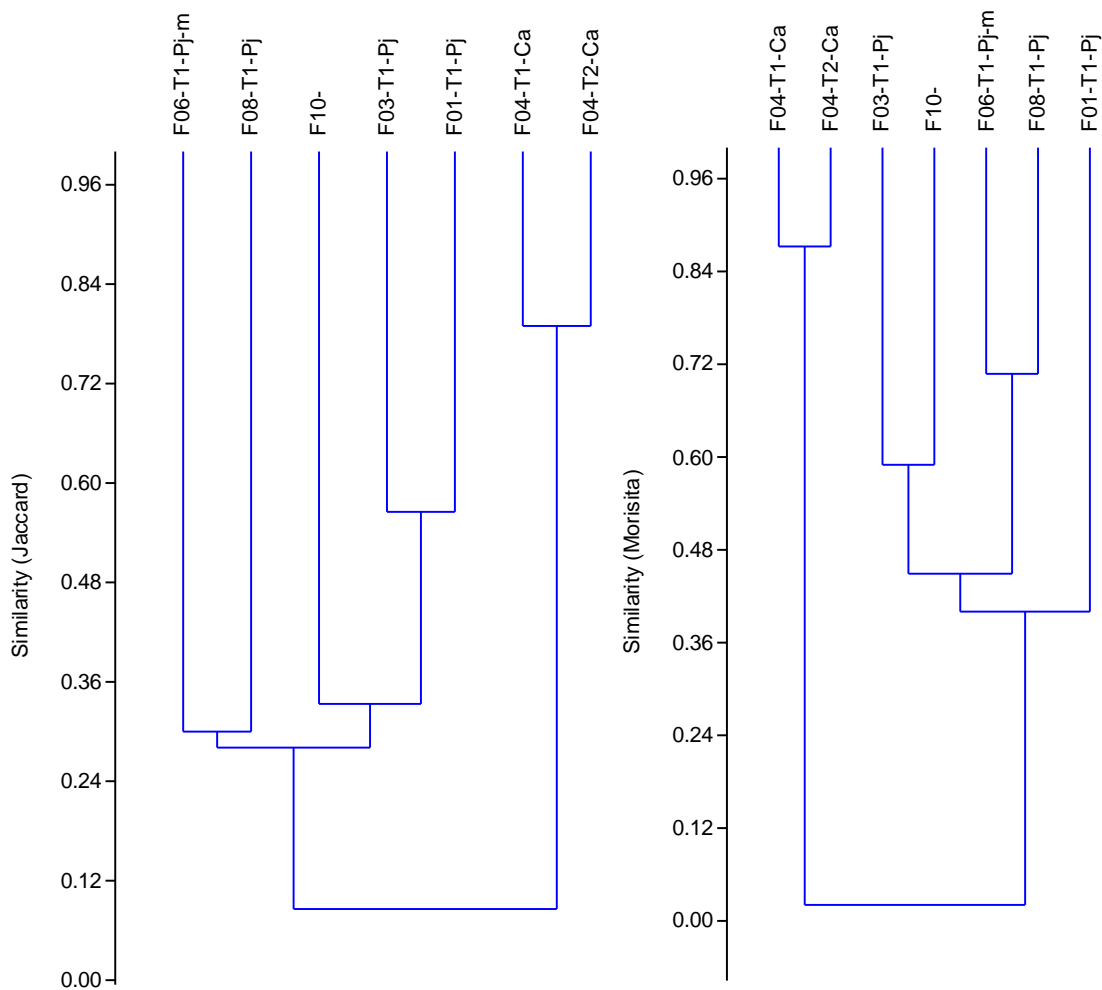
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F04-T2-Ca	16	100	2.428	0.8934	3.257
F06-T1-Pj-m	16	46	2.419	0.8828	3.918
F08-T1-Pj	23	76	2.596	0.8868	5.08
F10-	22	46	2.736	0.9064	5.485

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.8.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal y matorral se encuentran con una mayor similitud en su composición florística superior al 60%. Mientras que las demás estaciones de evaluación se encuentran con una similitud de 35% aproximadamente. Siendo F04-T1-Ca y F04-T2-Ca las estaciones con una similitud mayor al 72%, lo que se corrobora con la distribución de especies en estas estaciones según los datos anteriormente presentados.

Figura 57 Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal y matorral



Elaboración: ASILORZA, 2022.

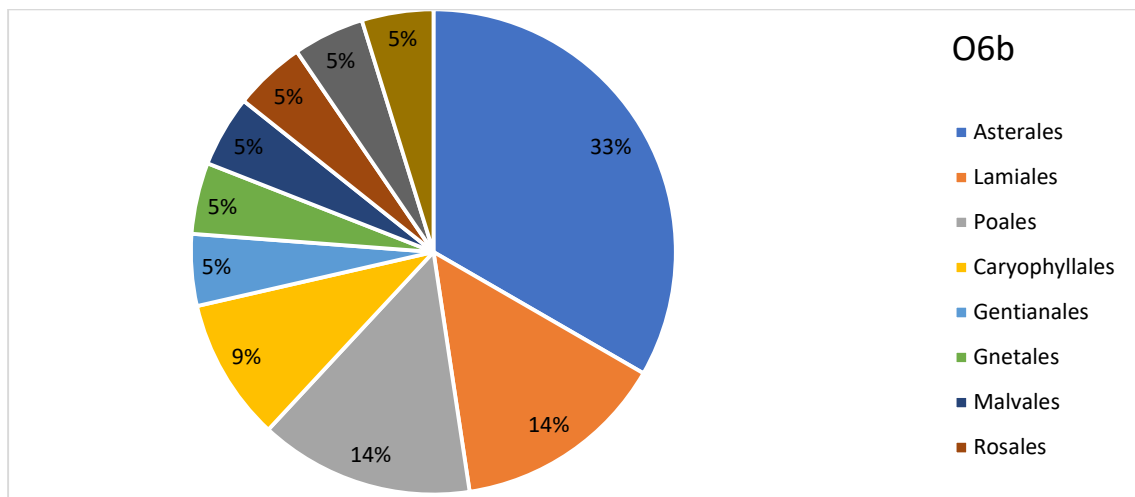
5.1.5.9. FORMACIÓN MIXTA DE PAJONAL, MATORRAL Y POLYLEPIS

5.1.5.9.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en la unidad de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Asterales (7 especies) y Lamiales (3 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de ordenes con mayor número de individuos.

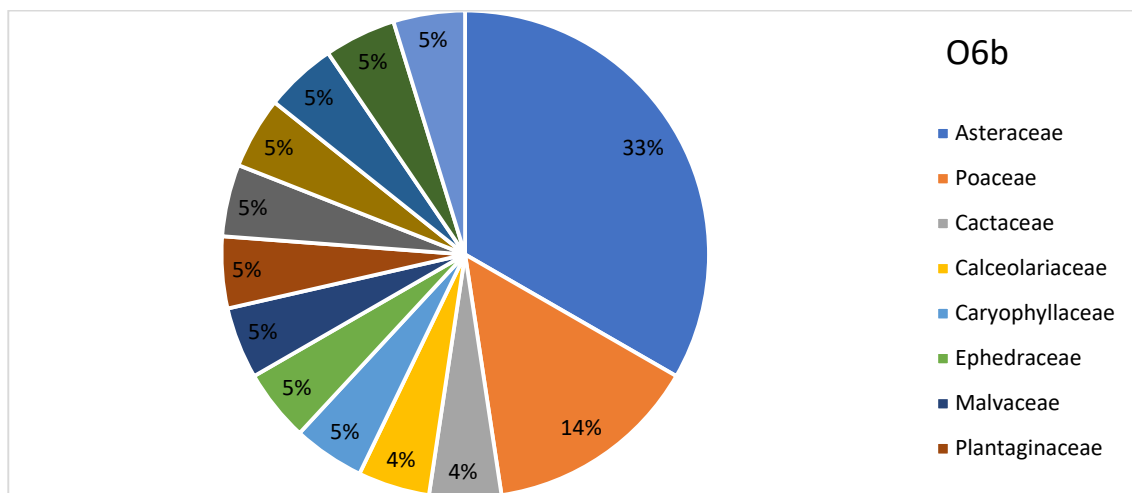
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae (7 especies) y Poaceae (3 especies) son aquellas con mayor representatividad.

Figura 58 Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 59 Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada húmeda 2022.

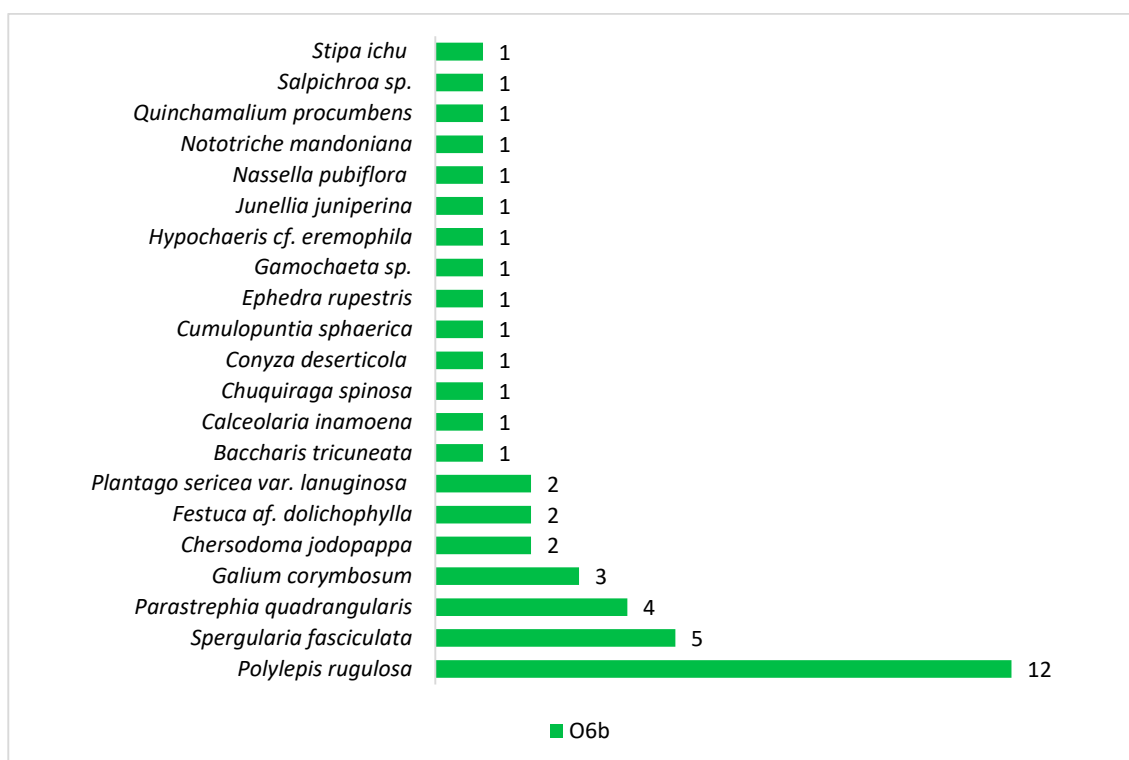


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.9.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Polylepis rugulosa* (12 individuos), *Spergularia fasciculata* (5 individuos), *Parastrephia quadrangularis* (4 individuos) son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en la estación evaluada.

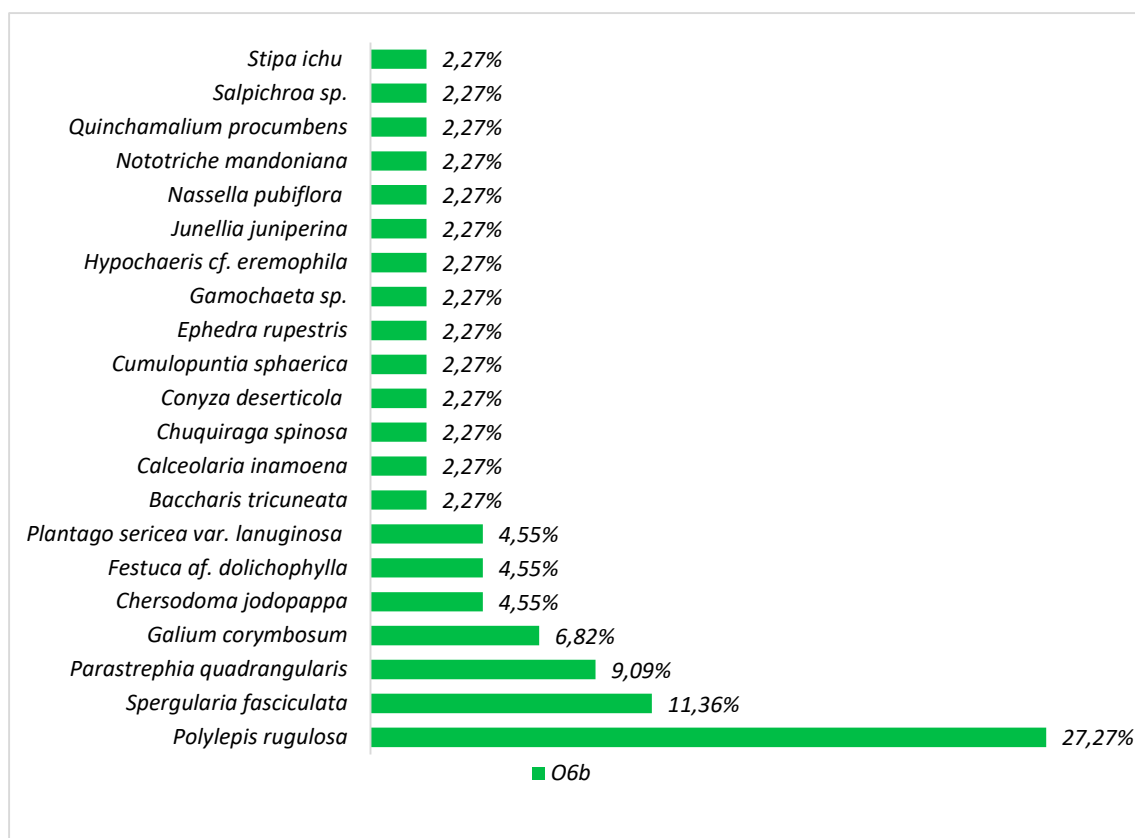
Figura 60 Abundancia relativa de especies formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Polylepis rugulosa* (27.27%), *Spergularia fasciculata* (11.36%), *Parastrephia quadrangularis* (9.09%) son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación.

Figura 61 Cobertura relativa formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.9.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis se evaluó una estación (O6b) . La cual tiene un alto índice de Simpson. Esta estación presenta en su mayoría a *Polylepis rugulosa*, la cual ha repercutido en los valores significativos anteriormente mostrados.

Cuadro 19. Índices de diversidad de formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada húmeda 2022.

Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O6b	20	32	2.808	0.9258	5.482

Elaboración: ASILORZA, 2022.

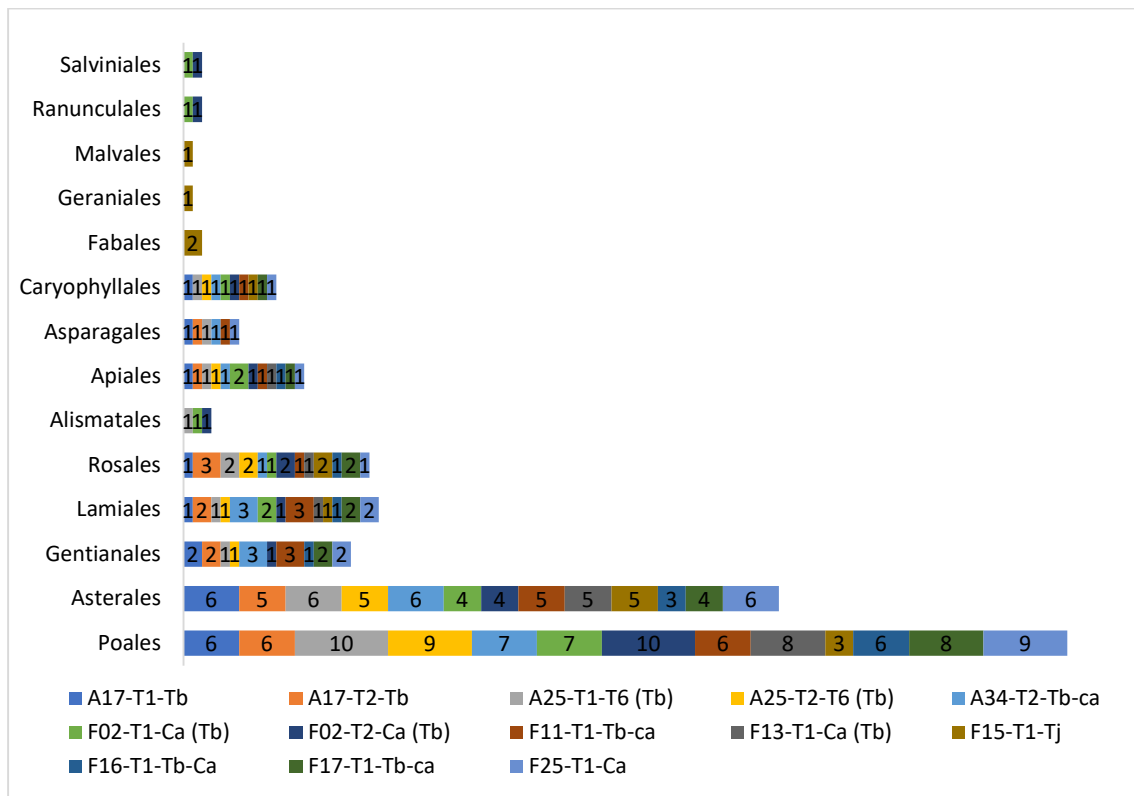
5.1.5.10. FORMACIÓN MIXTA DE TURBERA DE DISTICHIA Y CÉSPED DE ARROYO

5.1.5.10.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Poales (18 especies), Asterales (15 especies) y Gentianales (4 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de ordenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada húmeda.

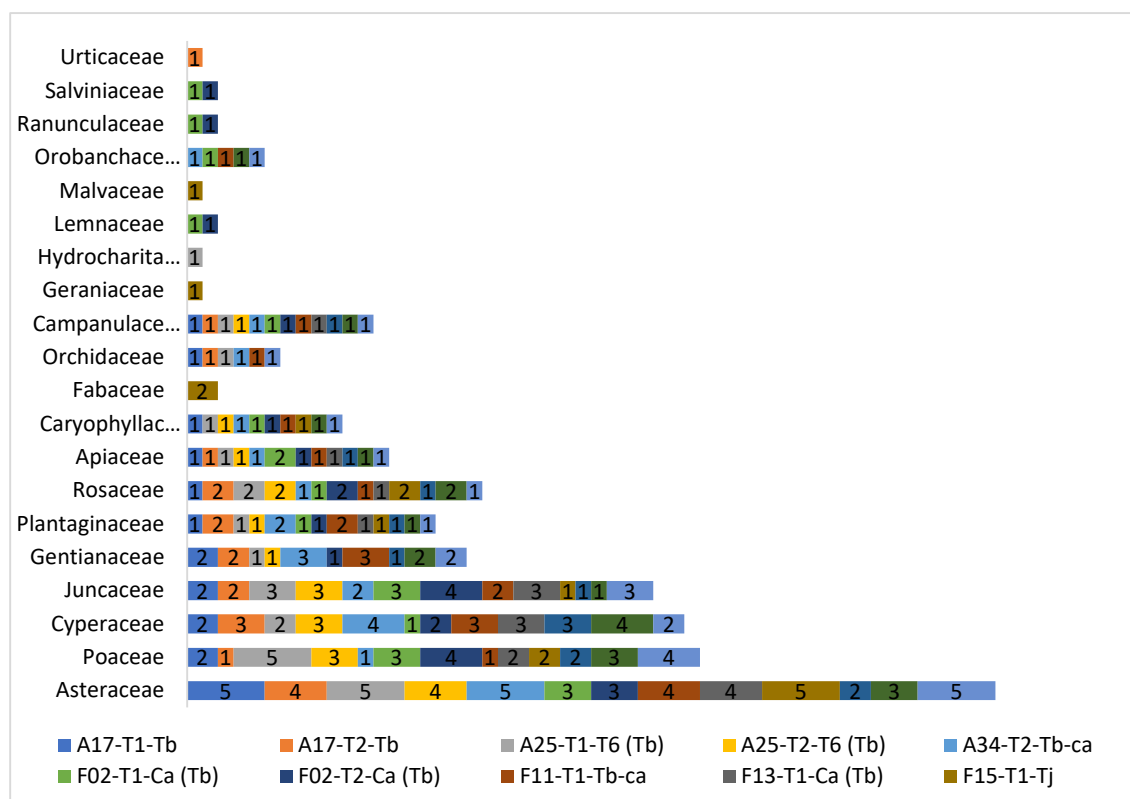
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae (14 especies), Cyperaceae (5 especies), Poaceae (8 especies) y Juncaceae (5 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 62 Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 63 Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de turbera de *Distichia* y césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.



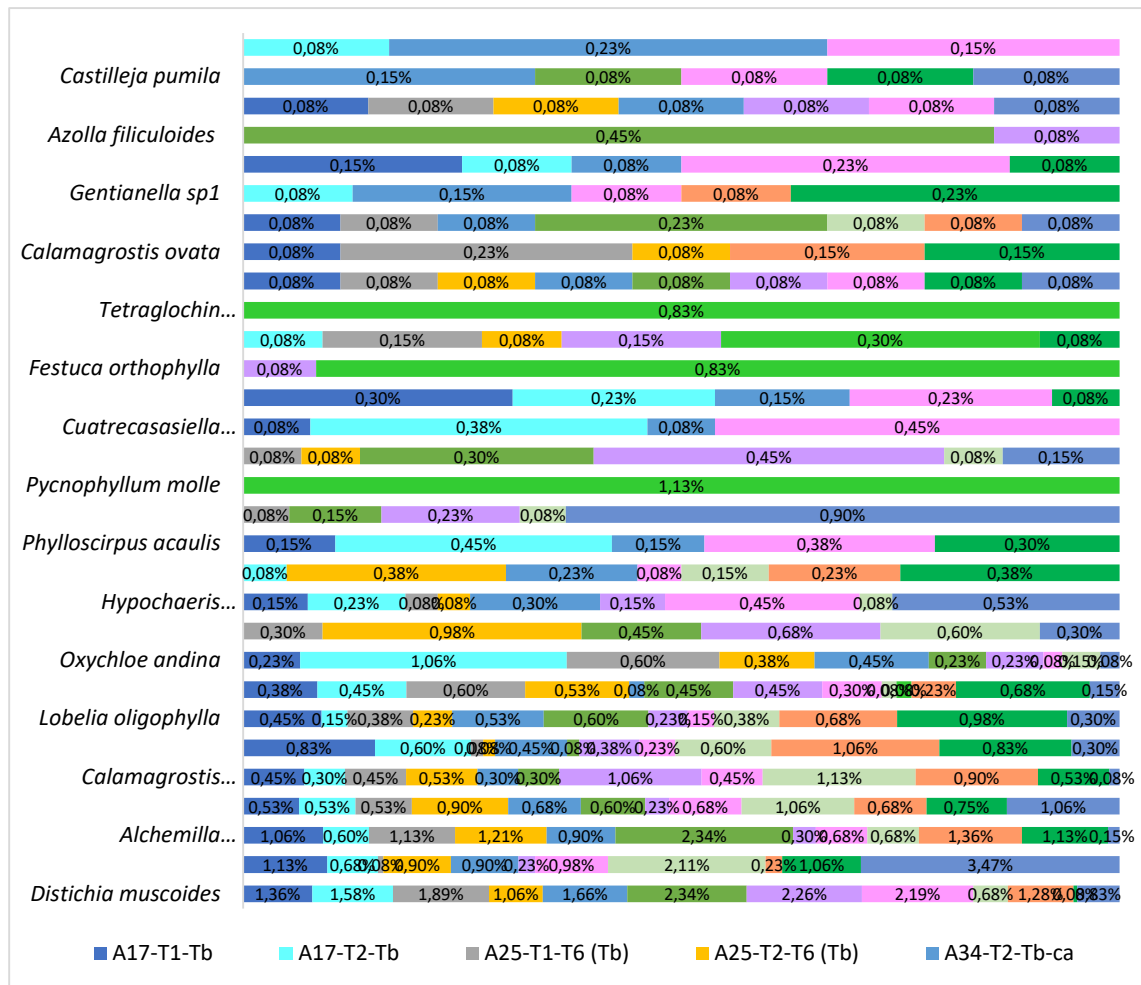
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.10.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Distichia muscoides* (228 individuos), *Phylloscirpus deserticola* (156 individuos), *Alchemilla diplophylla* (153 individuos) y *Plantago tubulosa* (109 individuos) son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

Cabe señalar que los registros de las especies a nivel de individuos en esta unidad de vegetación muestran un menor número en comparación con la temporada seca y húmeda 2021.

Figura 65 Cobertura relativa formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.10.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo se evaluaron 13 estaciones, de las cuales F25-T1-Ca resultó ser la estación con mayor número de especies (121), A34-T2-Tb-ca obtuvo el mayor valor en índice de Shannon, F17-T1-Tb-ca obtuvo el mayor valor en índice de Simpsn y A25-T1-T6_(Tb) obtuvo el mayor valor en el índice de Pielou. Todos estos resultados discrepan en su totalidad con los resultados obtenidos en la campaña MAP09, con una diferencia referencial del 17%.

Cuadro 20. Índices de diversidad de formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.

Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
A17-T1-Tb	19	101	2.515	0.8966	3.9
A17-T2-Tb	20	103	2.59	0.9023	4.099

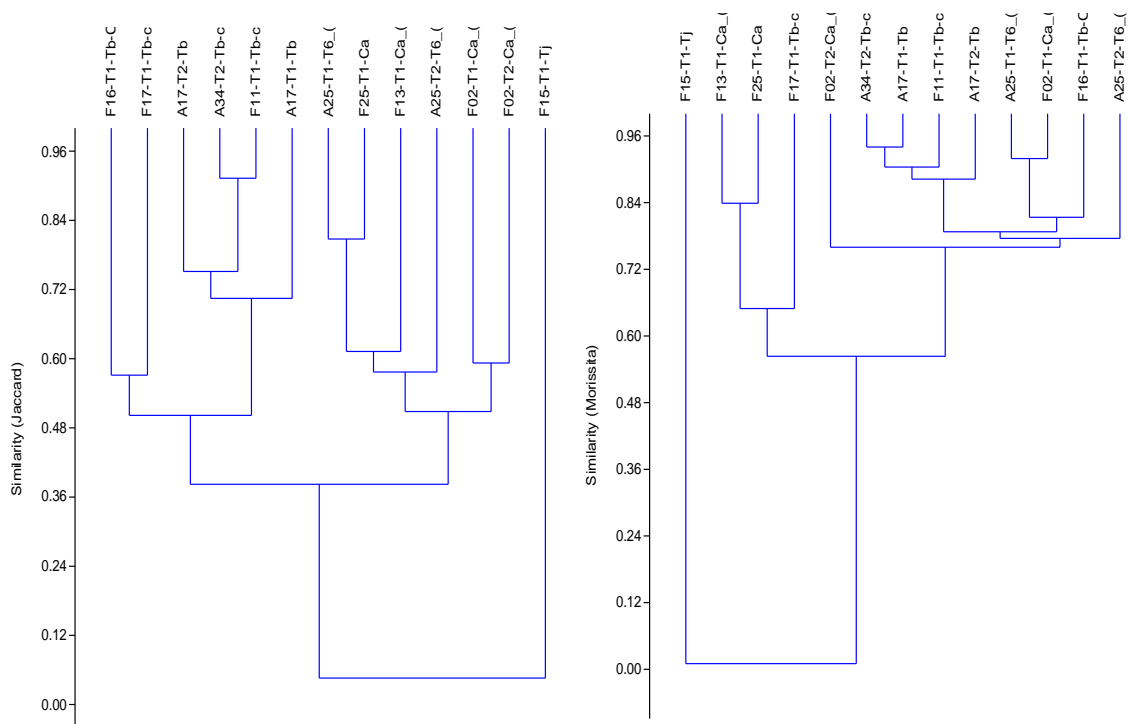
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
A25-T1-T6_(Tb)	24	97	2.544	0.8798	5.028
A25-T2-T6_(Tb)	20	105	2.537	0.9021	4.083
A34-T2-Tb-ca	23	104	2.666	0.9031	4.737
F02-T1-Ca_(Tb)	20	122	2.338	0.8503	3.955
F02-T2-Ca_(Tb)	23	103	2.552	0.8723	4.747
F11-T1-Tb-ca	21	107	2.532	0.881	4.28
F13-T1-Ca_(Tb)	16	106	2.262	0.8635	3.217
F15-T1-Tj	16	61	2.282	0.8589	3.649
F16-T1-Tb-Ca	13	93	2.191	0.8672	2.647
F17-T1-Tb-ca	20	103	2.563	0.9051	4.099
F25-T1-Ca	23	121	2.275	0.8155	4.587

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.10.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo se encuentran con una mayor similitud en su composición florística superior al 72%. Mientras que las demás estaciones evaluadas se encuentran con una similitud de 40% aproximadamente.

Figura 66 Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo



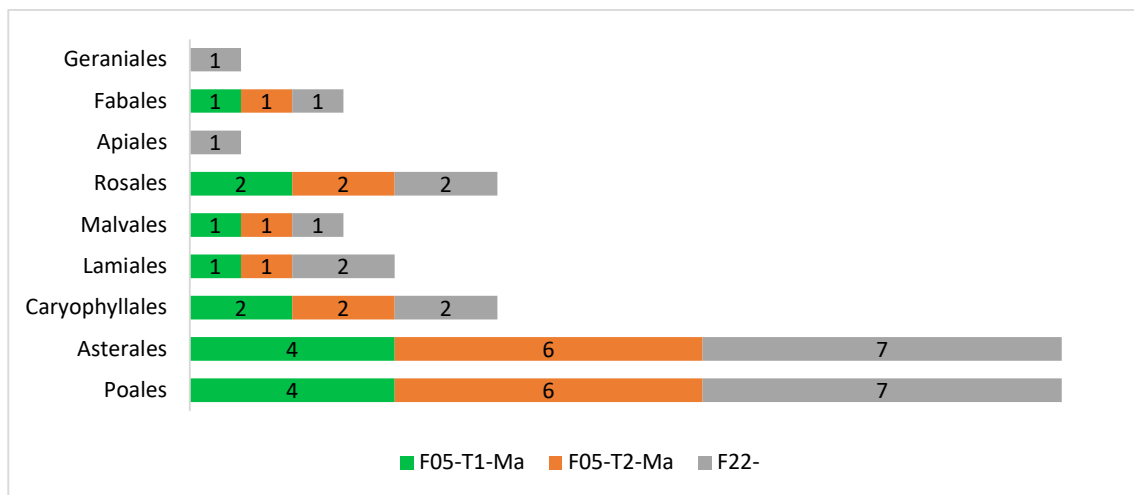
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.11. MATORRAL ANDINO CON AFLORAMIENTO ROCOSO

5.1.5.11.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

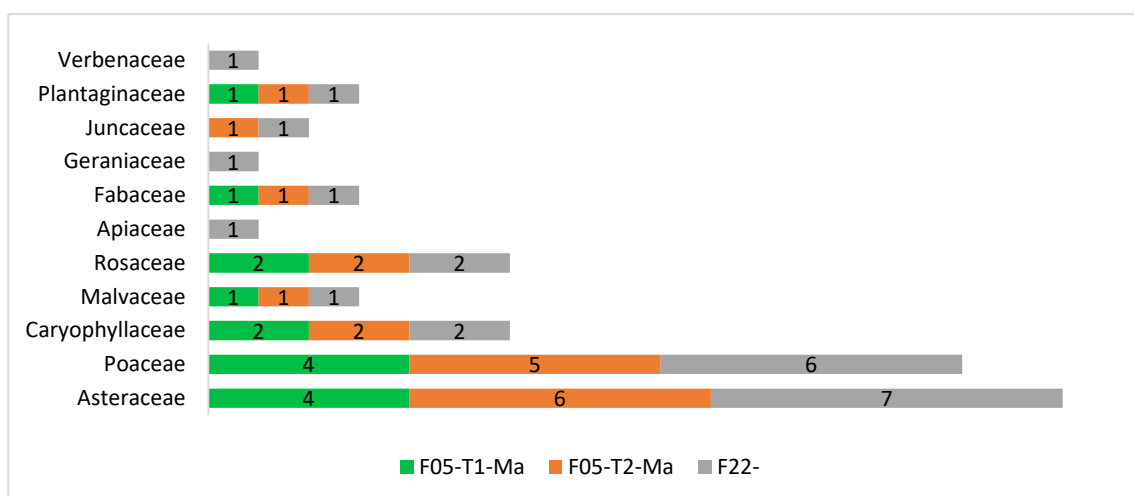
Se registraron 26 especies, de las cuales se observa que Poales (8 especies), Asterales (7 especies) y Caryophyllales (2 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de ordenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada húmeda. En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Poaceae (7 especies) y Asteraceae (7 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 67 Composición de flora a nivel de orden taxonómico matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 68 Composición de flora a nivel de familia taxonómico matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada húmeda 2022.

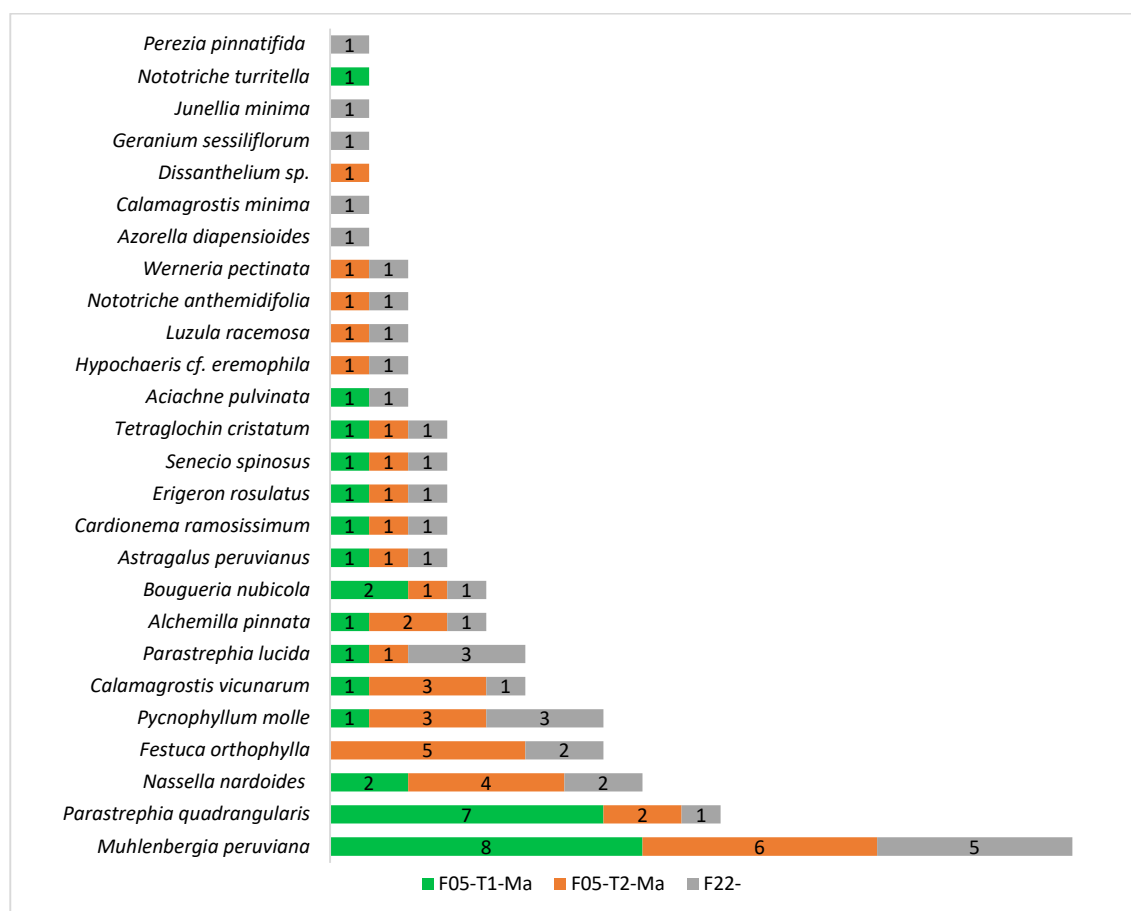


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.11.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Muhlenbergia peruviana* (19 individuos), *Parastrephia quadrangularis* (10 individuos), *Nassella nardoides* (8 individuos) son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas. Cabe señalar que a diferencia del MAP 9 en esta temporada se tiene menos número de individuos.

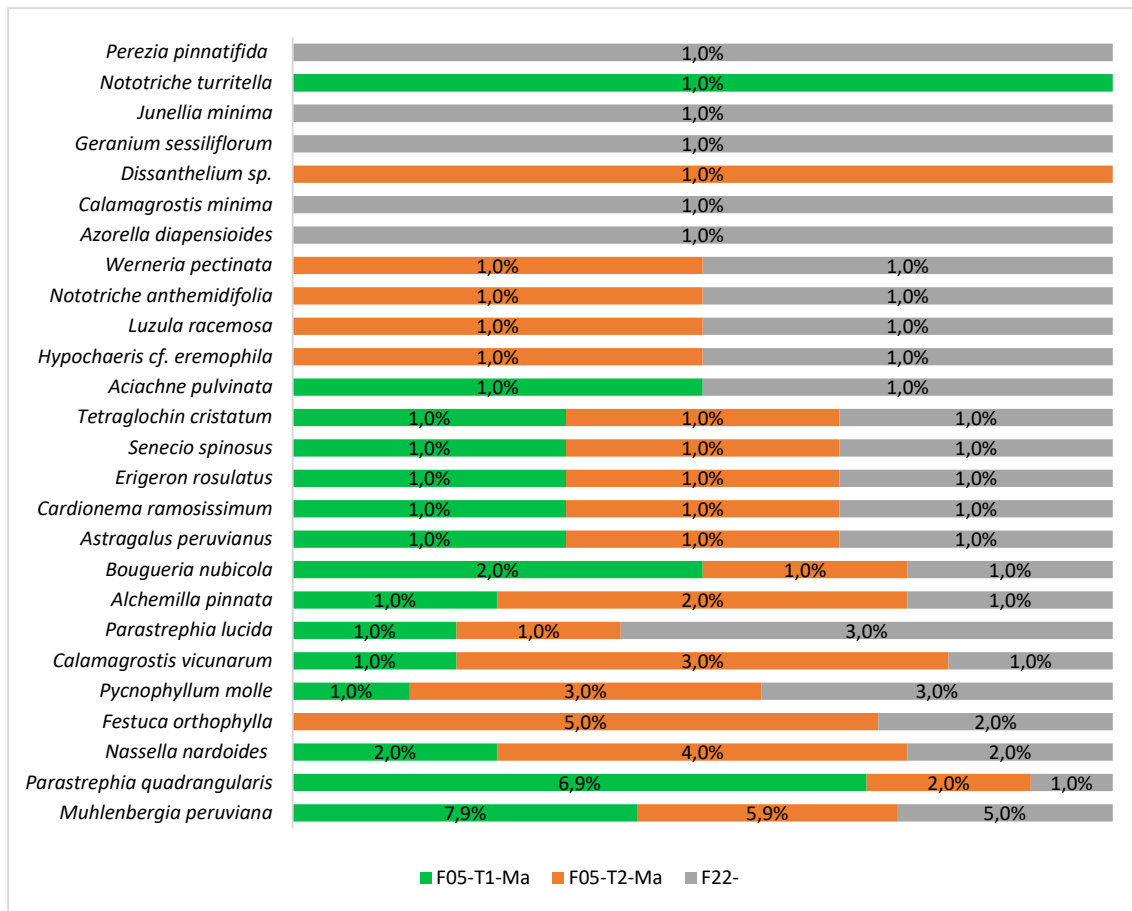
Figura 69 Abundancia relativa de especies matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Muhlenbergia peruviana* (18.8%), *Parastrephia quadrangularis* (9.9%) y *Nassella nardoides* (7.92%) son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos.

Figura 70 Cobertura relativa matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.11.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación matorral andino con afloramiento rocoso se evaluaron 03 estaciones, de las cuales F22 tiene los índices más altos en Shannon, Simsonp y Pielou, siendo esta estación la de mayor diversidad en la unidad de vegetación. La estación F22 coincide con varios registros en comparación con el MAP 9 temporada seca; aunque hay coincidencia en que esta estación sigue siendo la de mayor diversidad es importante señalar que los registros de especies botánicas se han visto mermados en esta campaña en comparación con el MAP 9.

Cuadro 21. Índices de diversidad de matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada húmeda 2022.

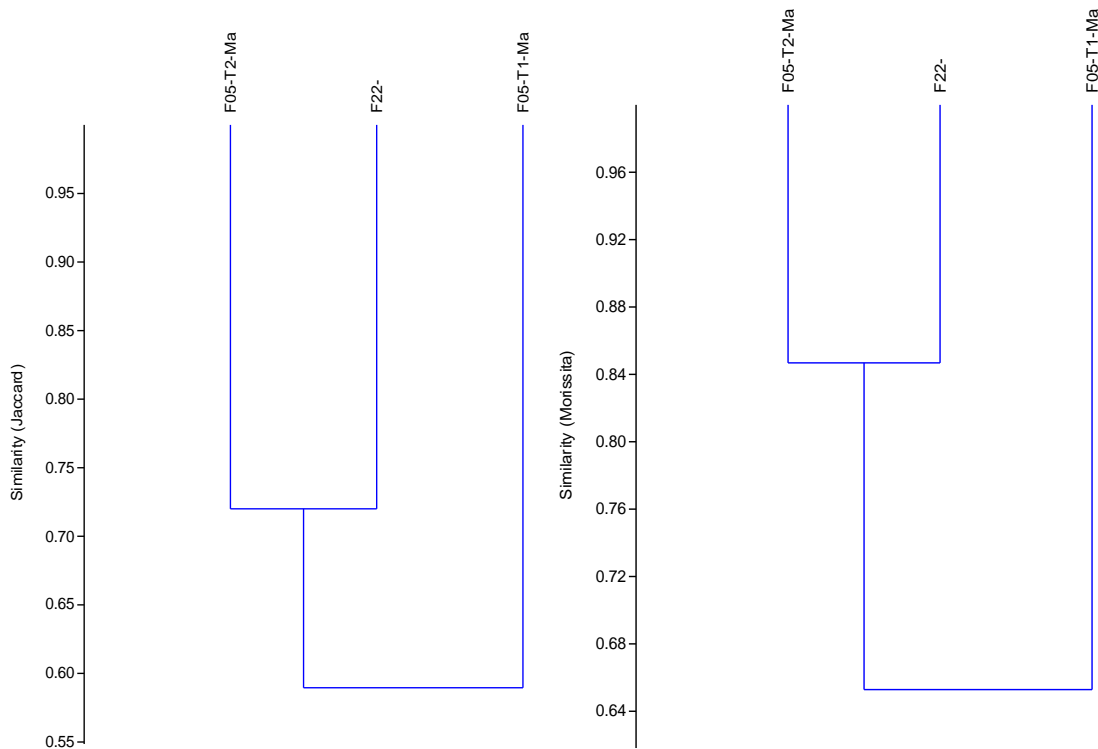
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F05-T1-Ma	15	30	2.3	0.8533	4.116
F05-T2-Ma	19	37	2.7	0.916	4.985
F22-	24	34	3.014	0.9394	6.522

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.11.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en matorral andino con afloramiento rocoso se encuentran con una mayor similaridad en su composición florística superior al 70%. Siendo las estaciones F05-T2-Ma y F22-aquellas con mayor similaridad superando el 84%. Lo cual coincide con los reportes para estas estaciones. Cabe señalar que los registros son menores en comparación a la temporada seca 2021.

Figura 71 Dendrograma de estaciones evaluadas en matorral andino con afloramiento rocoso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

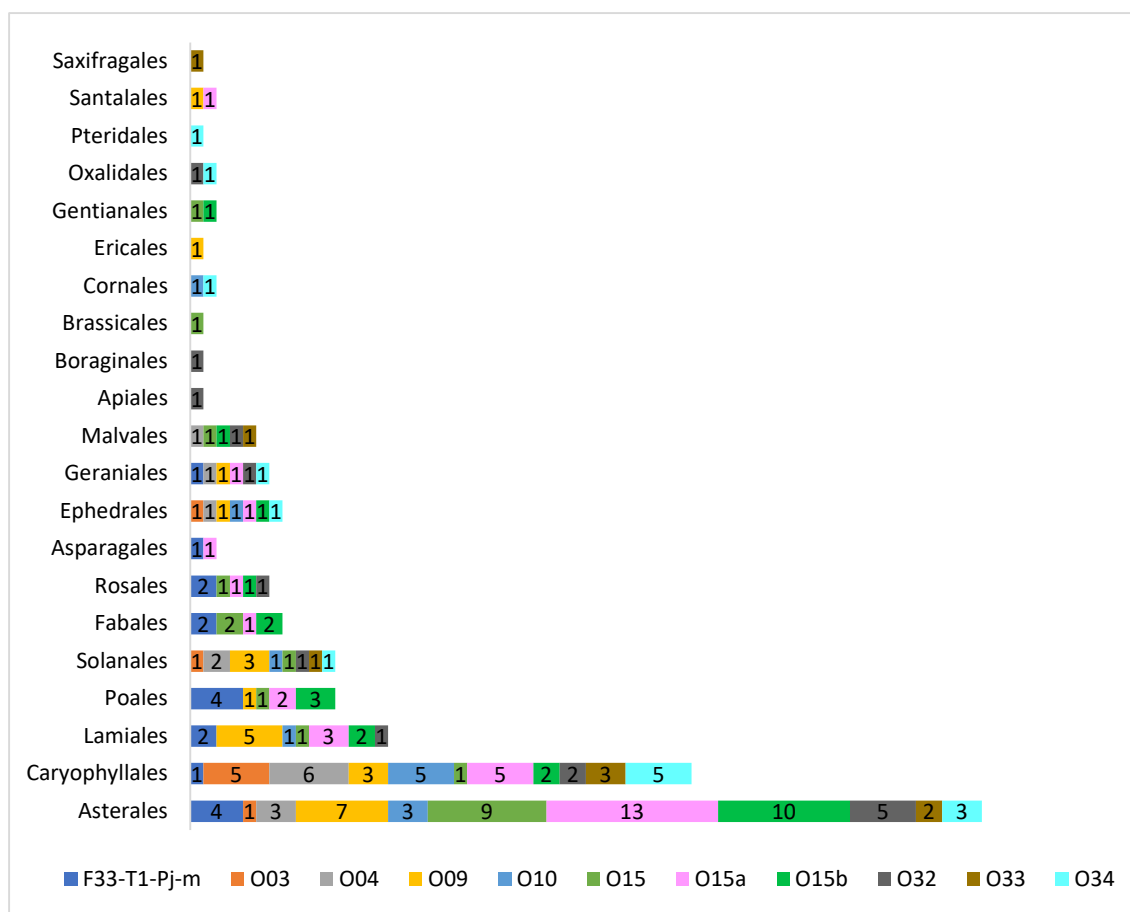
5.1.5.12. MATORRAL

5.1.5.12.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

De las once estaciones evaluadas en esta unidad de vegetación Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Asterales (22 especies), Caryophyllales (14 especies) y Lamiales (7 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de ordenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada húmeda.

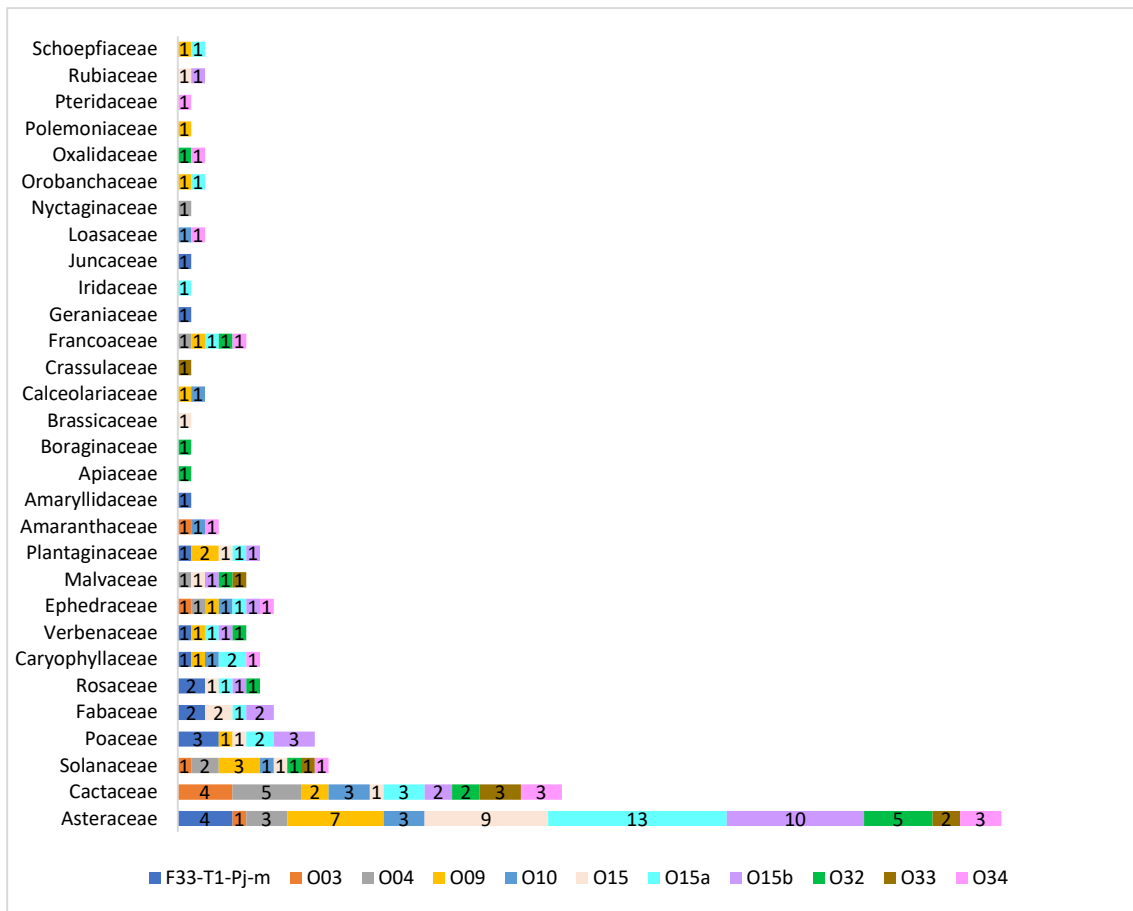
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae (22 especies), Solanaceae (6 especies) y Cactaceae (9 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 72 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en matorral en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 73 Composición de flora a nivel de familia taxonómica en matorral en la temporada húmeda 2022.

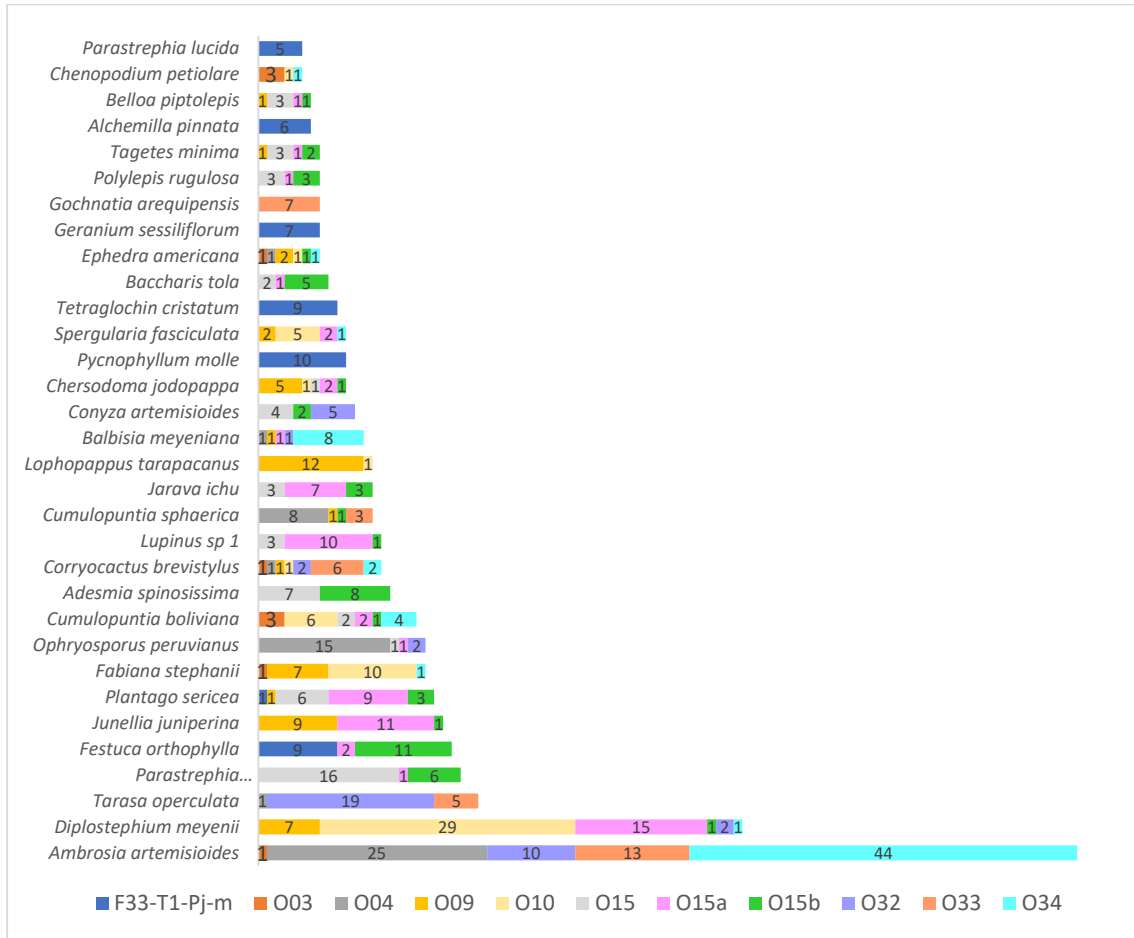


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.12.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Ambrosia artemisioides* (93 individuos), *Diplostephium meyenii* (55 individuos), *Tarasa operculata* (25 individuos) y *Parastrephia quadrangularis* (23 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

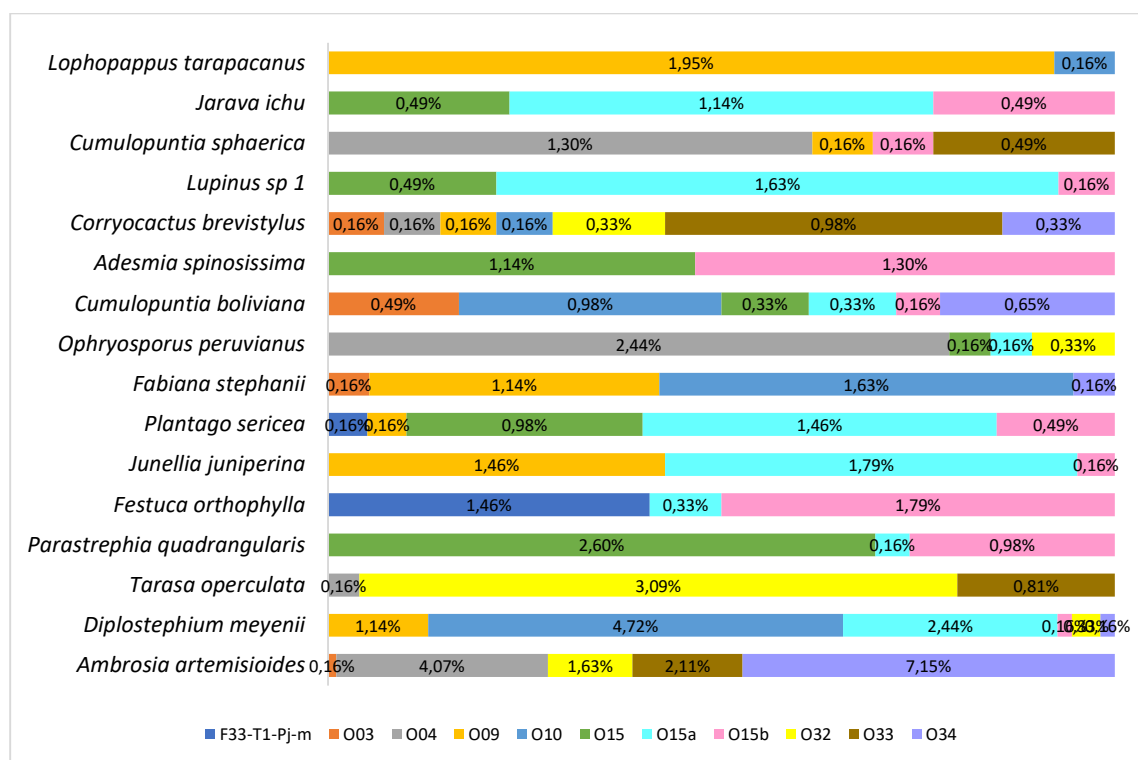
Figura 74 Abundancia relativa de especies en matorral en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Diplostephium meyenii* (8.94%), *Tarasa operculata* (4.078%), *Parastrephia quadrangularis* (3.74%) y *Ambrosia artemisioides* (15.12%) son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos.

Figura 75 Cobertura relativa en matorral en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.12.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación matorral se evaluaron once estaciones, de las cuales O15a tiene los índices más altos en Shannon, Simpson y Pielou, siendo esta estación la de mayor diversidad en la unidad de vegetación. Coincidiendo con lo reportado en la temporada seca 2021.

Cuadro 22. Índices de diversidad de matorral en la temporada húmeda 2022.

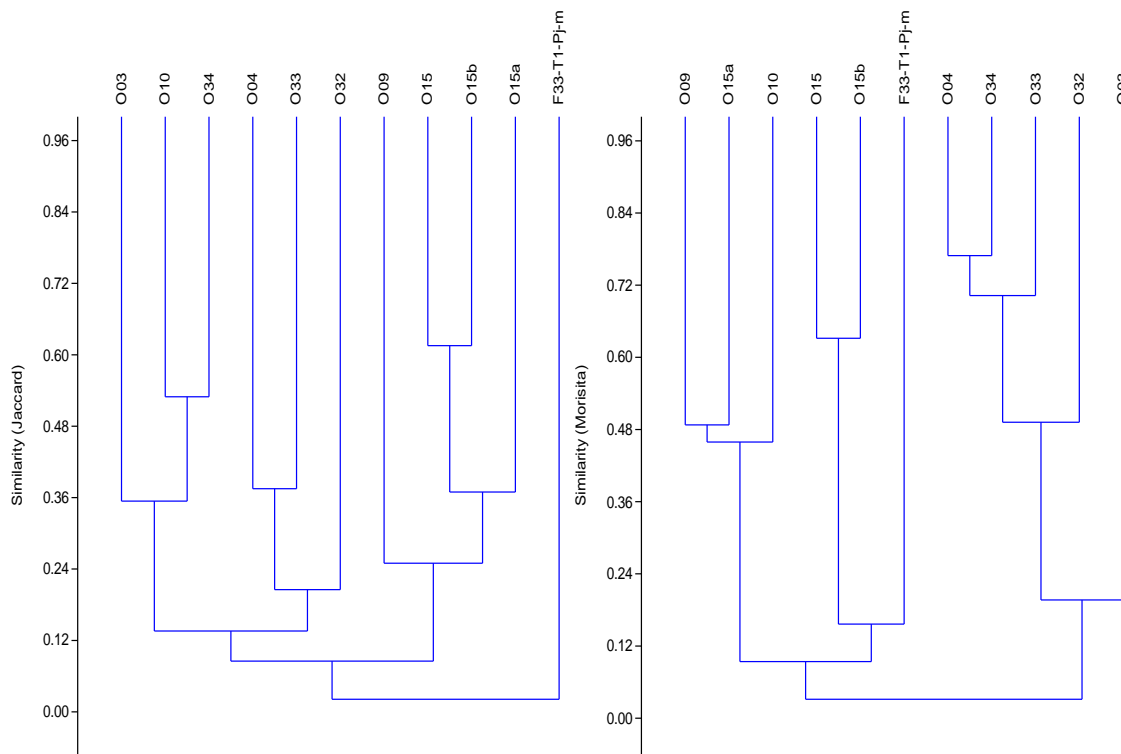
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F33-T1-Pj-m	17	65	2.5	0.9008	3.833
O03	8	12	1.936	0.8333	2.817
O04	14	63	1.847	0.7624	3.138
O09	23	60	2.633	0.8967	5.373
O10	12	58	1.656	0.6998	2.709
O15	19	60	2.536	0.8839	4.396
O15a	29	84	2.823	0.9113	6.319
O15b	23	58	2.753	0.9114	5.418
O32	15	49	2.031	0.7888	3.597
O33	8	37	1.744	0.7874	1.939
O34	14	69	1.459	0.573	3.07

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.12.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en matorral se encuentran con una mayor similitud en su composición florística no mayor al 60%. Lo que denota una baja similitud entre la mayoría de las estaciones evaluadas. Siendo las estaciones O04 y O34 aquellas con mayor similitud entre sí.

Figura 76 Dendrograma de estaciones evaluadas en matorral



Elaboración: ASILORZA, 2022.

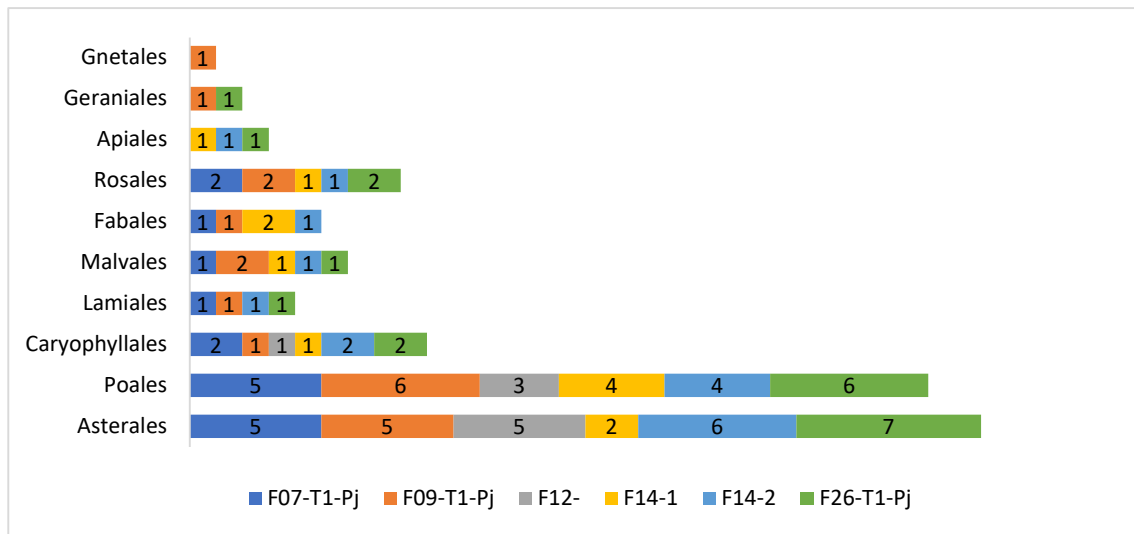
5.1.5.13. PAJONAL DE PUNA SECA

5.1.5.13.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Poales (9 especies), Asterales (14 especies) y Caryophyllales (3 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de ordenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada húmeda.

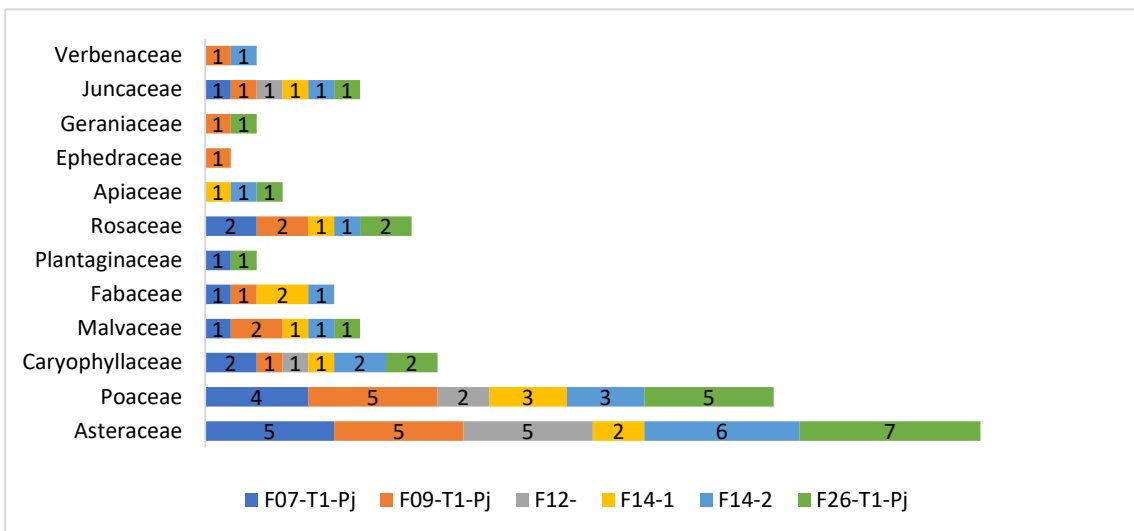
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Poaceae (8 especies), Asteraceae (14 especies) y Caryophyllaceae (3 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 77 Composición de flora a nivel de orden taxonómico pajonal de puna seca en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 78 Composición de flora a nivel de familia taxonómico pajonal de puna seca en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.13.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se registraron en global 246 individuos, de los cuales se observa que las especies *Festuca orthophylla* (70 individuos), *Tetraglochin cristatum* (22 individuos), *Calamagrostis vicunarum* (24 individuos) y *Parastrephia lucida* (19 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas. Cabe señalar que los números de individuos reportados son muy bajos en comparación con la temporada seca 2021, y con mayor diferencia frente a la temporada húmeda 2021.

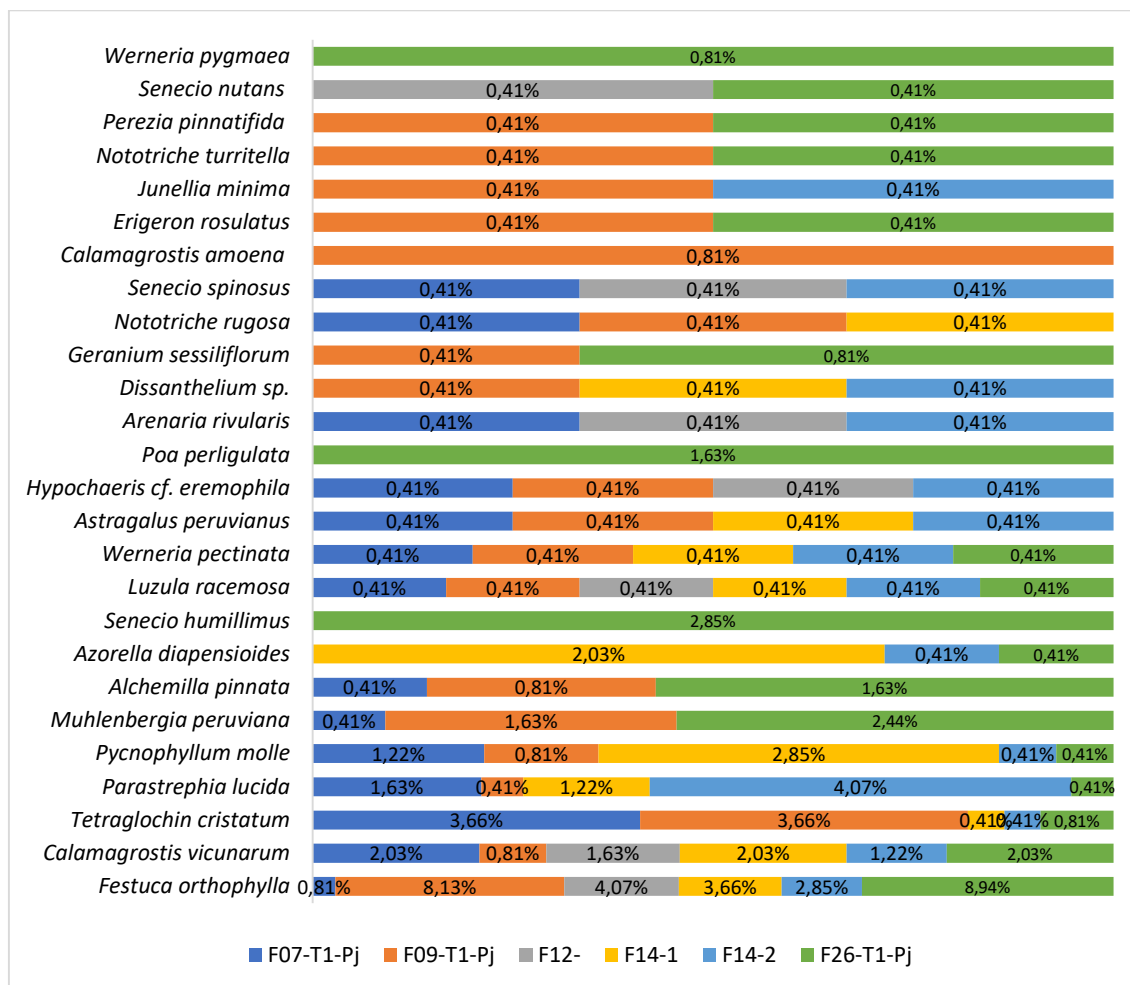
Figura 79 Abundancia relativa de especies pajonal de puna seca en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Festuca orthophylla* (28.5%), *Tetraglochin cristatum* (8.9%), *Calamagrostis vicunarum* (9.8%) y *Parastrephia lucida* (7.7%) son las de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos.

Figura 80 Cobertura relativa pajonal de puna seca en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.13.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación pajonal de puna seca se evaluaron seis estaciones, de las cuales F07-T1-Pj tiene los índices más altos en Shannon y Simpson; en tanto que F26-T1-Pj tiene el valor más alto en Pielou.

Cuadro 23. Índices de diversidad de pajonal de puna seca en la temporada húmeda 2022.

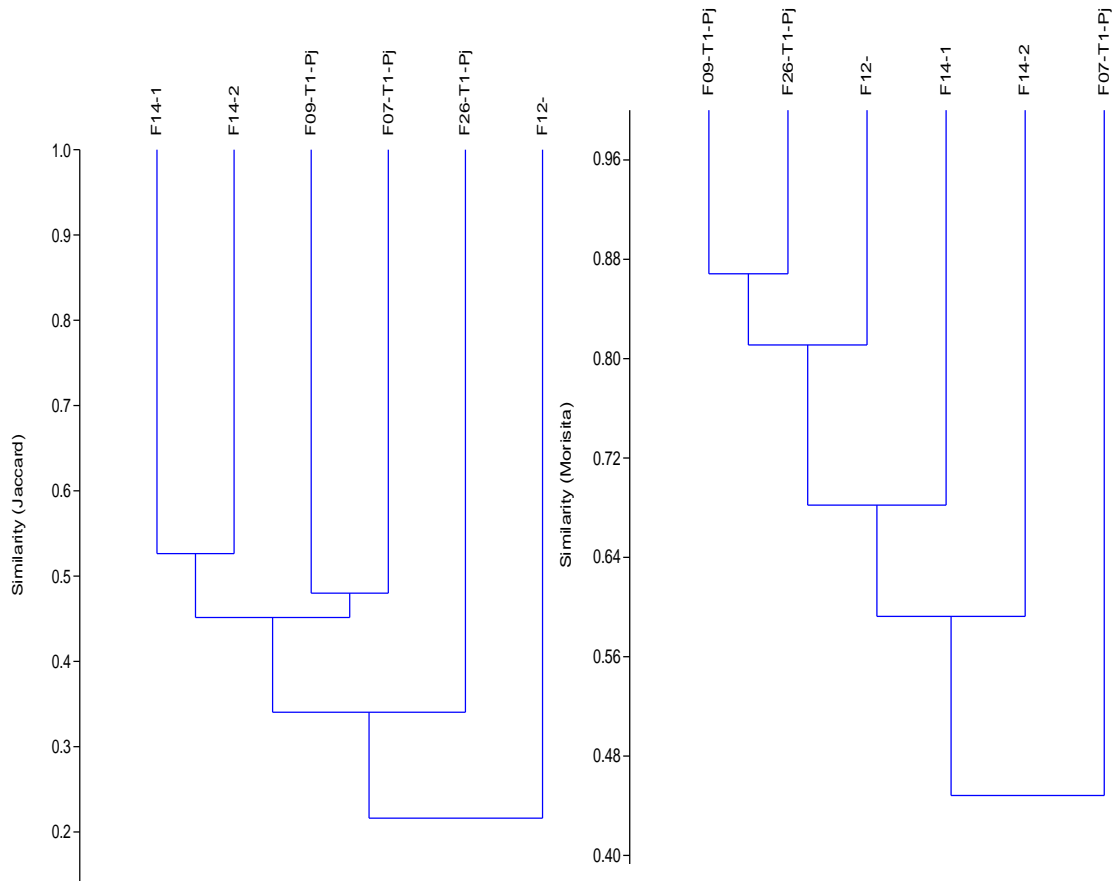
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F07-T1-Pj	17	35	2.468	0.88	4.5
F09-T1-Pj	20	54	2.308	0.8196	4.763
F12-	9	21	1.684	0.7211	2.628
F14-1	12	36	2.117	0.8488	3.07
F14-2	17	34	2.352	0.8512	4.537
F26-T1-Pj	21	66	2.437	0.8508	4.774

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.13.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en pajonal de puna seca las estaciones F09_T1_Pj y F26_T1_Pj se encuentran con una mayor similitud en su composición florística superior al 80%. Mientras que las demás estaciones se encuentran con una similitud de 40% aproximadamente.

Figura 81 Dendrograma de estaciones evaluadas en pajonal de puna seca en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.6.1.1. DIVERSIDAD

De las 32 estaciones de monitoreo evaluadas en la zona de abastecimiento en la temporada húmeda 2021, se identificó que la estación F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales) presenta el mayor número de individuos registrados, la estación F26-T1-Pj presenta el mayor número de especies, mientras que para el año 2022 la temporada húmeda se identificó que la estación F02-T1-Ca (Tb) presenta el mayor número de individuos registrados, las estaciones A25-T1-T6 (Tb) y F-22 presentan el mayor número de especies.

Cuadro 24. Índices de diversidad de las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento, la temporada húmeda 2021 y temporada húmeda 2022.

Punto de monitoreo	Temporada Húmeda 2021					Temporada Húmeda 2022				
	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
A17-T1-Tb	22	84	2.175	0.8016	0.7037	19	101	2.515	0.8966	0.8541
A17-T2-Tb	10	81	1.765	0.777	0.7665	20	103	2.59	0.9023	0.8645
A25-T1-T6 (Tb)	4	75	1.24	0.6741	0.8945	24	97	2.544	0.8798	0.8004
A25-T2-T6 (Tb)	11	116	1.766	0.7875	0.7365	20	105	2.537	0.9021	0.8468
A34-T2-Tb_Ca	6	83	1.43	0.7107	0.798	23	104	2.666	0.9031	0.8502
F02-T1-Ca (Tb)	12	124	1.66	0.7339	0.6681	20	122	2.338	0.8503	0.7806
F02-T2-Ca (Tb)	17	63	2.285	0.8501	0.8065	23	103	2.552	0.8723	0.814
F04-T1-Ca	25	150	2.578	0.876	0.8008	18	96	2.227	0.8355	0.7706
F04-T2-Ca	22	166	2.555	0.9016	0.8267	16	100	2.428	0.8934	0.8759
F06-T1-Pj_m	13	138	1.929	0.7912	0.7519	16	46	2.419	0.8828	0.8725
F11-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	18	173	2.499	0.9002	0.8647	21	107	2.532	0.881	0.8317
F13-T1-Ca (Tb)	8	39	1.648	0.7548	0.7923	16	106	2.262	0.8635	0.816
F16-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	12	120	1.599	0.6935	0.6435	13	93	2.191	0.8672	0.8542

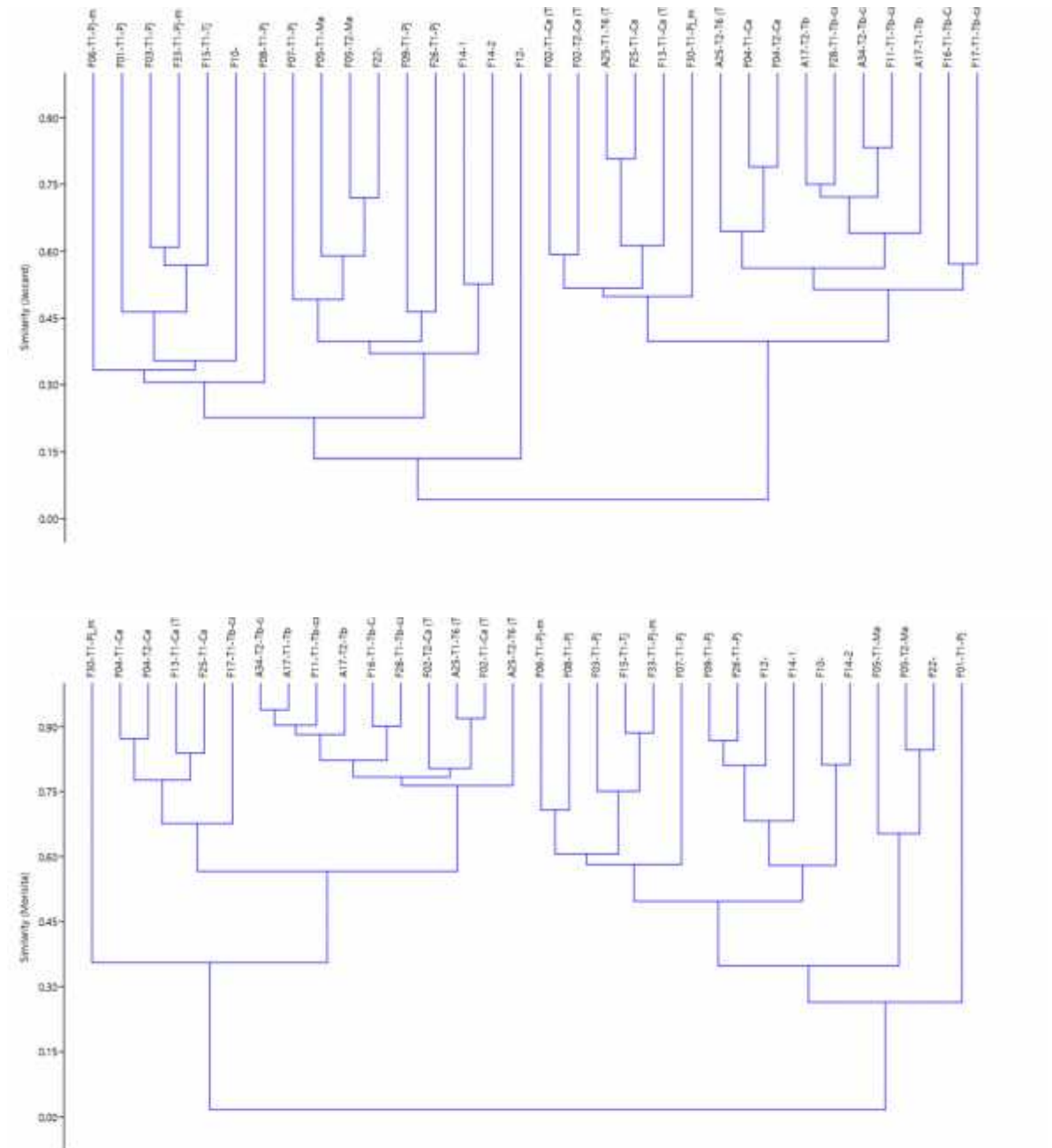
Punto de monitoreo	Temporada Húmeda 2021					Temporada Húmeda 2022				
	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	13	145	1.704	0.748	0.6645	20	103	2.563	0.9051	0.8556
F25-T1-CA	7	99	1.774	0.8152	0.9116	23	121	2.275	0.8155	0.7254
F27-T1-Ca (Tb)	9	79	1.776	0.796	0.8083					
F28-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	16	141	1.942	0.7862	0.7006	22	99	2.633	0.9022	0.8519
F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)	13	158	1.818	0.7766	0.7087	16	118	2.227	0.8594	0.8032
F01-T1-Pj	11	102	1.807	0.7793	0.7537	16	61	2.384	0.8799	0.8599
F03-T1-Pj	19	44	2.57	0.8936	0.8727	20	46	2.787	0.9253	0.9303
F07-T1-Pj	11	76	2.146	0.8639	0.895	17	35	2.468	0.88	0.8712
F08-T1-Pj	16	85	2.219	0.8482	0.8002	23	76	2.596	0.8868	0.828
F09-T1-Pj	19	89	2.281	0.8504	0.7748	20	54	2.308	0.8196	0.7704
F10-	19	90	2.386	0.8765	0.8103	22	46	2.736	0.9064	0.8851
F12-	17	151	2.43	0.8893	0.8575	9	21	1.684	0.7211	0.7664
F14-1	27	132	2.382	0.8423	0.7227	12	36	2.117	0.8488	0.852
F14-2	13	149	2.144	0.8617	0.8358	17	34	2.352	0.8512	0.83
F15-T1-Pj	24	174	2.301	0.8433	0.724	16	61	2.282	0.8589	0.8229
F23-T1-Pj_m	11	47	1.839	0.7741	0.7669					
F26-T1-Pj	13	137	2.107	0.852	0.8214	21	66	2.437	0.8508	0.8005
F33-T1-Pj_m	15	49	1.847	0.6955	0.6819	17	65	2.5	0.9008	0.8823
F05-T1-Ma	18	160	2.141	0.809	0.7408	15	30	2.3	0.8533	0.8494
F05-T2-Ma	10	40	1.394	0.5837	0.6052	19	37	2.7	0.916	0.917
F-22	11	113	1.671	0.7313	0.6969	24	34	3.014	0.9394	0.9485

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.6.1.2. SIMILARIDAD

La mayoría de las estaciones evaluadas en la zona de abastecimiento presentan una similitud mayormente en el 20%. Siendo A34-T2-Tb-cl y F11-T1-Tb-cl, las estaciones con similitud mayor a 75%. en el área de abastecimiento.

Figura 83 Dendrogramas de las estaciones evaluadas en zona de abastecimiento, temporada húmeda 2022.

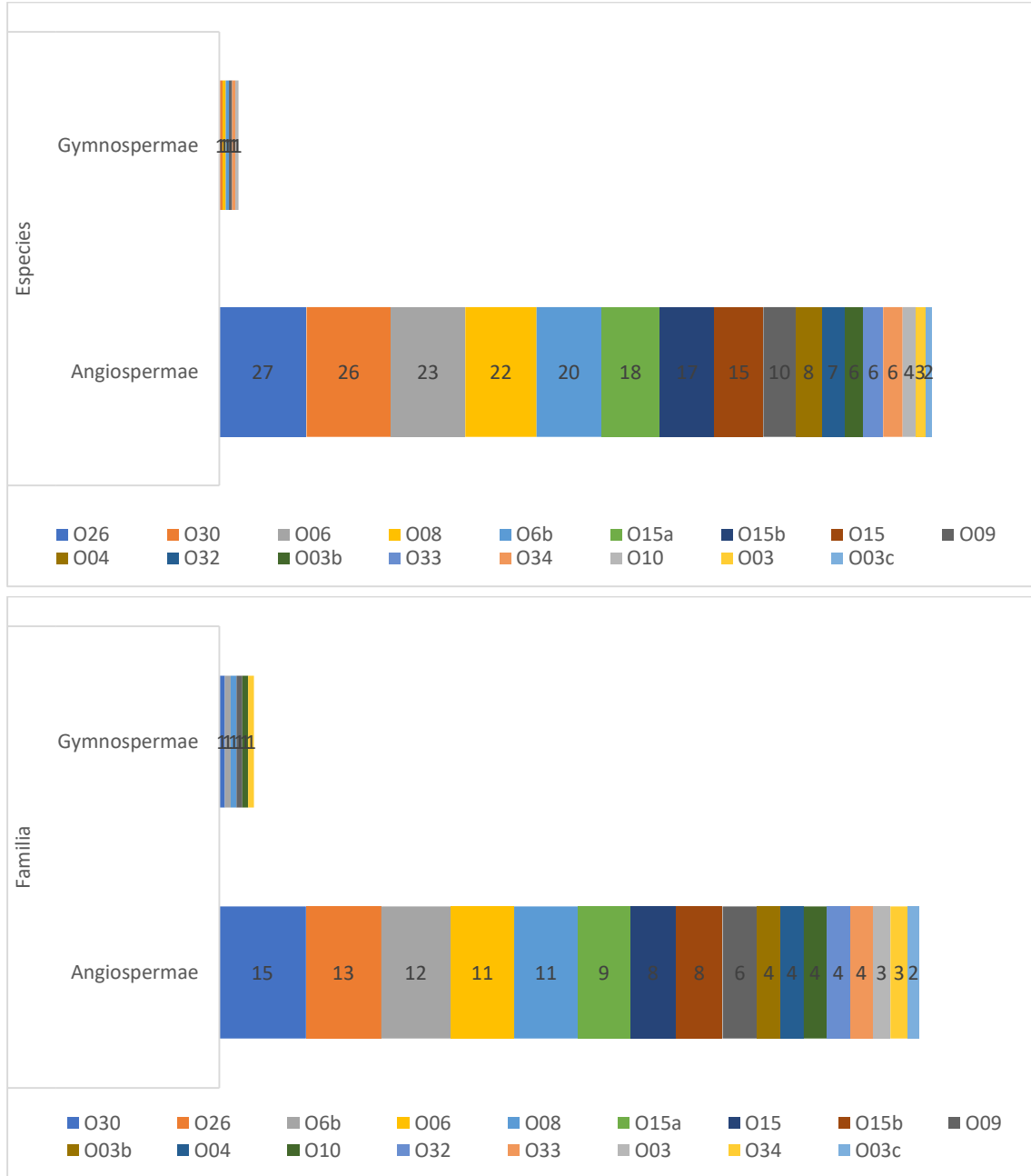


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.6.2. ZONA DE OPERACIONES

Se observa que se han evaluado 17 estaciones, reportándose 88 especies y 30 familias, siendo O30 la estación con mayor número familias y la estación O26 con mayor número de especies.

Figura 84 Número de especies y familias en zona de operaciones, temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.6.2.1. DIVERSIDAD

De las 17 estaciones de monitoreo evaluadas en la zona de operaciones en la temporada húmeda 2021 y 2022, se identificó que la estación O15a presenta el mayor número de especies, con mayor índice de Shanon, Simsonp y Pielou, siendo esta estación una de una alta riqueza de especies.

Cuadro 25. Índices de diversidad de las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones en temporada húmeda 2021 vs temporada húmeda 2022.

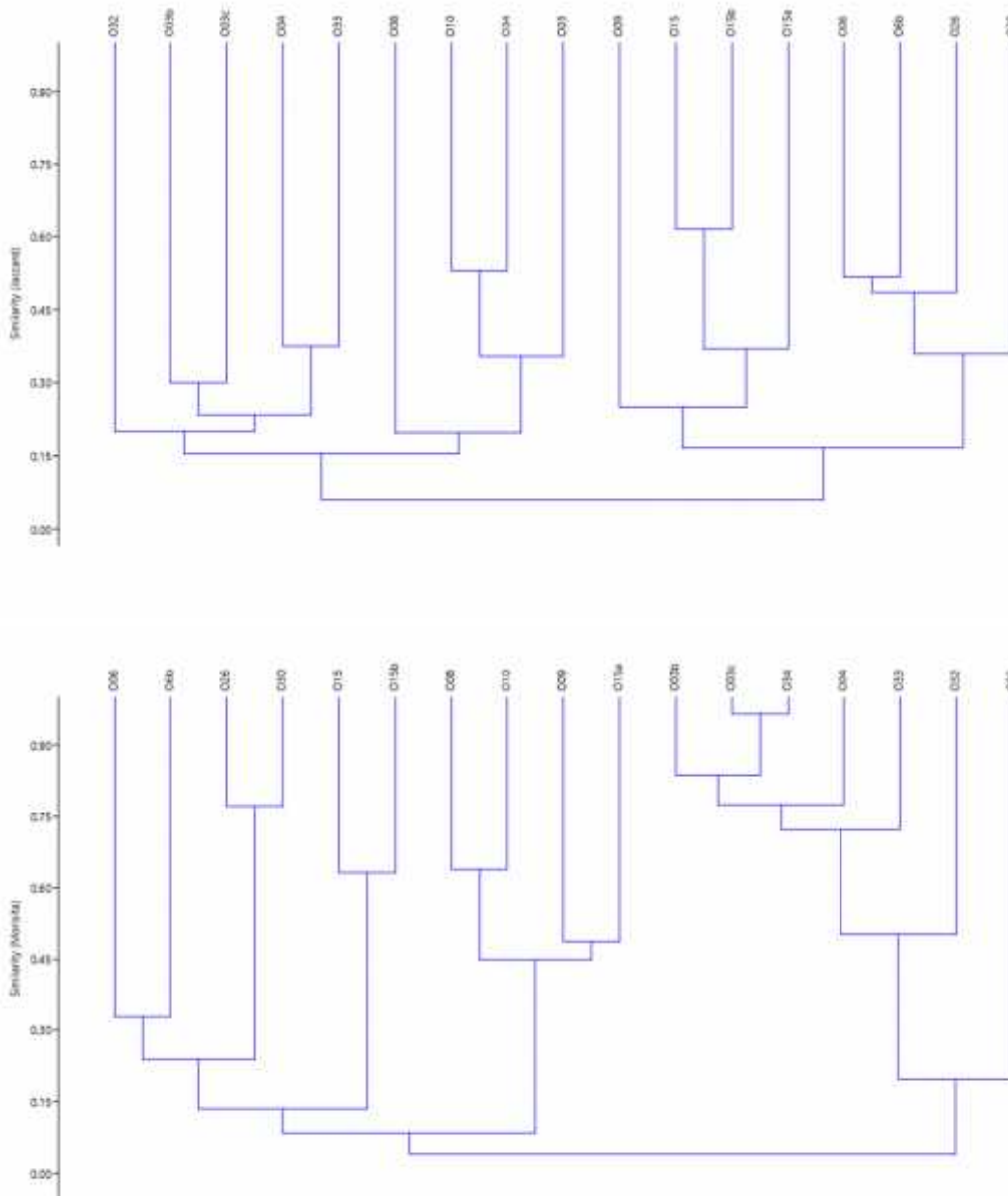
Estación de monitoreo	Temporada Húmeda 2021					Temporada Húmeda 2022				
	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
O03	10	101	1.764	0.7723	0.7662	8	12	1.936	0.8333	0.9308
O03b	12	79	2.067	0.847	0.8318	6	9	1.581	0.7407	0.8824
O03c	10	145	1.75	0.7631	0.7601	7	21	1.11	0.4762	0.5705
O04	10	79	1.48	0.7037	0.6426	14	63	1.847	0.7624	0.6999
O06	17	160	2.503	0.8983	0.8834	23	66	2.483	0.8701	0.7919
O08	24	60	2.829	0.9217	0.8903	23	48	2.706	0.901	0.8631
O09	17	121	2.395	0.8774	0.8452	23	60	2.633	0.8967	0.8399
O10	10	102	1.497	0.694	0.6501	12	58	1.656	0.6998	0.6663
O15	22	206	2.405	0.8659	0.778	19	60	2.536	0.8839	0.8611
O15a	26	146	2.411	0.8643	0.74	29	84	2.823	0.9113	0.8384
O15b	18	184	2.366	0.8794	0.8187	23	58	2.753	0.9114	0.8779
O26	15	162	2.295	0.8809	0.8476	27	57	2.871	0.9074	0.8709
O30	21	99	1.981	0.7632	0.6508	27	72	2.607	0.87	0.7909
O32	11	68	1.505	0.6929	0.6277	15	49	2.031	0.7888	0.75
O33	8	171	1.506	0.7355	0.7244	8	37	1.744	0.7874	0.8389
O34						14	69	1.459	0.573	0.553
O6b						21	44	2.628	0.8864	0.8632

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.6.2.2. SIMILARIDAD

La mayoría de las estaciones evaluadas en la zona de abastecimiento presentan una similaridad mayormente en el 20%. Siendo las estaciones O15 y O15b aquellas con una similaridad mayor al 60%; las estacions O03 y O034 son aquellas cuya composición florística se asemeja casi en su totalidad, superando el 90 %.

Figura 85 Dendrogramas de las estaciones evaluadas en zona de operaciones, temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.7. ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

5.1.7.1. ESPECIES CATEGORIZADAS EN LA NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

En el área de evaluación se identificaron 16 especies de importancia, según la normativa correspondiente, como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 26. Listado de especies de flora categorizadas por la normativa nacional e internacional en la temporada húmeda 2022.

Nro	Especie	DS 043-2006-AG	IUCN (2021-3)	CITES (2022)
1	<i>Azorella compacta</i>	VU	LC	
2	<i>Azorella diapensioides</i>	VU	LC	
3	<i>Baccharis genistelloides</i>	NT		
4	<i>Chuquiraga spinosa</i>	NT	LC	
5	<i>Corryocactus aureus</i>			Apéndice II
6	<i>Corryocactus brevistylus</i>	VU	LC	Apéndice II
7	<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	VU	LC	Apéndice II
8	<i>Echinopsis pampana</i>			Apéndice II
9	<i>Kageneckia lanceolata</i>	CR		
10	<i>Myrosmodes gymnandra</i>			Apéndice II
11	<i>Oreocereus leucotrichus</i>		LC	Apéndice II
12	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	VU	LC	
13	<i>Polylepis rugulosa</i>	VU	VU	
14	<i>Senecio moqueguensis</i>		CR	
15	<i>Ephedra americana</i>	NT	LC	
16	<i>Ephedra rupestris</i>	CR	LC	

Leyenda: Decreto Supremo 043-2006-AG. CR: en peligro crítico; EN: En Peligro; VU: vulnerable, NT: Casi Amenazado. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN); LC: Preocupación menor. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) en sus Apéndices I, II y III.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.7.2. ESPECIES ENDÉMICAS

En la zona de evaluación no se identificaron especies endémicas.

5.1.7.3. ESPECIES POTENCIALES DE USO LOCAL

En la zona de monitoreo en la temporada húmeda se identificaron 3 especies de uso local como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 27. Listado de especies de flora categorizadas por endémicas en el área de monitoreo temporada húmeda 2022.

N°	Especie	Nombre común	Uso Potencial
1	<i>Alchemilla diplophylla</i>	-	Medicinal
2	<i>Alchemilla pinnata</i>	-	Medicinal
3	<i>Ephedra americana</i>	-	Medicinal

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Se recomienda considerar estas especies en las futuras evaluaciones de monitoreo, que permita tener un escenario del estado de estas especies en las áreas monitoreadas.

5.1.8. ANALISIS COMPARATIVO DE TIPO HISTÓRICO DEL MAP 10 TH Y LAS ANTERIORES CAMPAÑAS DEL MAP

En los monitoreos, es importante evaluar el comportamiento o evolución de los grupos biológicos (en este caso la flora) para determinar su estado y tendencias, y de ser el caso realizar acciones que optimicen la gestión ambiental en el proyecto.

Zona de operaciones

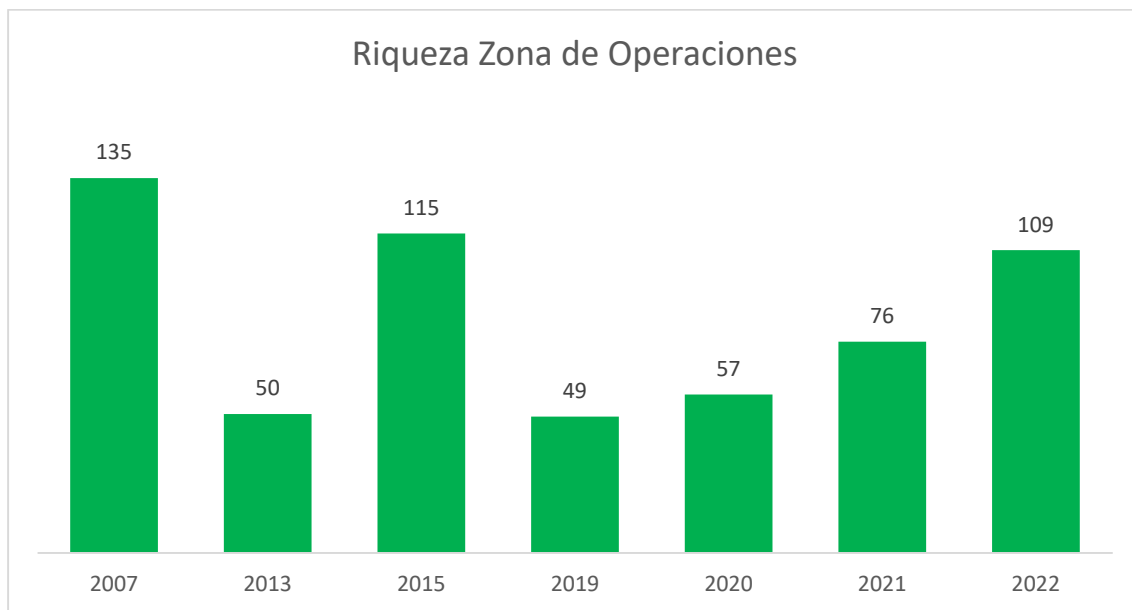
El análisis comparativo de indicadores o parámetros de flora en la Zona de Operaciones se focaliza en la riqueza de especies; los datos evaluados comprenden información referida a la Línea base ambiental y los monitoreos de la estación seca durante los años 2007, 2013, 2015 y 2019; asimismo, se incluyen los resultados del monitoreo del año 2020, 2021 y temporada húmeda del año 2022. En general se observa variabilidad respecto al número de especies para la zona, que tienen un rango de 49 hasta 135 taxones de flora; el valor más alto se obtuvo durante los estudios de Línea Base del 2007, mientras que el valor más bajo se observa en el monitoreo del año 2019, se debe de tomar en cuenta que para el año 2022 solo se está tomando en cuenta la temporada húmeda. También se debe mencionar que, en tres años; 2013 (Línea Base), 2019, 2020 y 2021 (monitoreos), la riqueza varió desde 49 a 76 especies, lo que implica cierta estabilidad (exceptuando los años 2007, 2015). La explicación probable de la variabilidad de resultados puede incluir factores como; inventarios con valores altos de riqueza debido a que el muestreo incluyó un fuerte componente de información cualitativa, aplicación de métodos cuantitativos (transectos y puntos de intersección), o incluso pequeñas variaciones en la ubicación de los transectos con un sesgo de evaluación a zonas con mayor densidad de vegetación. No obstante, algunos aspectos adicionales que apoyan cierta estabilidad en la riqueza de la zona, es el hecho de que familias como asteráceas y poáceas siguen siendo representativas, en todos los años.

La comparación a nivel de riqueza se consideró tomando la data de los estudios anteriores, sin embargo, dicha información no es válida para realizar un comparativo de monitoreos ya que se

necesita una misma metodología y una misma malla de puntos, características que, si cumplen los años 2019, 2020 y 2021, puesto que en el año 2015 se realizó una malla de puntos mucho mayor para cada zona, y los estudios del 2007 y 2013 corresponden a la información de línea base biológica en la que no se diferencian la malla de puntos.

Tomando en cuenta solo los monitoreos del 2020 y 2021, la riqueza de especies varió ligeramente, registrándose 57 especies en 2020 y 76 especies en el 2021 en la zona de operaciones. Esto posiblemente a que por varios meses de las 2020 y 2021 dichas zonas estuvieron con poca actividad antrópica que limite el crecimiento de las especies locales, en el 2022 ha crecido con respecto a la riqueza, la cual puede corresponder a una época en la cual se desarrolla la diversidad florística gracias a las condiciones climáticas, debe de tomarse en cuenta que para este último año falta los datos de la temporada húmeda.

Figura 86 Análisis comparativo de la riqueza florística en la zona de operaciones en la temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

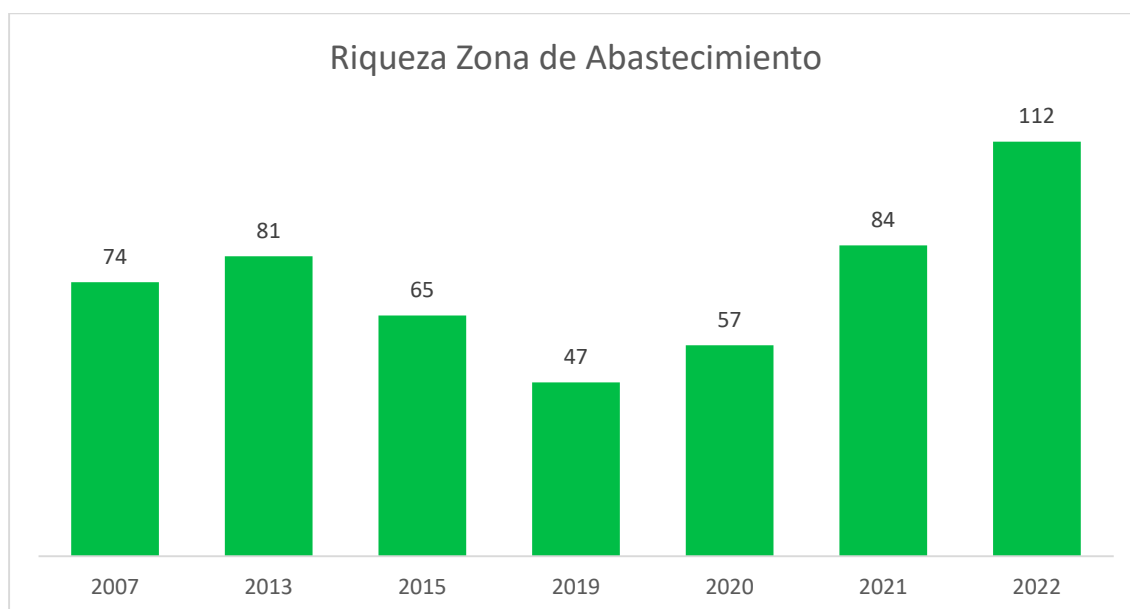
Zona de abastecimiento

El análisis comparativo de riqueza de especies de flora en la Zona de abastecimiento, también se basa en la información referida a la Línea base ambiental y los monitoreos de la estación seca durante los años 2007, 2013, 2015, 2019 (Pronaturaleza, 2016, 2020); asimismo, se incluyen los resultados del monitoreo del año 2020 y 2021, como los del 2022 en su temporada húmeda. En general se observa menor variabilidad respecto al número de especies para la zona, que tienen un rango de 47 hasta 112 especies; el valor más alto se obtuvo en el monitoreo del 2022, mientras que el valor más bajo se observa en el monitoreo del año 2019. Es importante mencionar que, en los años correspondientes a los monitoreos; 2015, 2019, 2020, 2021, 2022 la riqueza varía desde 65 a 112 especies, lo que implica cierta estabilidad, debido a que los puntos de monitoreo están

asociados a cuerpos de agua (turbera de *Distichia*, césped de arroyo) o corresponden a matorrales y pajonales de la puna seca.

Por otro lado, la explicación probable de la variabilidad de resultados puede incluir factores como; inventarios con valores altos de riqueza debido a que el muestreo incluyó la información cualitativa, aplicación de métodos cuantitativos (transectos y puntos de intersección), o incluso pequeñas variaciones en la ubicación de los transectos con un sesgo de evaluación a zonas con mayor densidad de vegetación. Sin embargo, algunos aspectos adicionales que apoyan cierta estabilidad en la riqueza de la zona, es el hecho de que siguen dominando las asteráceas y gramíneas y que por ejemplo *D. muscoides* se encuentre entre las especies más abundantes durante los años 2019 y 2020 (Pronaturaleza, 2020).

Figura 87 Análisis comparativo de la riqueza florística en la zona de abastecimiento en la temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2. FAUNA

5.2.1. AVIFAUNA

5.2.1.1. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.2.1.1.1. ESFUERZO DE MUESTREO

En el área de estudio se evaluaron un total de 116 puntos de conteo distribuidos en las 19 estaciones de monitoreo, 15 ubicadas en la zona de abastecimiento y cuatro (04) en la zona de operaciones, es importante mencionar que en comparación a la campaña anterior se evaluaron tres (03) estaciones más como consecuencia de la reubicación de estos (O15PC8, O32, O33). Sin embargo, el esfuerzo ha disminuido en casi un 50 % en comparación a las campañas del 2021.

Cuadro 28. Esfuerzo de muestreo realizado en el área del proyecto en temporada húmeda 2022

Cobertura vegetal	Puntos de conteo (PC)
Matorral arbustivo	60
Bosque relicto altoandino	5
Pajonal andino	51
Total	116

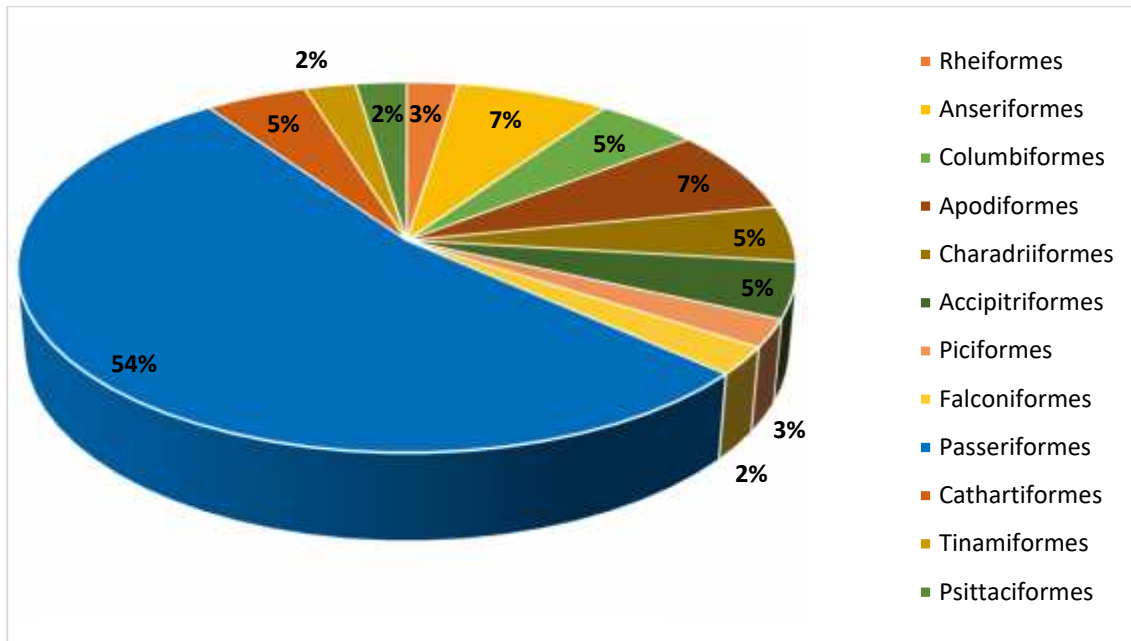
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.1.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Para determinar la composición de especies se considera los registros de las estaciones de monitoreo obtenidos a través de los métodos cuantitativos (conteo de puntos y censos) y cualitativos (redes de neblinas y registros oportunistas).

Durante Temporada húmeda-2022, se registró un total de 41 especies distribuidas en 12 órdenes y 18 familias en toda el área del proyecto. El orden de mayor riqueza fue Passeriformes con 22 especies (54 % de riqueza total), seguido de los órdenes Apodiformes y Anseriformes con tres (3) especies (7 %), el orden Columbiformes y Falconiformes con dos (2) cada uno (4 % respectivamente), mientras los órdenes Rheiformes, Pelecaniformes, Charadriiformes, Cathartiformes y Accipitriformes registraron dos (2) especies cada uno (2 % respectivamente). Es importante mencionar que los Passeriformes comprenden el 57.76 % de todas las aves registradas en el Perú, por lo que representa el orden más abundante dentro de esta clase, registrando para el Perú 1 882 especies entre residentes y migratorias (Plenge, 2022).

Figura 88 Composición total de aves por orden taxonómico en temporada húmeda 2022.

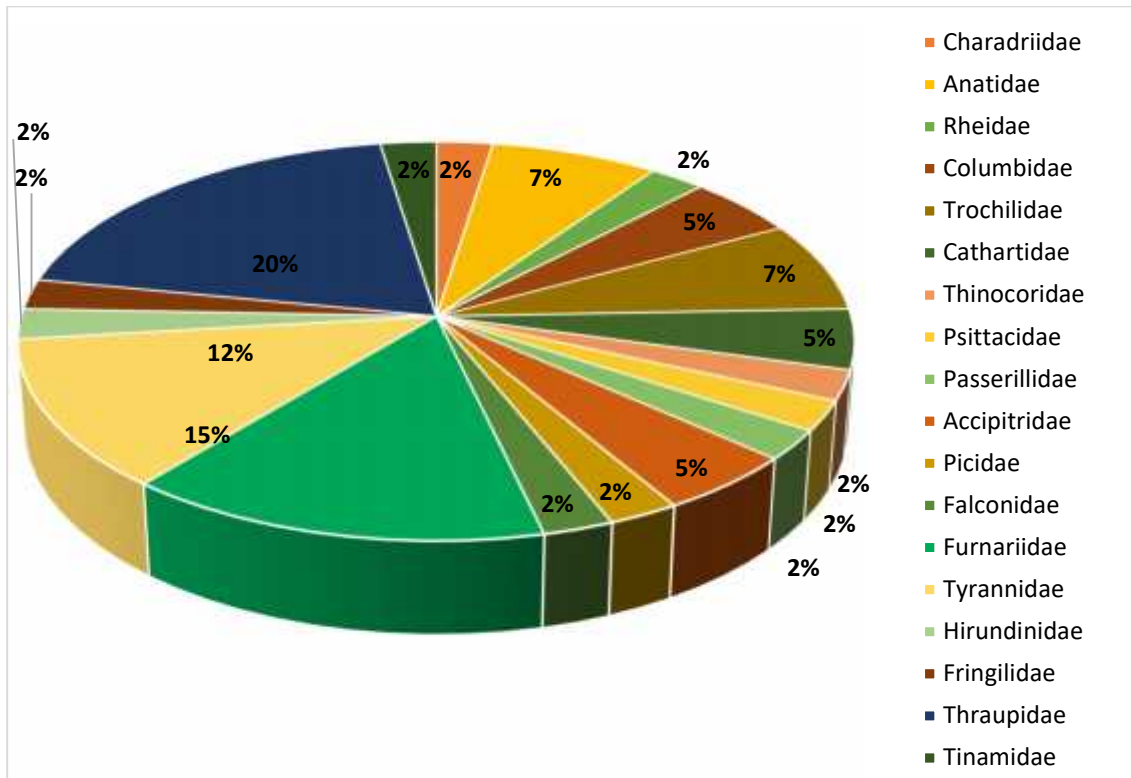


Elaboración: ASILORZA, 2022.

Asimismo, es importante señalar que se registraron cuatro (4) especie mediante el método cualitativo registros oportunitas, *Rhea pennata* “Ñandu petizo (Suri)” (Rheiformes: Rheidae), *Tinamotis pentlandii* “Perdiz de la Puna” (Tinamiformes: Tinamidae), *Vanellus resplendens* “Avefria andina” (Charadriiformes: Charadriidae), *Lessonia oreas* “Negrito andino” Passeriformes: Tyrannidae).

A nivel de familias taxonómicas, Thraupidae presentó la mayor riqueza con ocho (08) especies representando el 20 % del total de especies respectivamente, seguido de Furnariidae con seis (06) especies que corresponden al 15 % respectivamente, le sigue la familia Tyrannidae con cinco (05) especies que equivale al 12 % de la riqueza total respectivamente, en tanto las familias Anatidae y Trochilidae registraron tres (3) especies cada una (7 % respectivamente) y finalmente que las 13 familias restantes registraron dos (02) y una (1) especie cada una representando el 5 y 2 % respectivamente (Figura 64). Las tres familias que presentaron mayor riqueza de especies (Thraupidae, Furnariidae, y Tyrannidae) pertenecen al orden Passeriformes, uno de los órdenes más diversos en el grupo de aves, que se caracterizan por tener diferentes estilos de vida, hábitos alimenticios, comportamiento variable, y encontrarse en todo el Perú (Schulenberg *et al.*, 2010).

Figura 89 Composición total de aves por familia taxonómica en temporada húmeda 2022

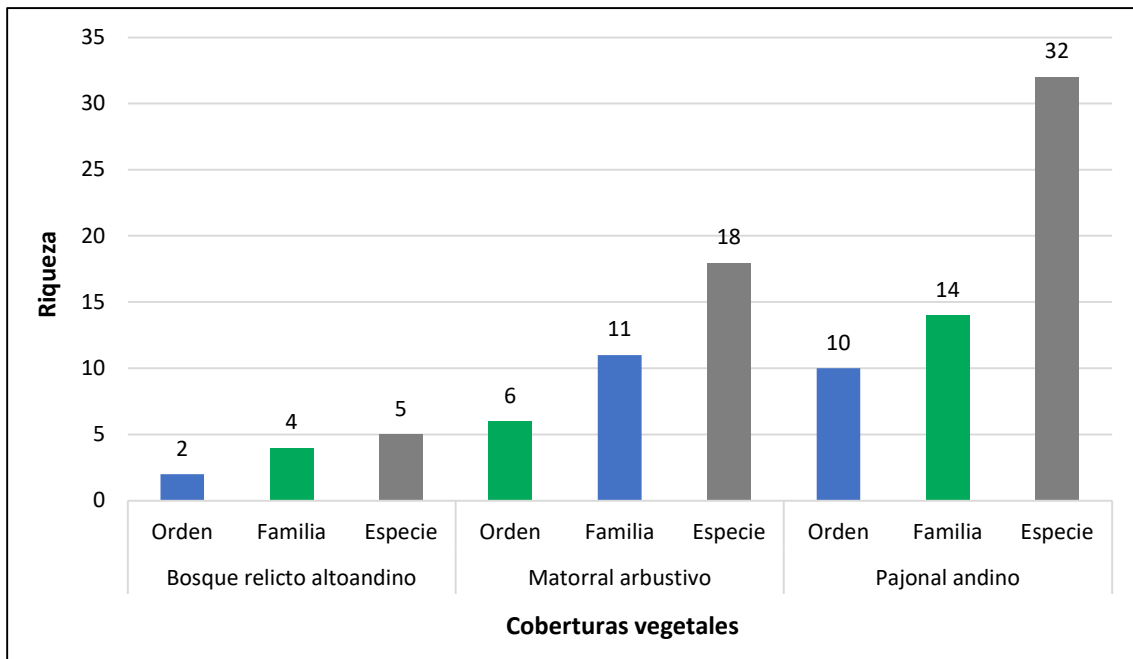


Elaboración: ASILORZA, 2022.

En el área del proyecto se presentaron tres (03) coberturas vegetales: Bosque relicto altoandino, Matorral arbustivo y Pajonal andino. A nivel de riqueza por coberturas vegetales, el Pajonal andino obtuvo la mayor riqueza del área con 32 especies distribuidas en 14 familias y 10 órdenes, seguido del Matorral arbustivo con 18 especies distribuidas en 11 familias y seis (06) órdenes y el Bosque relicto altoandino con cinco (05) especies pertenecientes a cuatro (04) familias y dos (02) órdenes.

El resultado coincide con la riqueza de especies de los grupos familiares más representativos, donde las especies de las familias Thraupidae y Furnariidae se caracterizan por encontrarse en hábitats abiertos y arbustivos donde buscan su alimento (principalmente semillas- granívoros y artrópodos en el suelo-insectívoros) (Schulenberg *et al.*, 2010).

Figura 90 Número de especies, familias y órdenes por cobertura vegetal en temporada húmeda 2022



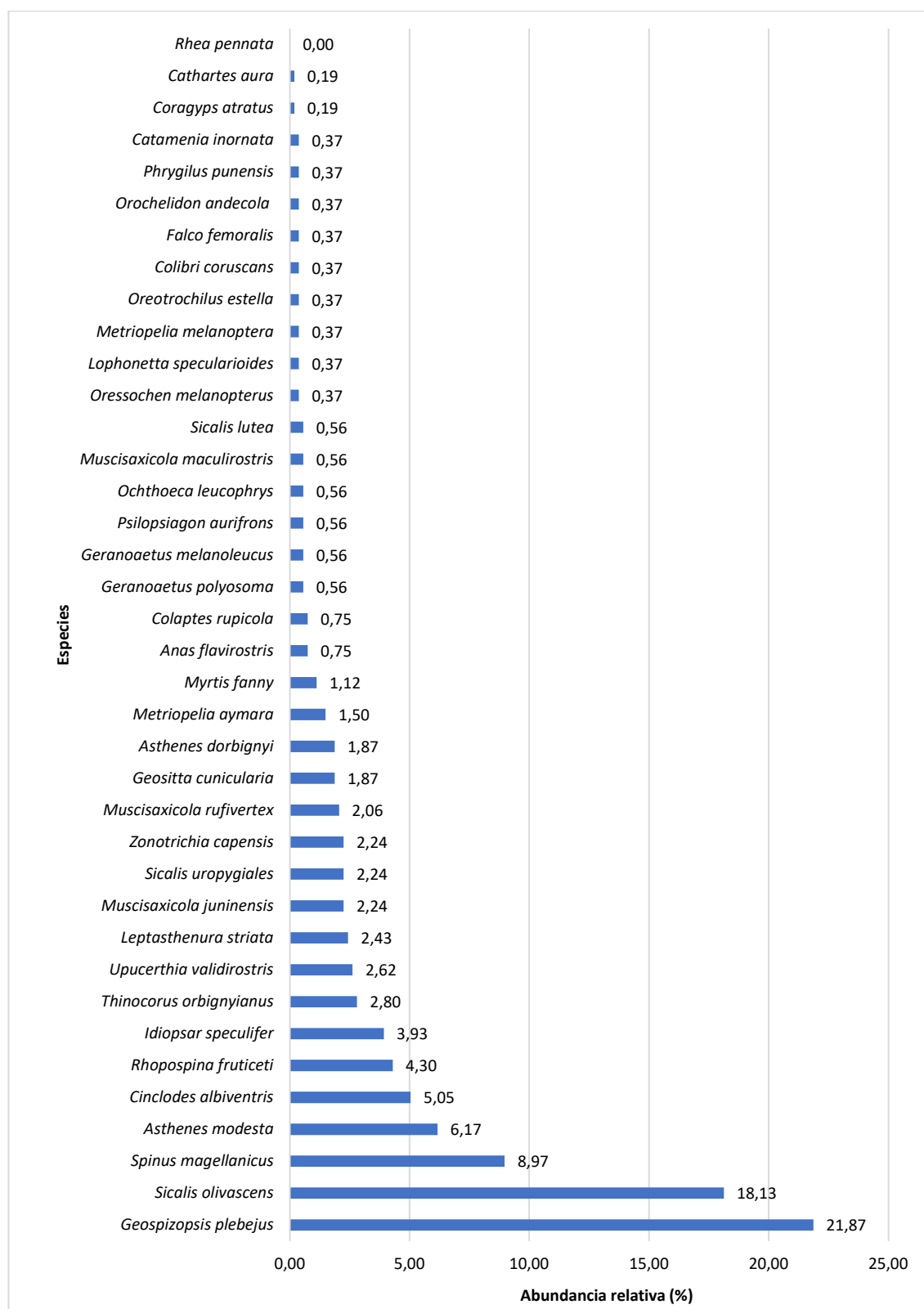
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.1.3. ABUNDANCIA

Para el análisis de abundancia se empleó la información obtenida del método cuantitativo, conteo de puntos realizado en cada estación de monitoreo.

En toda el área del proyecto se registraron 535 individuos. Las especies más abundantes fueron el “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus* con 117 individuos (21.87 %), seguido del “Chirigue verdoso” *Sicalis olivascens* con 97 individuos (18.13 %), en menor proporción se encontraron las demás especies con registros que van desde un (1) individuo (0.19 %) hasta los 48 individuos (8.97 %).

Figura 91 Abundancia relativa de aves en el área del proyecto en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

El “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus* es común y está muy extendido en la vertiente occidental de los Andes en elevaciones que oscilan entre 2400 - 4700 m. Su hábitat incluye bosques secos subtropicales, Matorral arbustivos y pastizales de Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú (Bird Life International, 2012).

El “Chirigue verdoso” *Sicalis olivascens* es común y ampliamente distribuido en los Andes en elevaciones que oscilan entre los 1650 – 4200 m. Pudiendo ser observado en Matorral arbustivo montano, en campos agrícolas y en pasturas, en donde buscan su alimento principalmente en el suelo (Schulenberg *et al.*, 2010).

5.2.1.1.4. DIVERSIDAD

En cuanto al análisis de diversidad para la Temporada húmeda 2022 en toda el área del proyecto, esta presentó una diversidad media ($H' = 2.80$ bits/ind.; $1-D = 0.88$ probits/ind). Dicha característica prevaleció para las tres (3) coberturas vegetales, con una ligera diferencia para la cobertura Bosque Relicto altoandino, debido a la menor riqueza de especies y abundancia obtenida para dicha cobertura vegetal (5 especies; 17 individuos).

En general para la Temporada húmeda 2022, las coberturas vegetales obtuvieron valores de diversidad medios los cuales oscilaron entre 1.54 bits/ind (Bosque relicto altoandino) y 2.61 bits/ind (Pajonal andino), esto a partir de que según el índice de Shannon-Wiener los valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. En el Cuadro 28 se presentan los índices de diversidad para cada cobertura vegetal evaluada durante la Temporada húmeda 2022, como se puede observar los valores para el índice de equidad demuestran que la distribución del número de individuos en las especies registradas no es equitativa, en consecuencia, la estimación del índice de Shannon-Wiener tiende a dar valores menores de diversidad.

Cuadro 29. Riqueza, abundancia y diversidad de aves por cobertura vegetal en el área del proyecto en temporada húmeda 2022

Coberturas vegetales	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	5	17	1.54	0.86	0.86
Matorral arbustivo	18	127	2.36	0.87	0.82
Pajonal andino	32	391	2.61	0.87	0.75
TOTAL	41	535	2.80	0.88	0.79

Elaboración: ASILORZA, 2022.

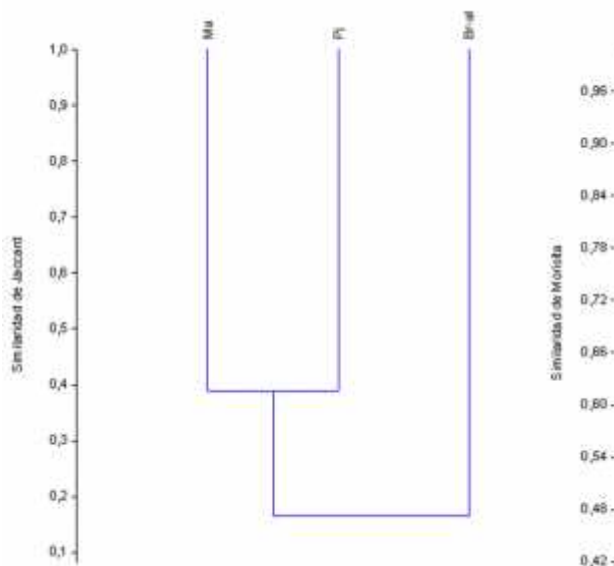
5.2.1.1.5. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Para el índice de Jaccard, durante la Temporada húmeda-2022, se presentó una similitud del 40 % entre las coberturas Matorral arbustivo (Ma) y Pajonal andino (Pj), debido a que comparten 14 especies, mientras que la cobertura del Bosque Relicto Altoandino (Br-al) presentó una similitud

del 17 % en cuanto a su composición con respecto a las dos (2) coberturas presentes en el proyecto, comparten cuatro (04) especies.

Utilizando el índice de Morisita, en Temporada húmeda 2022 para las abundancias de las especies, se observa una similitud del 66 % entre las coberturas vegetales Matorral arbustivo y Pajonal andino dado que comparten como dominante a la especie: “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus*. Finalmente, la cobertura Bosque Relicto Altoandino presenta una similitud del 44 % con el agrupamiento Matorral arbustivo-Pajonal andino, indicando que las especies registradas en esta cobertura tienen una abundancia particular de sus especies.

Figura 92 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por cobertura vegetal en toda el área del proyecto



Leyenda: Bosque relicto altoandino: Br-al; Matorral arbustivo: Ma; Pajonal andino: Pj.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

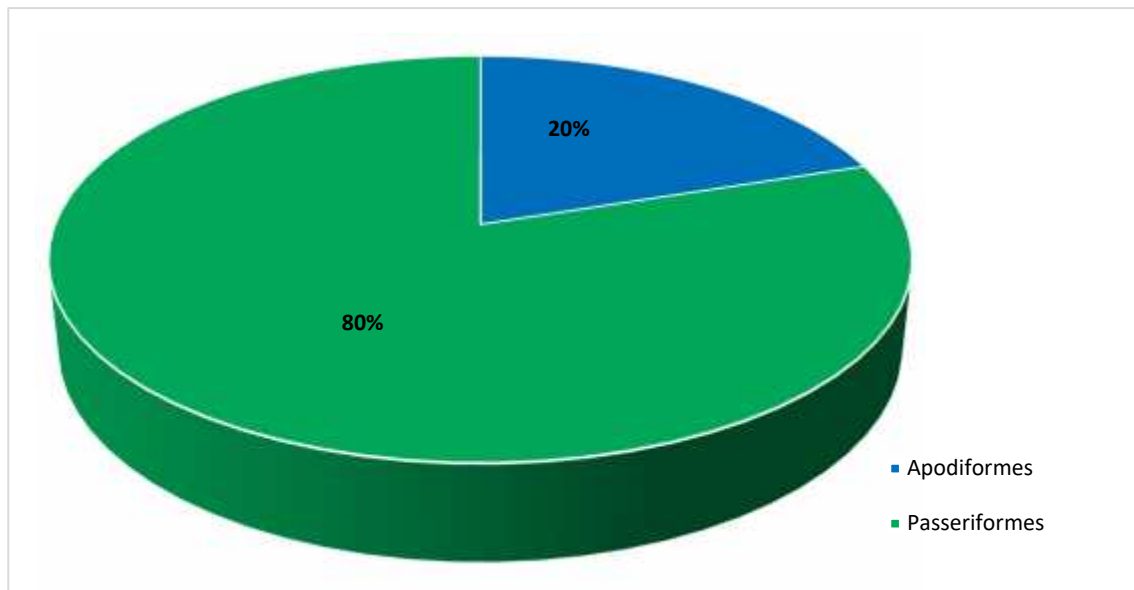
5.2.1.2. ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL

5.2.1.2.1. BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

5.2.1.2.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

La estación de monitoreo que pertenece a este tipo de cobertura es O31. Durante el monitoreo de Temporada húmeda-2022 se registraron cinco (05) especies distribuidas en dos (2) órdenes y cuatro (4) familias. El orden más representativo fue Passeriformes con cuatro (04) especies que representa el 80 % de la riqueza, mientras que el orden Apodiformes registró una (1) especie que equivale al 20%.

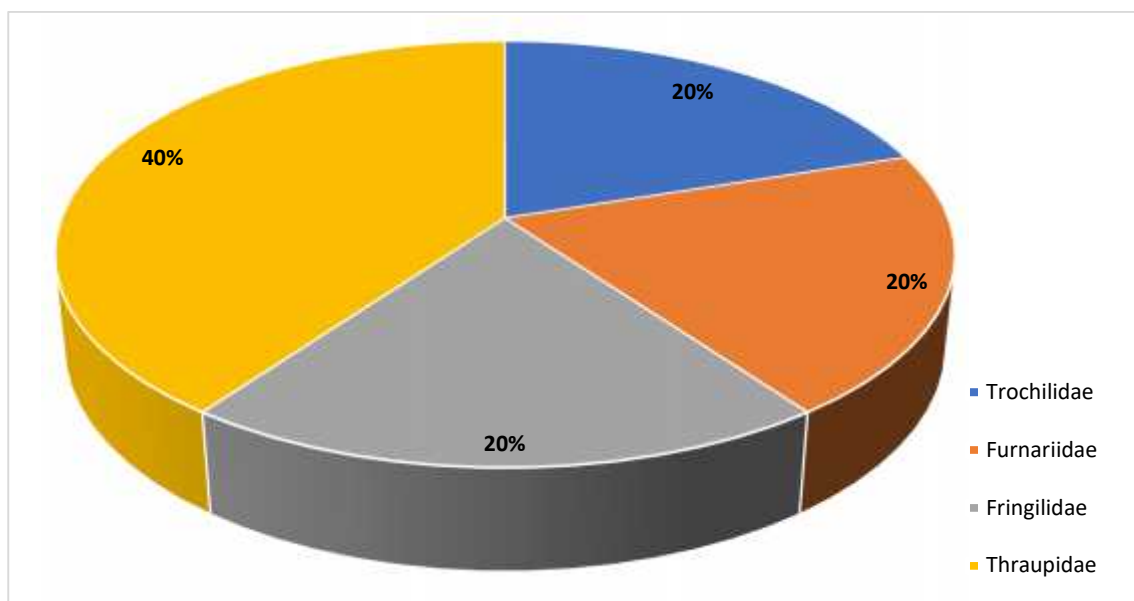
Figura 93 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias, Thraupidae presentaron la mayor riqueza con dos (02) especies que corresponde al 40 % de riqueza, seguido de Trochilidae, Furnariidae y Fringilidae quienes registraron una (1) especie que equivale al 20 % de riqueza.

Figura 94 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 30. Listado de especies de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022

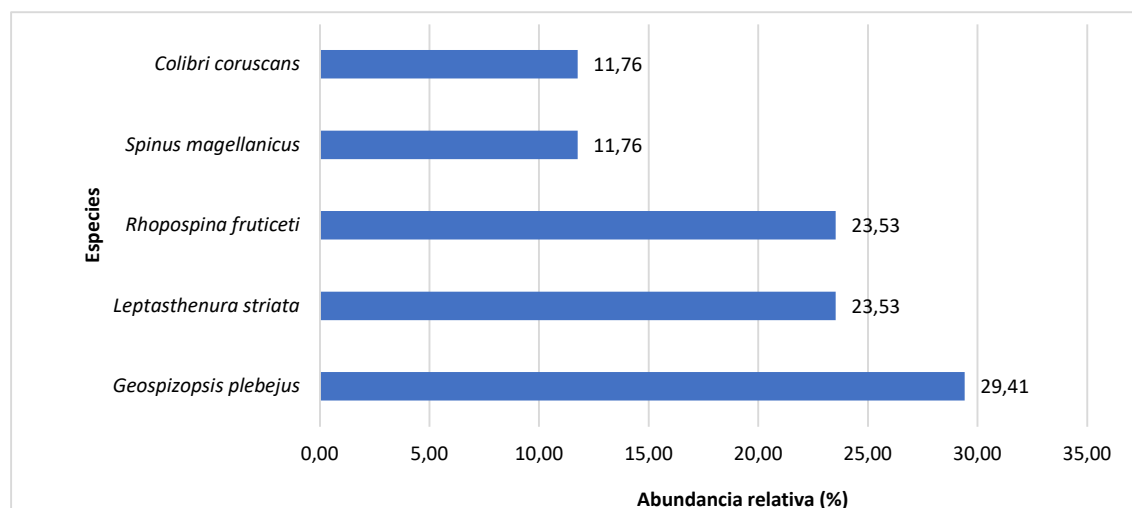
N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Oreja-Violeta de Ventre Azul
2	Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura striata</i>	Tijeral Listado
3	Passeriformes	Fringilidae	<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero encapuchado
4	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Fringilo de pecho cenizo
5	Passeriformes	Thraupidae	<i>Rhopospina fruticeti</i>	Fringilo de pecho negro

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.1.2. ABUNDANCIA

Para el Bosque relicto altoandino se registró un total de 17 individuos. La especie más abundante de esta cobertura vegetal fue el “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus* con cinco (05) individuos (29.41 %), seguido de la “Tijeral listado” *Leptasthenura striata* y “Fringilo de pecho negro” *Rhopospina fruticeticon* cuatro (04) individuos (23.53 % respectivamente), y “Oreja-Violeta de vientre azul” *Colibri coruscans* y “Jilguero encapuchado” *Spinus magellanicus* el 11.76 % de abundancia relativa.

Figura 95 Abundancia relativa de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.1.3. DIVERSIDAD

En cuanto al análisis de diversidad, la cobertura de Bosque relicto altoandino obtuvo un valor de diversidad relativamente bajo con un índice de Shannon-Wiener de 1.54 bits/ind y un índice de Simpson de 0.86 probits/ind., esto a partir de que según el índice de Shannon-Wiener los valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad. Respecto al índice de Pielou se obtuvo un valor de

0.86, lo que significa que las abundancias de las especies registradas en esta cobertura estuvieron distribuidas de manera casi uniforme entre las especies registradas.

Cuadro 31. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O31	5	17	1.54	0.86	0.86

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.1.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

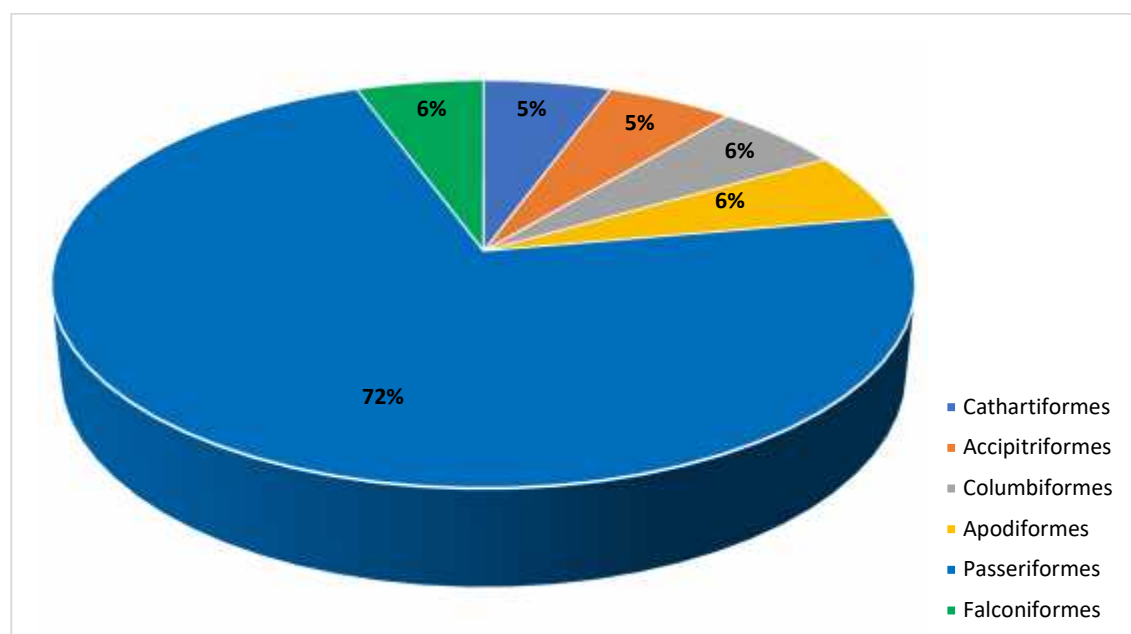
No se realizaron los análisis de similitud debido a que la formación de Bosque de Polylepis presentó solo una estación de monitoreo.

5.2.1.2.2. MATORRAL ARBUSTIVO

5.2.1.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Un total de ocho (8) estaciones de monitoreo pertenecen a la cobertura vegetal Matorral arbustivo, donde se registraron un total de 18 especies distribuidas en seis (06) órdenes y 11 familias. El orden más representativo fue Passeriformes con 23 especies (72 % de riqueza), seguido del orden Apodiformes, Columbiformes, Cathartiformes, Accipitriformes y Falconiformes con una (1) especie (6%).

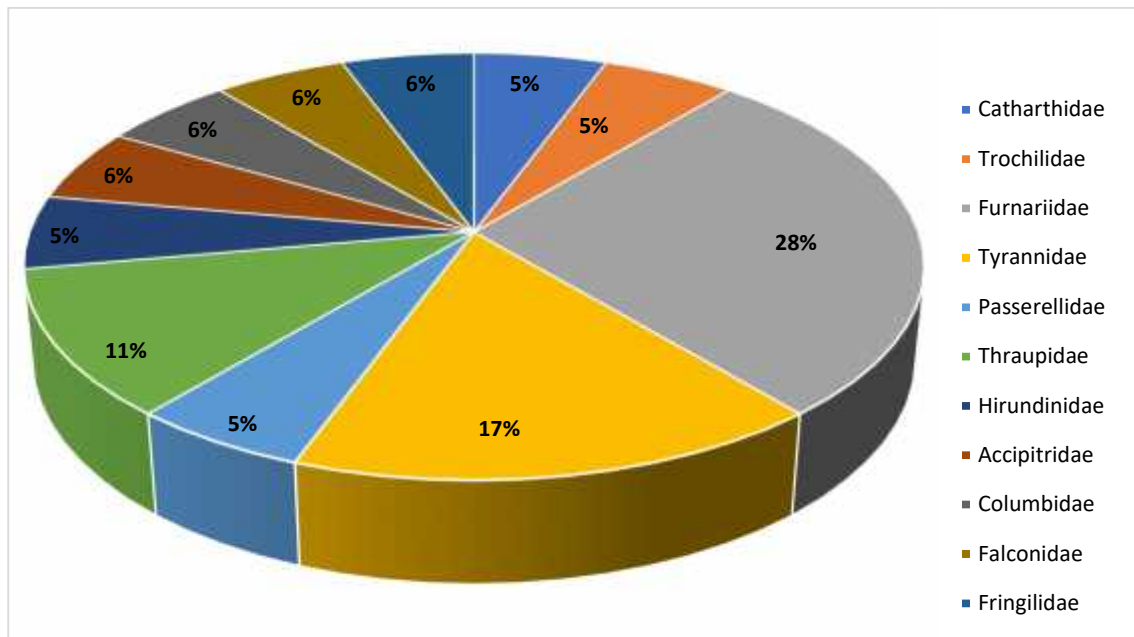
Figura 96 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias, Furnariidae presentaron la mayor riqueza con cinco (05) especies cada uno (28 % de riqueza respectivamente), seguido de la familia Tyrannidae con tres (03) especies (17 %), le sigue Thraupidae con dos (02) especies (11%), en tanto las familias Cathartidae, Falconidae, Fringilidae, Apodidae, Hirundinidae, Accipitridae, Passerillidae y Columbidae presentaron una (01) especie respectivamente (6 %).

Figura 97 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Entre las especies del orden Passeriformes destacan en esta cobertura “Pitajo de ceja blanca” *Ochthoeca leucophrys* de la familia Tyrannidae y “Golondrina andina” *Orochelidon andecola* de la familia Hirundinidae. Otras especies que se registraron en esta cobertura vegetal fueron la “Estrellita de Collar Púrpura” *Myrtis fanny* (Familia Trochilidae), el “Gallinazo de cabeza roja” *Cathartes aura* (Familia Cathartidae). Todas constituyen especies registradas sólo en la cobertura vegetal Matorral arbustivo.

En cuanto a la riqueza por estaciones de monitoreo, O32 y O10 registraron la mayor riqueza con siete (07) y seis (06) especies respectivamente, seguido por O9, CONTROL O3 y T6-OP con cinco (05) especies, le siguen O34 y O8 con tres (3) especies, O6 y O33 con dos (02) especies y M-52 con una (01) especie respectivamente.

Cuadro 32. Listado de especies de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

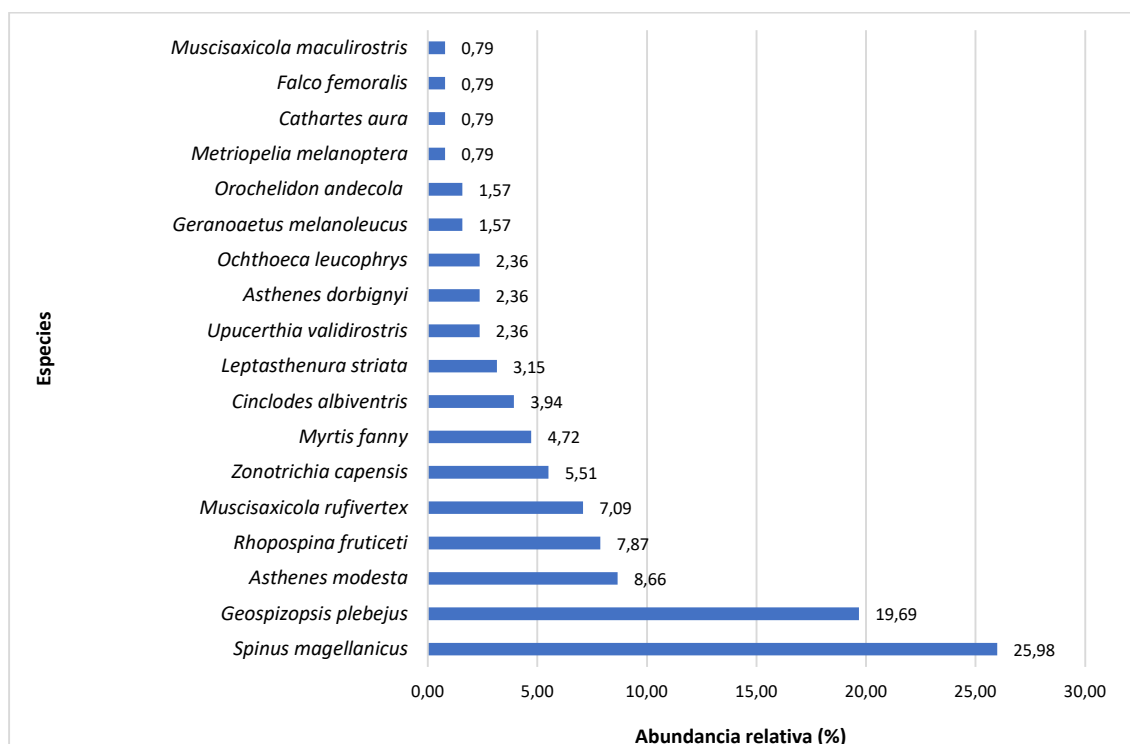
N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O6	O9	O10	O32	O33	O8	T6-OP	CONTROL O3	M52	O34
1	Columbiforme	Columbidae	<i>Metopelia ceciliae</i>	Tortolita moteada										X
2	Apodiforme	Apodidae	<i>Aeronautes andecolus</i>	Vencejo andino				X	X					
3	Apodiforme	Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	Estrella andina		X								
4	Apodiforme	Trochilidae	<i>Metallura phoebe</i>	Colibri negro			X				X			
5	Apodiforme	Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Colibri gigante							X			
6	Accipitriforme	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho variable								X		
7	Falconiforme	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcon peregrino						X	X			
8	Passeriforme	Furnariidae	<i>Upucerthia validirostris</i>	Bandurrita de pecho anteado				X						
9	Passeriforme	Furnariidae	<i>Upucerthia albigula</i>	Bandurrita de garganta blanca					X					X
10	Passeriforme	Furnariidae	<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete de ala crema	X	X	X					X		
11	Passeriforme	Furnariidae	<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de ala blanca				X						
12	Passeriforme	Furnariidae	<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	Bandurrita de pico recto									X	
13	Passeriforme	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino								X		
14	Passeriforme	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero de pecho cremoso		X								
15	Passeriforme	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero cordillerano	X		X	X		X	X	X		
16	Passeriforme	Furnariidae	<i>Asthenes sclateri</i>	Canastero de la Puna	X	X	X	X		X	X	X		X
17	Passeriforme	Furnariidae	<i>Anairetes flavirostris</i>	Torito de pico amarillo		X	X	X	X					
18	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Anairetes reguloides</i>	Torito de cresta pintada			X	X		X				X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.2.2. ABUNDANCIA

La cobertura Matorral arbustivo estuvo compuesta por ocho (8) estaciones de monitoreo, registrándose un total de 127 individuos, siendo las especies más abundantes *Spinus magellanicus* “Jilguero encapuchado” con 33 individuos (25.98 %), “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus* con 25 individuos (19.69%), y “Canastero cordillerano” *Asthenes dorbignyi* con 11 individuos (8,66 %). Las demás especies avistadas registran abundancias menores a 10 individuos.

Figura 98 Abundancia relativa de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Es importante precisar que las especies con mayor abundancia relativa pertenecen a la familia Thraupidae, especies que se caracterizan por pertenecer al grupo trófico granívoros; por consiguiente, este resultado nos indica que esta cobertura vegetal brinda suficientes recursos alimenticios que permiten su coexistencia en un mismo hábitat.

5.2.1.2.2.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, los valores estimados para las estaciones de monitoreo del Matorral arbustivo estuvieron en un rango de bajo, con índices de Shannon-Wiener que oscilaron entre 0 bits/ind (M52) hasta 1.91 bits/ind (O32), este último punto representó la mayor diversidad obtenida en esta cobertura. El índice de Simpson fluctuó entre 0 probits/individuo para M52 y 0.85 probits/individuo (O32). Respecto al índice de Pielou (J'), las estaciones O32, O10 obtuvieron un

valor 0.98, lo que nos indica que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuida de forma uniforme para cada una de las especies registradas en cada punto de monitoreo evaluado.

Cuadro 33. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Puntos de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpsn (1-D)	Índice de Pielou (J')
M52	1	1	0	0	0
O10	6	7	1.75	0.82	0.98
O34	4	5	1.33	0.72	0.96
O6	3	9	1.06	0.64	0.97
O8	4	18	1.15	0.62	0.83
O9	5	15	1.49	0.76	0.93
CONTROL_03	5	23	1.50	0.75	0.93
T6-OP	5	20	0.90	0.42	0.56
O32	7	24	1.91	0.85	0.98
O33	3	5	1.06	0.64	0.96

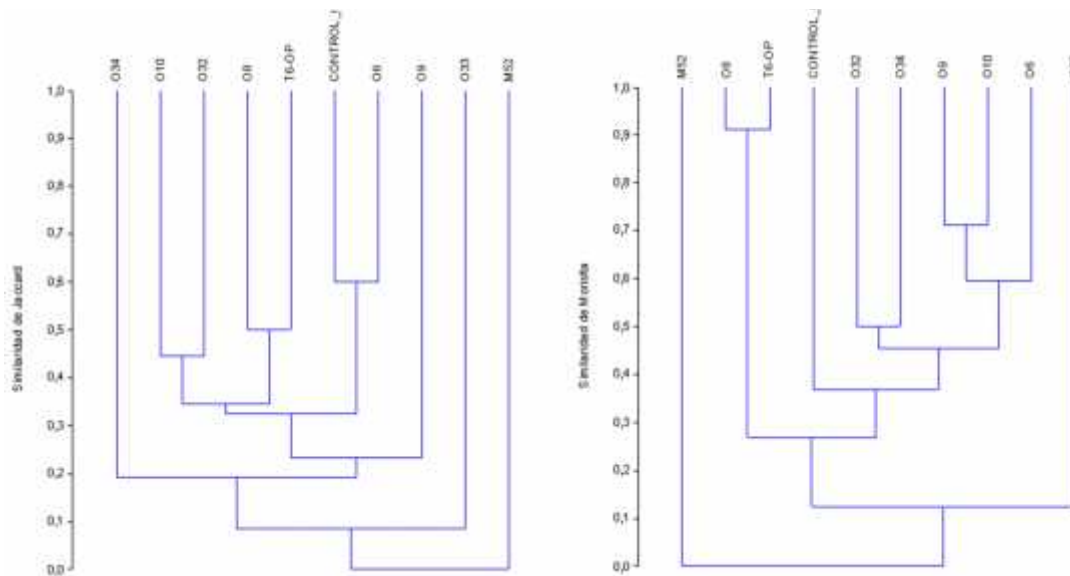
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.2.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Según el índice de Jaccard, se forma un agrupamiento entre las estaciones de monitoreo OCONTROL y O6 con una similitud del 60 % debido a que se encuentra relativamente cerca y además comparten tres (03) especies (2 fringilo, y 1 canastero), un segundo agrupamiento se forma entre los puntos O8 y T6-OP con una similitud del 50 % esto debido a que tienen en común tres (03) especies. Los demás puntos forman agrupamientos con similitudes menores al 40 %.

Según el índice de Morisita, los puntos O8 y T6-OP forman un agrupamiento con un 90 % de similitud debido a que comparten una (1) especie dominante, con abundancias relativamente similares como *Spinus magellanicus*. Después, le sigue el agrupamiento entre el grupo O9 y O10 con una similitud del 70 %, los demás puntos presentaron similitudes menores al 60 %.

Figura 99 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Leyenda: T6-OP = T6 zona de operaciones.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

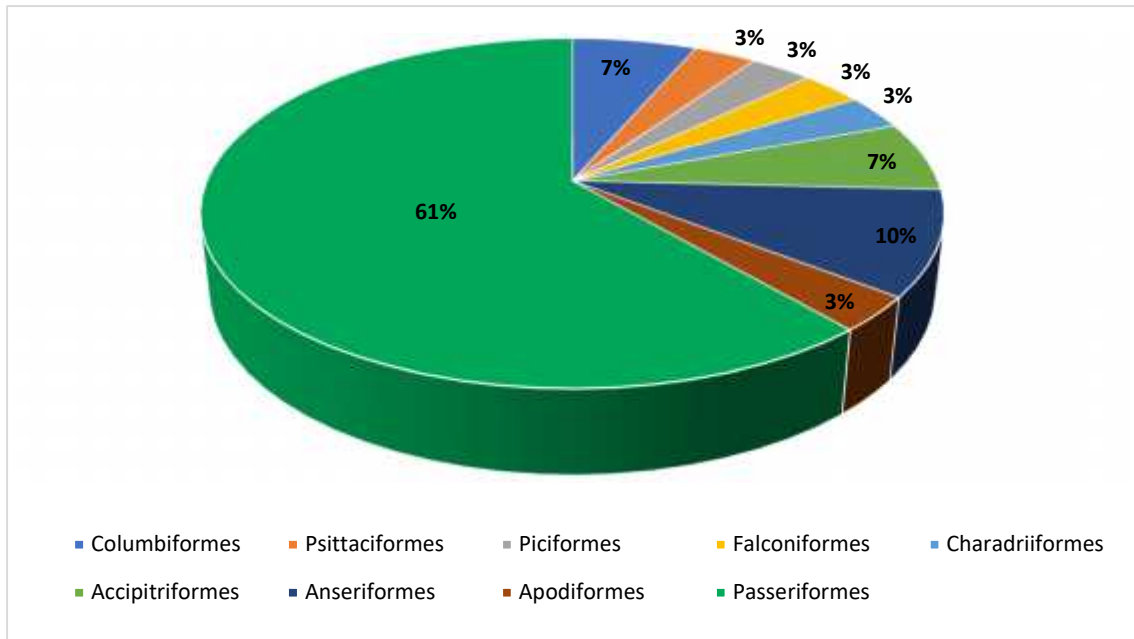
5.2.1.2.3. PAJONAL ANDINO

5.2.1.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Par la cobertura vegetal Pajonal andino se registraron 32 especies distribuidas en 14 familias y nueve (09) órdenes, siendo el orden más dominante Passeriformes con 19 especies (61 % de riqueza), seguido del orden Anseriformes con tres (03) especies (10 %), en tanto el orden Accipitriformes y Columbiformes registraron dos (02) especies (7 % respectivamente) y finalmente los demás registraron una (1) especie cada uno (3 % respectivamente).

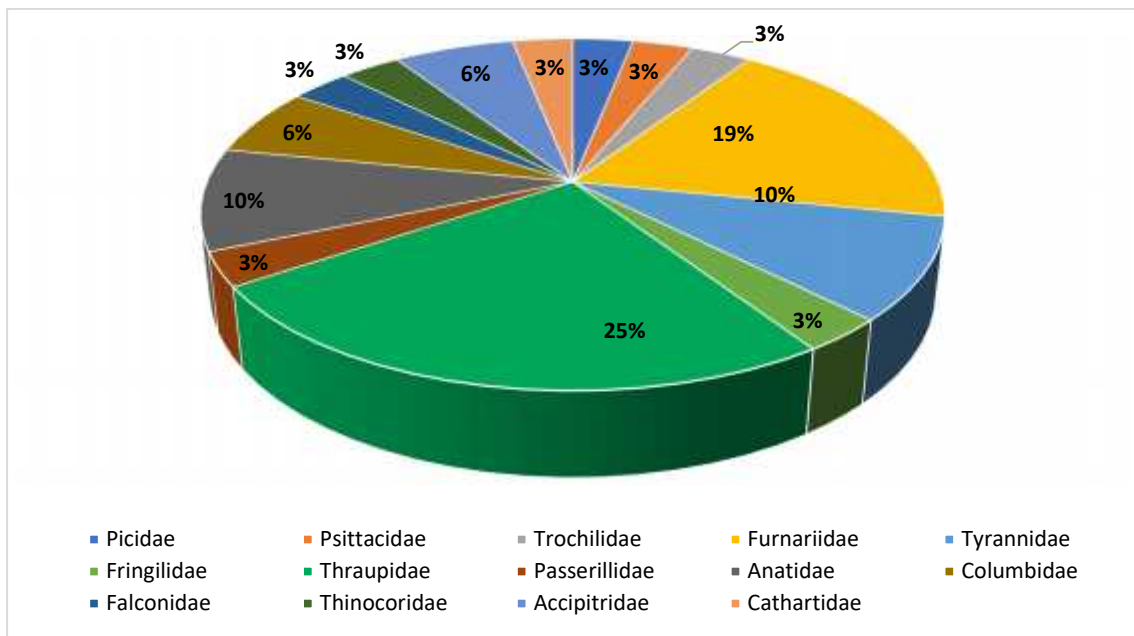
En cuanto a la riqueza por familias taxonómicas, Thraupidae presentó la mayor riqueza con ocho (08) especies (25 %), seguido de Furnariidae con seis (06) especies (19 %), le sigue la familia Tyrannidae y Anatidae con tres (03) especies (10 %), continúa las familias Columbidae y Accipitridae presentaron dos (2) especies cada dos (6 % respectivamente) y ocho (08) familias con una única especie que representa el 3 % de riqueza cada una.

Figura 100 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 101 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Para el Pajonal andino se registra la presencia de 18 especies, observadas sólo para este tipo de cobertura. De las cuales destacan las especies: *Thinocorus orbignyianus* “Agachona de pecho gris” de la familia Thinocoridae pertenecen al orden Charadriiformes, cuyos miembros se caracterizan

por ocupar las zonas húmedas con presencia de limos, distribuidas desde el altiplano andino hasta las costas subantárticas (Burger *et al.*, 1984), registrando para América 138 especies entre residentes y migratorias (Remsen *et al.*, 2020). Uno de los aspectos más espectaculares de la biología de estas aves son las largas migraciones, en las que pueden recorrer miles de kilómetros, siendo las aves más cosmopolitas, las que presentan mayor índice de migración y las que muestran impresionantes desplazamientos poblacionales intercontinentales desde sus sitios reproductivos en el Ártico hasta los no reproductivos como Asia, África o América del Sur (Canevari *et al.*, 2001).

Otra familia registrada únicamente para esta cobertura vegetal fue Anatidae que agrupa a las especies conocidas como patos, y cauquén, usualmente migratorias que suelen vivir en las proximidades del agua, y cuya alimentación se basa principalmente en invertebrados acuáticos, e incluso semillas de plantas acuáticas. En el área de estudio encontramos al “Pato Barcino” *Anas flavirostris*, “Pato Crestón” *Lophonetta specularioides* y el “Cauquén Huallata” *Oressochen melanopterus*.

Ambos ordenes, Charadriiformes y Anseriformes, como se señala agrupan especies omnívoras que habitan cuerpos de agua como el bofedal presente en la estación de monitoreo T-15, estas condiciones permiten el registro de estas especies para este tipo de cobertura vegetal. También se observaron otras especies asociadas a fuentes de agua como el “Fringilo glaciar” *Idiopsar speculifer* (Passeriformes: Thraupidae).

En cuanto a la riqueza por estación de monitoreo, T-20 registró mayor riqueza con 16 especies respectivamente, seguido de los puntos T-15 y O15PC8 registraron 10 especies, en tanto los puntos T-14 y T-16 (zona de abastecimiento de agua) presentaron nueve (09) especies cada uno, y O15PC1 y T16 registraron siete (07) especies. El orden Passeriformes fue registrado en todas las estaciones de monitoreo, con un mayor número de especies en T-20 con nueve (09) especies.

Cuadro 34. Listado de especies de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	T14	O15PC1	O15	O15PC8	T6-AB	T15	T16	T20
1	Anseriformes	Anatidae	<i>Oressochen melanopterus</i>	Cauquen huallata						X		X
2	Anseriformes	Anatidae	<i>Lophonetta specularioides</i>	Pato Crestón						X		X
3	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Pato Barcino						X		
4	Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia aymara</i>	Tortolita de Puntos Dorados					X	X	X	X
5	Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tortolita de Ala Negra	X							
6	Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	Estrella andina			X	X				
7	Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Agachona de pecho gris					X	X	X	
8	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra		X						
9	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho variable			X		X			X
10	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguilucho de Pecho Negro				X				
11	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>	Carpintero andino						X		X
12	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón Aplomado								X
13	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psilopsiagon aurifrons</i>	Perico Cordillerano								X
14	Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero común					X		X	
15	Passeriformes	Furnariidae	<i>Upucerthia validirostris</i>	Bandurrita de pecho anteado	X	X		X			X	X
16	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete de Ala Crema	X					X	X	X
17	Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura striata</i>	Tijeral Listado			X	X				
18	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero de pecho cremoso				X				
19	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero cordillerano	X	X		X	X	X		X
20	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola juninensis</i>	Dormila de la puna					X	X		
21	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona Chica								X
22	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona de nuca rojiza		X						
23	Passeriformes	Fringilidae	<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero encapuchado	X	X	X					X
24	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis lutea</i>	Chirigue de la puna								X
25	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis uropygiales</i>	Chirigue de lomo brillante		X	X	X				

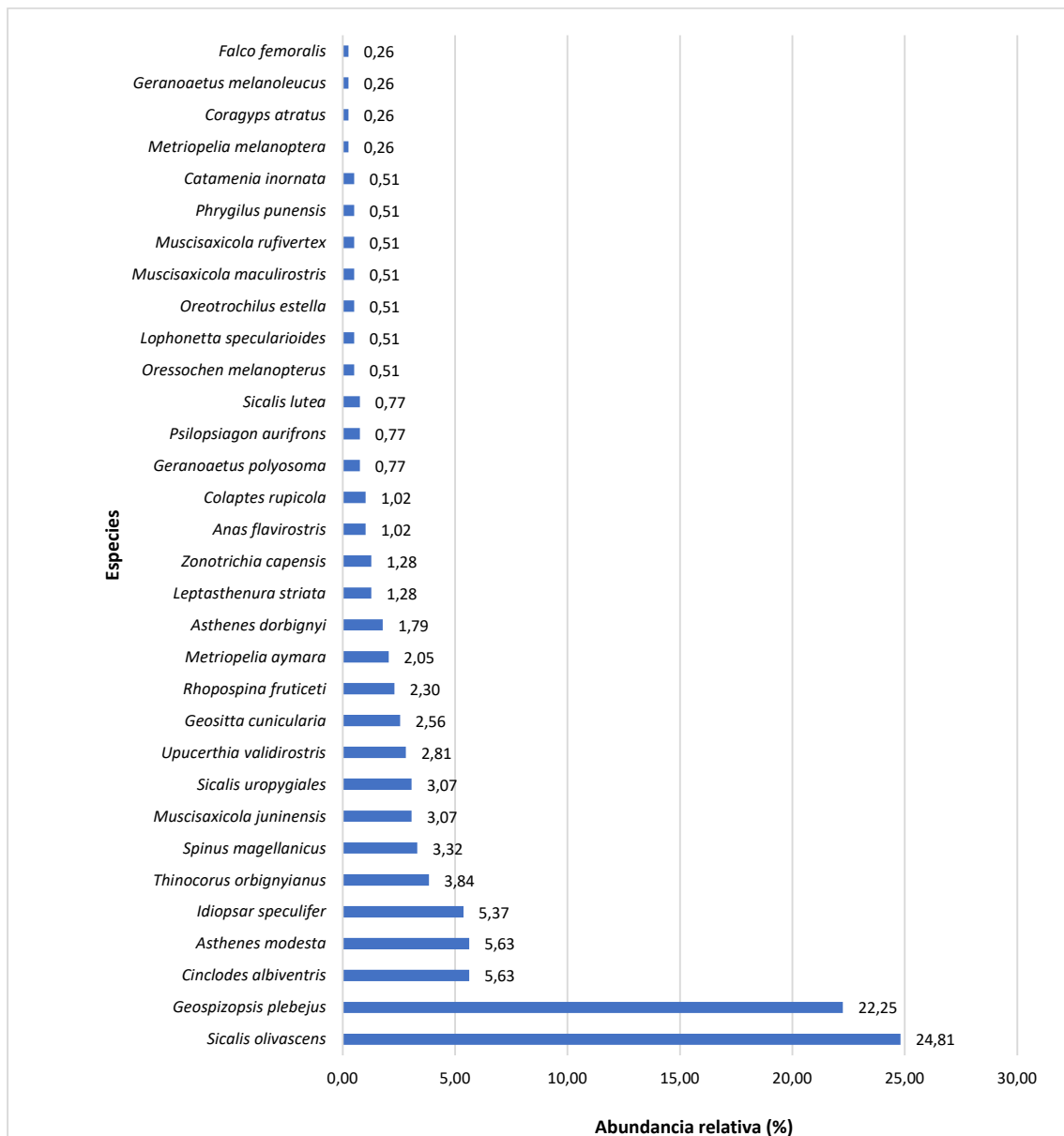
N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	T14	O15PC1	O15	O15PC8	T6-AB	T15	T16	T20
26	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirigue verdoso					X		X	X
27	Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus punensis</i>	Fringilo peruano				X				
28	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Fringilo de pecho cenizo	X	X	X	X	X		X	X
29	Passeriformes	Thraupidae	<i>Rhopospina fruticeti</i>	Fringilo de pecho negro	1			X				
30	Passeriformes	Thraupidae	<i>Idiopsar specularifer</i>	Fringilo glaciar						X		
31	Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamenia inornata</i>	Semillero simple	X							
32	Passeriformes	PASSERELLIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión de Collar Rufo	X				X			X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.3.2. ABUNDANCIA

La cobertura vegetal de Pajonal andino estuvo conformada por siete (7) estaciones de monitoreo, donde se registraron en total 391 individuos distribuidos en 32 especies, siendo la más abundante el *Sicalis olivascens* “Chirigüe verdoso” con 97 individuos (24.81 % abundancia relativa), seguido del “Fringilo de pecho cenizo” *Geospizopsis plebejus* con 87 individuos (22.25 %), le sigue la especie *Cibclodes albiventris* “Churrete de ala crema” y *Asthenes modesta* “Canastero cordillerano” con 22 individuos (5.63 %) cada uno, finalmente las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre 21 individuos (5.37 %) a un (1) individuo (0.26 %).

Figura 102 Abundancia relativa de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.3.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la cobertura de Pajonal andino presenta valores de diversidad bajos y bajos (>2.08 bits/ind., con excepción de O15PC8). El índice de Shannon-Wiener obtuvo los valores más altos para las estaciones O15PC8, T-15, T-14 (2.08, 1.93 y 1.88 bits/ind respectivamente). El índice de Simpson fluctuó entre 0.86 bits/individuo para O15PC8 y 0.63 bits/individuo en T-20. Este resultado para la estación T-15 se debe a la presencia de especies asociadas al bofedal, lo que permitió incrementar la lista de especies para esta cobertura vegetal.

El índice de Pielou nos da una idea de cuánto se aparta una comunidad de especies registradas en una unidad de muestreo según su número de especies, en donde las mismas presentan igual abundancia. En este sentido, la mayoría de los puntos se acercan a la unidad, pues se encontraron valores entre 0.90 (O15PC1 y O15PC8), lo cual, nos indica que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuida de forma uniforme para cada una de las especies registradas en cada punto de monitoreo evaluado, principalmente para aquellas estaciones con valores más altos.

Cuadro 35. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpspn (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15	6	11	1.67	0.79	0.93
O15PC1	7	23	1.75	0.80	0.90
T15	10	76	1.93	0.83	0.84
T16	7	33	1.58	0.74	0.81
T20	16	122	1.53	0.63	0.55
T6-AB	9	67	1.72	0.76	0.78
T14	9	21	1.88	0.80	0.86
O15PC8	10	38	2.08	0.85	0.90

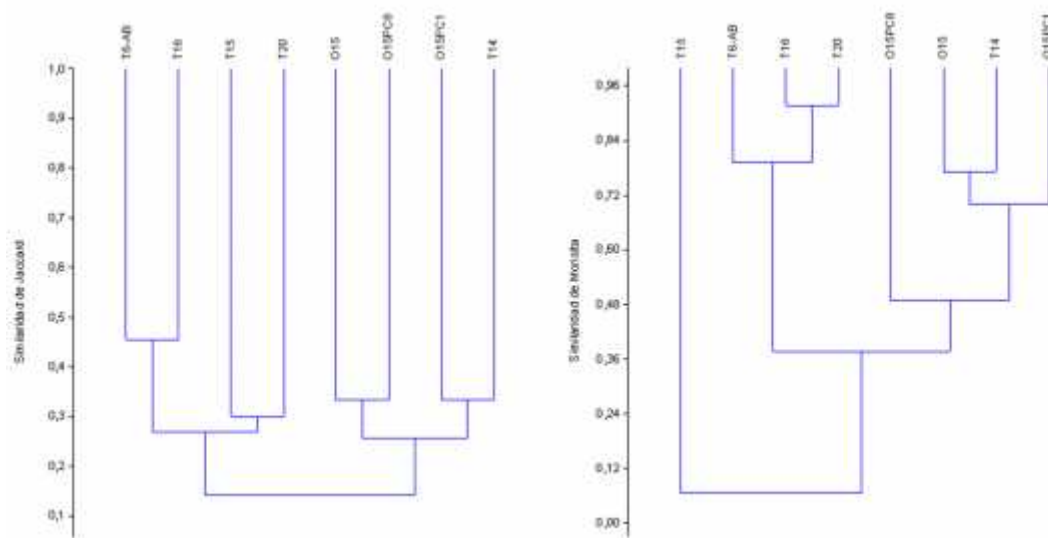
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.3.4. SIMILARIDAD DE JACCARD Y MORISITA

Según el índice de Jaccard, se forma un agrupamiento entre las estaciones de monitoreo T16 y T6-AB con una similitud del 45 % debido a que comparten cinco (05) especies, seguido del agrupamiento de las estaciones de monitoreo T-15 y T-20 con una similitud del 30 %, mientras que las demás estaciones de monitoreo obtuvieron similitudes menores al 30 %.

Según el análisis de Morisita, se forman dos agrupamientos bien definidos, el primero conformado por las estaciones de monitoreo T16 y T20 con una similitud del 90 % y el segundo agrupamiento compuesto por los puntos T16-T20 y T6-AB con una similitud del 80 %.

Figura 103 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.



Leyenda: T6-AB = T6 zona de abastecimiento de agua.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.3. ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO

5.2.1.3.1. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones se encontró tres (03) coberturas vegetales y cinco (05) formaciones vegetales. Dentro de la cobertura vegetal Bosque relicto altoandino encontramos a la formación de vegetación de Matorral arbustivo donde se registró un total de cinco (05) especies y 17 individuos. Los valores de diversidad indican que esta cobertura presenta una diversidad media a baja ($H' = 1.54$ bits/ind).

En el caso de la cobertura vegetal Matorral arbustivo se ubican tres (03) formaciones: Cardonal, Matorral arbustivo y Monte Ribereño, siendo la segunda la que tiene mayor riqueza y abundancia de especies con 12 especies registradas. Para cada una de las cinco (05) estaciones de monitoreo que la conforman el Matorral arbustivo se identificaron 12 especies (O6:3 spp; O9:5 spp; O10:6 spp O32: 7 spp, y O33: 3 especies) y 127 individuos (O6:9; O9:15; O10:7, O32: 24, y O33: 5 individuos). Para cada una de las dos (2) estaciones de monitoreo que la conforman el monte ribereño se identificaron seis (06) especies (O8:4 spp; T6:5 especies) y 38 individuos (O8:18; T6:20 individuos). De manera general, esta cobertura presentó una diversidad casi alta cuyo valor del índice de Shannon-Wiener fue 2.36 bits/individuo.

Finalmente, la cobertura de Pajonal andino estuvo conformada por tres (03) formaciones: Bosque de Polylepis, Pajonal-Matorral arbustivo y Matorral arbustivo, con cuatro (04) estaciones de monitoreo, siendo O15PC8 la estación que obtuvo valores más altos para los parámetros estimados. Esta cobertura registró la mayor diversidad para la zona de operación, esta fue una diversidad media para el índice de diversidad de $H' = 2.61$ bits/individuo. Finalmente, es importante señalar que en general la **zona de operaciones** presentó una diversidad media, por tener un valor mayor al $H' = 2.54$ bits/ind, sin embargo, ligeramente mayor a la zona de abastecimiento.

Cuadro 36. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada húmeda 2022

Cobertura vegetal	Formación vegetal	Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	Matorral arbustivo	O31	5	17	1.54	0.86	0.86
Bosque relicto altoandino			5	17	1.54	0.86	0.86
Matorral arbustivo	Cardonal	M52	1	1	0.00	0.00	0.00
Matorral arbustivo	Cardonal	O34	4	5	1.33	0.72	0.96
Matorral arbustivo	Cardonal	OCONTROL	5	23	1.50	0.75	0.93

Cobertura vegetal	Formación vegetal	Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O10	6	7	1.75	0.82	0.98
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O6	3	9	1.06	0.64	0.97
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O9	5	15	1.49	0.76	0.93
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O32	7	24	1.91	0.85	0.98
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O33	3	5	1.06	0.64	0.96
Matorral arbustivo	Monte Ribereño	O8	4	18	1.15	0.62	0.83
Matorral arbustivo	Monte Ribereño	T6	5	20	0.90	0.42	0.56
Matorral arbustivo			32	364	2.89	0.92	0.83
Pajonal andino	Bosque de Polylepis	O15	6	11	1.67	0.79	0.93
Pajonal andino	Pajonal - Matorral arbustivo	O15PC1	7	23	1.75	0.80	0.90
Pajonal andino	Pajonal - Matorral arbustivo	T14	9	21	1.88	0.80	0.86
	Matorral arbustivo	O15PC8	10	38	2.08	0.85	0.90
Pajonal andino			12	77	1.88	0.78	0.76
Zona de Operación			25	237	2.54	0.88	0.79

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.3.2. ZONA DE ABASTECIMIENTO

En la zona de abastecimiento solo estuvo presente la cobertura vegetal Pajonal andino, donde se evaluaron cuatro (4) estaciones de monitoreo, todos presentan la formación vegetal Pajonal andino. Las estaciones de esta cobertura presentaron una diversidad media a altos cuyos índices de Shannon-Wiener fueron superiores a 320 bits/ind (con excepción de T-16), por lo que la diversidad de la zona fue **media** y alcanzo un valor de $H' = 2.66$ bits/ind.

Es decir, la zona de abastecimiento presentó valores más altos para los índices de diversidad estimados, con excepción de T-16 que presenta valores bajos de diversidad.

Cuadro 37. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada húmeda 2022

Cobertura vegetal	Formación vegetal	Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Pajonal andino	Pajonal andino	T-15	18	94	2.66	0.92	0.92
Pajonal andino	Pajonal andino	T-16	5	23	1.36	0.70	0.85
Pajonal andino	Pajonal andino	T-20	17	86	2.24	0.84	0.79
Pajonal andino	Pajonal andino	T-6	11	73	2.03	0.82	0.85
Total Zona de Abastecimiento			21	298	2.25	0.83	0.74

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4. ANÁLISIS POR FORMACIÓN VEGETAL

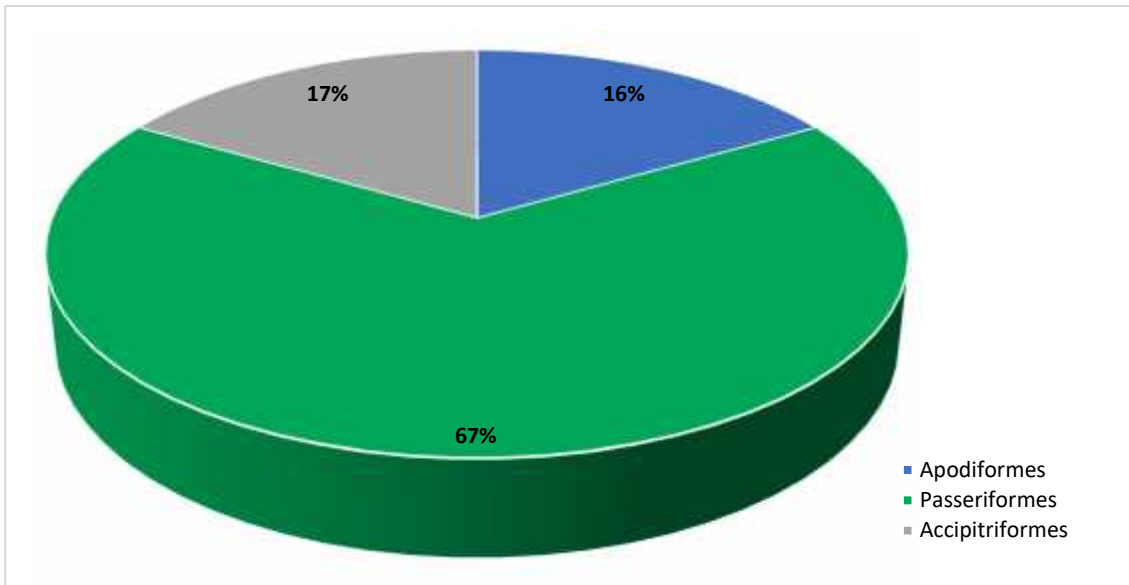
5.2.1.4.1. ZONA DE OPERACIONES

5.2.1.4.1.1. BOSQUE DE POLYLEPIS

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Para la formación vegetal Bosque de Polylepis se evaluó una (1) estación de monitoreo durante la Temporada húmeda 2022 (O15), en esta formación se registraron seis (06) especies distribuidas en tres (03) órdenes y cinco (05) familias. El orden dominante fue los Passeriformes con cuatro (04) especies que representa el 67 % de la riqueza de esta formación, en tanto los órdenes Accipitriformes y Apodiformes registraron una (1) especie cada uno (16 % respectivamente). La dominancia del orden Passeriformes se debe a la gran variedad de adaptaciones que presenta este grupo, lo cual, les permite aprovechar los recursos alimentarios, los estratos y los refugios sin generar competencia entre ellas.

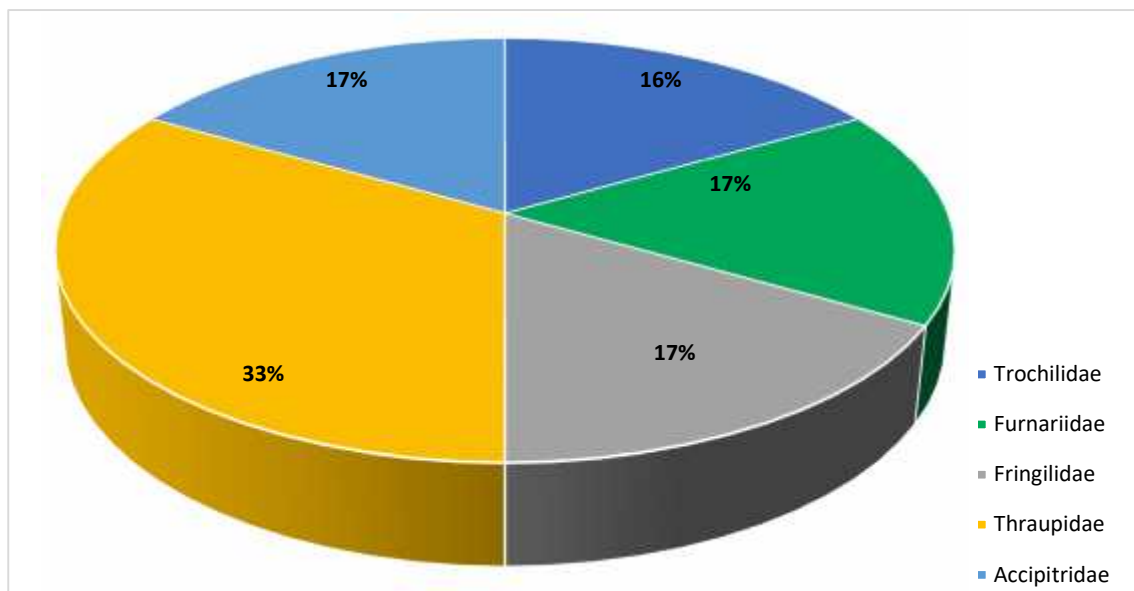
Figura 104 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Para el caso de las familias registradas, Thraupidae fue la de mayor número de especies, con dos (02) especies (33 %), seguido de las familias Accipitridae, Furnariidae, Trochilidae y Fringillidae registraron una (1) sola especie cada una (17 % respectivamente).

Figura 105 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022

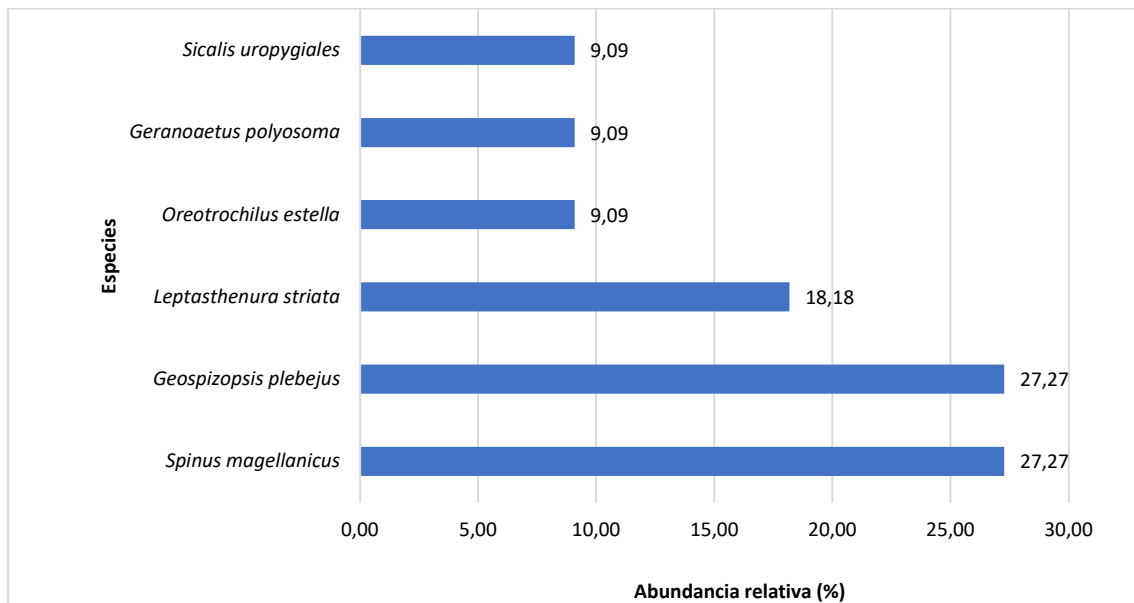


Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta únicamente por la estación O15, registró en total 11 individuos. La especie más abundante fue el “Fringilo de pecho cenizo” *Geospizopsis plebejus* y Jilguero encapuchado “*Spinus magellanicus*” con tres (3) individuos cada uno (27.27 % respectivamente), finalmente las demás especies registradas presentaron dos (2) y un (1) individuo cada una (18.18 y 9.09 %).

Figura 106 Abundancia relativa de aves en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

Para analizar la diversidad de las especies de aves registradas en el Bosque de Polylepis durante esta temporada, se calculó el Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), así como el índice de diversidad de Simpson ($1-D$) y el índice de equidad de Pielou (J'), para cada estación de monitoreo. Los valores de diversidad obtenidos indican que dicha formación presenta una diversidad baja y una distribución casi homogénea del número de individuos en las especies registradas, con $H'=1.67$ bits/ind, $1-D=0.79$ probits/ind y $J'=0.93$.

Cuadro 38. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15	6	11	1.67	0.79	0.93

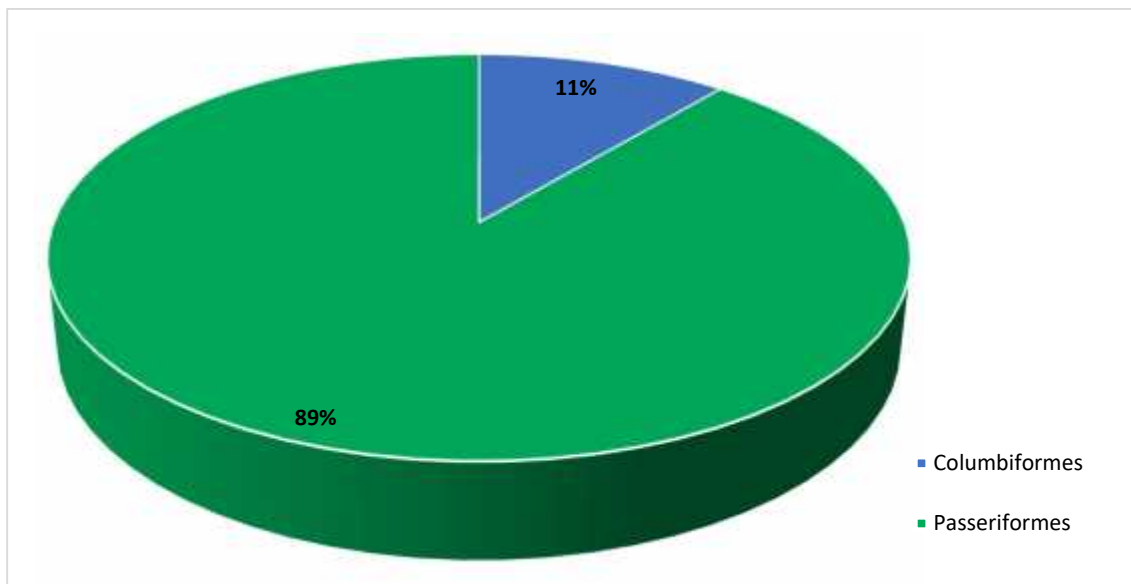
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.1.2. CARDONAL-PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Para formación vegetal Cardonal - Piso de Cactáceas columnares se evaluaron un total de tres (3) estaciones de monitoreo durante la Temporada húmeda. En esta formación vegetal se registró un total de nueve (09) especies, seis (06) familias y dos (02) órdenes. El orden dominante fue los Passeriformes con ocho (08) especies (89 % del total registrado), seguido del orden Columbiformes que registró una (01) especie.

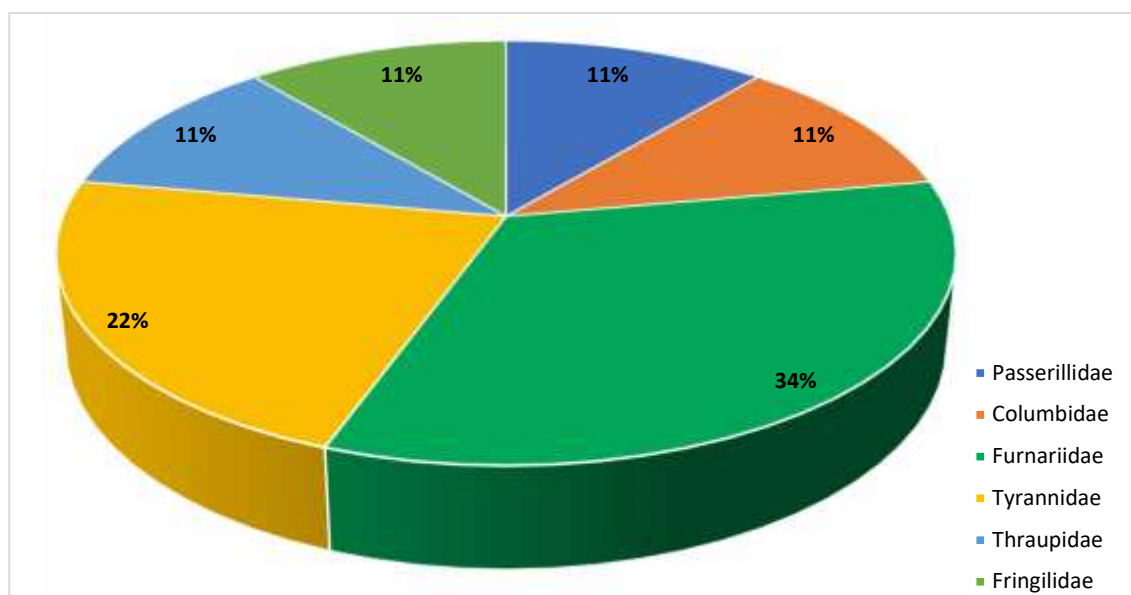
Figura 107 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a las seis (06) familias registradas, Furnariidae fue la de mayor número de especies, con tres (03) especies (34 %), seguido de Tyrannidae con dos (02) especies (22 %), y las demás familias registraron dos (02) y una (01) sola especie cada una (11 % respectivamente).

Figura 108 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022

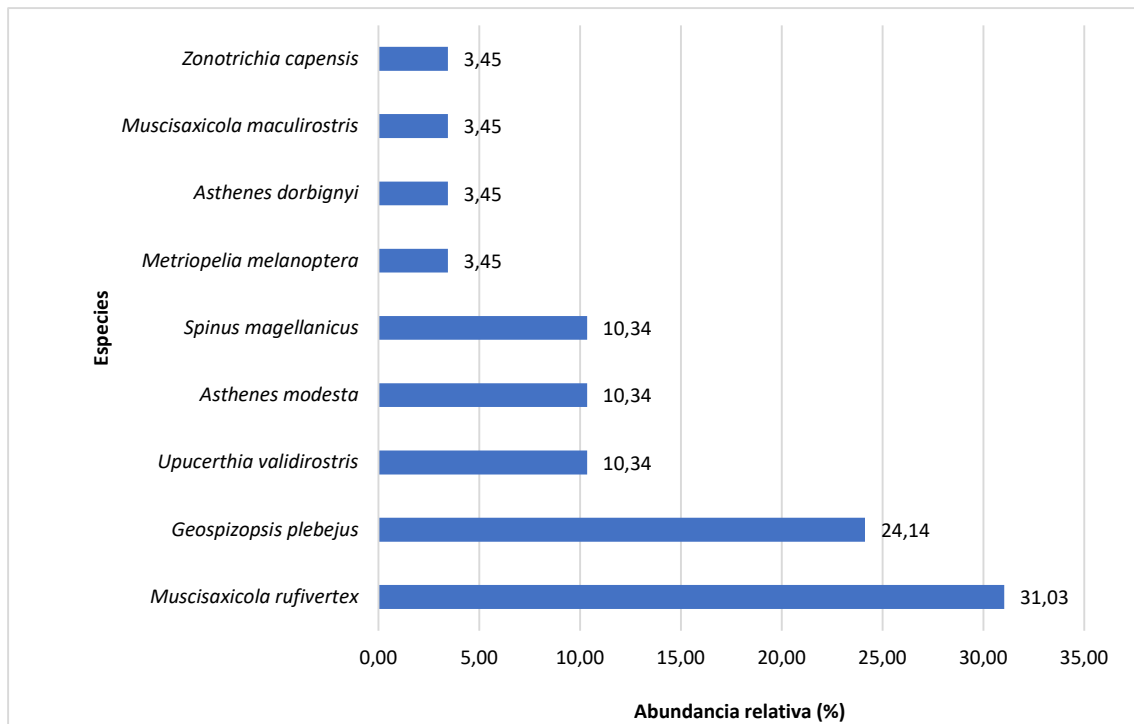


Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por los puntos M52, O34 y OCONTROL, registró en total 29 individuos. La especie más abundante fue *Muscisaxicola rufivertex* "Dormilona de nuca rojiza" con nueve (09) individuos (31.03 % de abundancia relativa), seguido del "Fringilo de pecho cenizo" *Geospizopsis plebejus* con siete (07) individuos (24.14 % de abundancia relativa), y en menor abundancia relativa se tiene las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre tres (03) individuos (10.34 %) a un (01) individuo (3.45 %).

Figura 109 Abundancia relativa de aves en la formación de Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

La formación de Cardonal – Piso de cactáceas columnares presentó una diversidad ligeramente baja (>2 bits/ind.), resultado que se mantuvo en todas las estaciones de monitoreo. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores entre 0.00 y 0.75 probits/ind. y 0.00 a 0.96, que nos indican la predominancia de algunas especies y distribución casi homogénea de los individuos entre presentes en las estaciones de monitoreo.

Cuadro 39. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación Cardonal- Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
M52	1	1	0.00	0.00	0.00
O34	4	5	1.33	0.72	0.96
OCONTROL	5	23	1.50	0.75	0.93

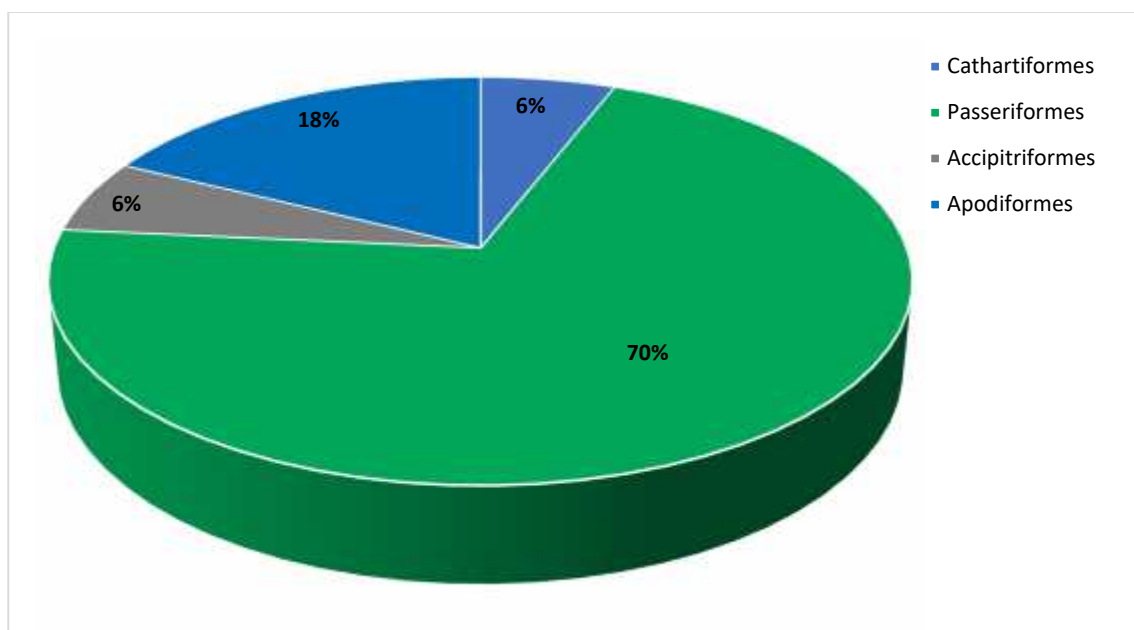
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.1.3. MATORRAL ARBUSTIVO

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Un total de siete (07) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada húmeda. Se registró un total de 17 especies, cuatro (04) órdenes y nueve (09) familias. El orden dominante fueron los Passeriformes con 12 especies (70 % de riqueza), le sigue en menor proporción el orden Apodiformes con tres (03) especies (18 %), mientras que los órdenes Accipitriformes y Cathartiformes, registraron una (1) especie cada uno que representa al 6 % respectivamente.

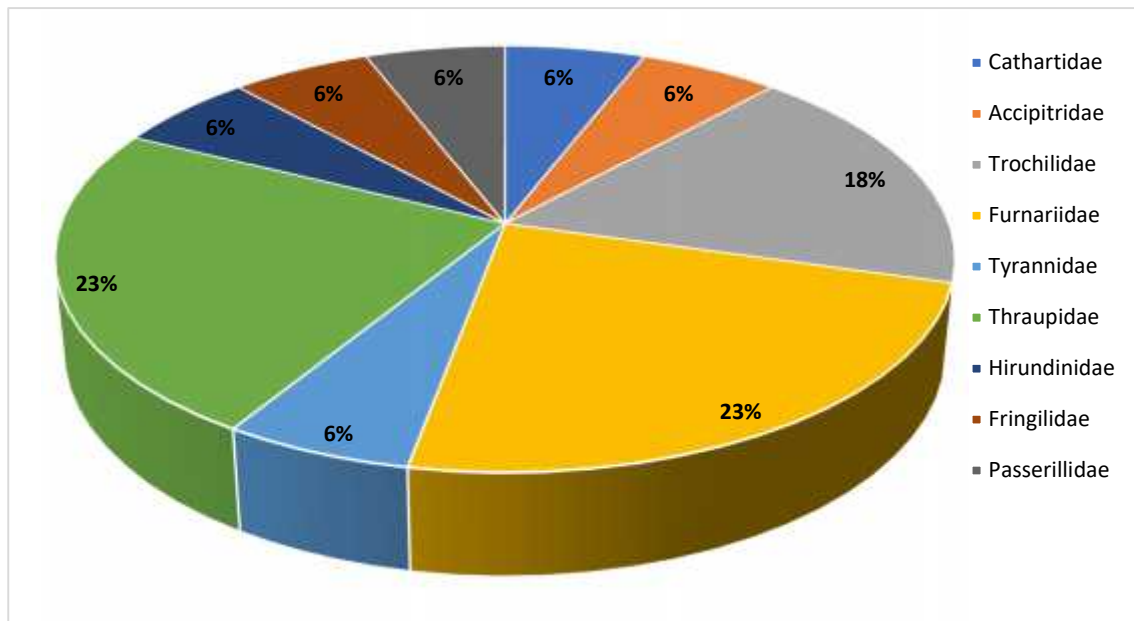
Figura 110 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias registradas, Thraupidae y Furnariidae con cuatro (04) especies (23 %), le sigue la familia Trochillidae con tres (03) especies (18 %), mientras que las otras seis (6) familias registradas presentaron una (1) sola especie cada una (6 % respectivamente).

Figura 111 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



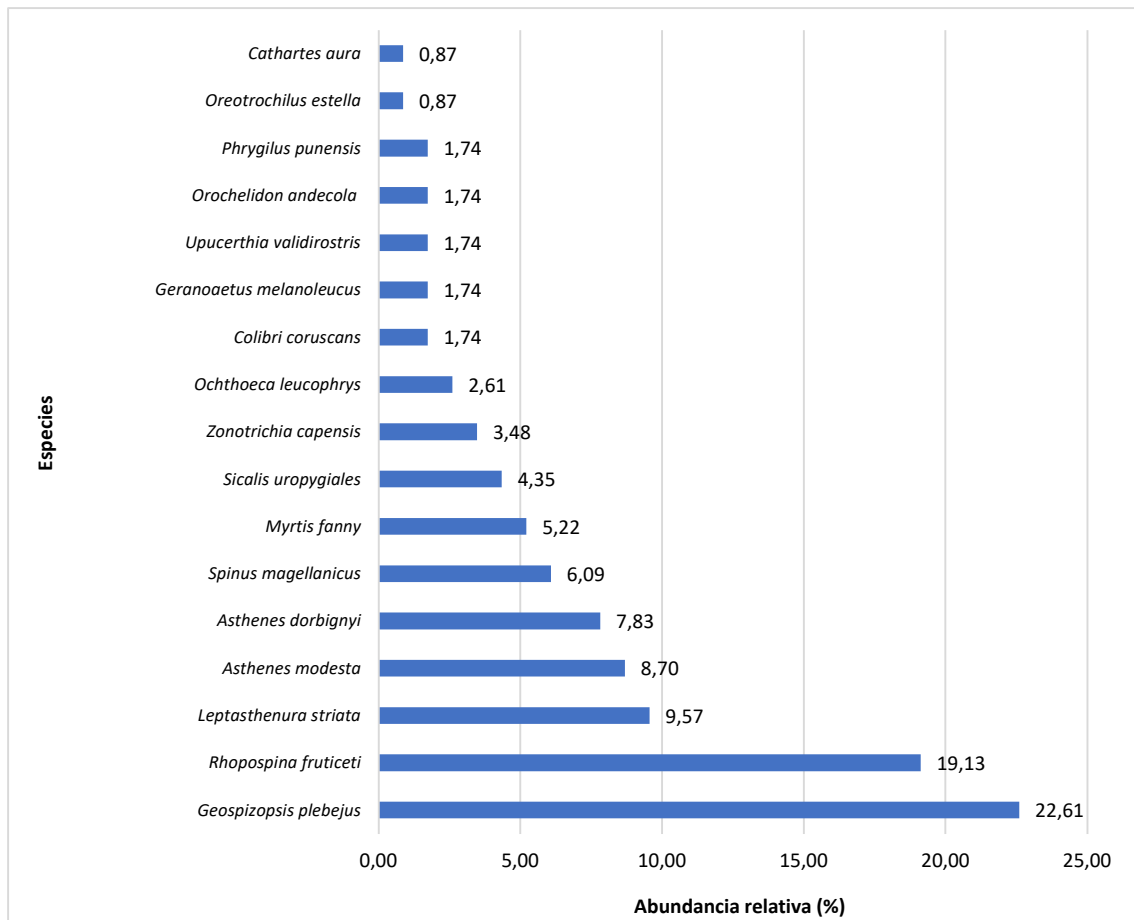
Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por un mayor número de estaciones de monitoreo (7 puntos en total), registró en total 115 individuos.

La especie más abundante fue “Fringilo de Pecho cenizo” *Geospizopsis plebejus* y “Fringilo de pecho negro” *Rhopospina fruticeti* con 26 y 22 individuos respectivamente (22.61 y 19.13 % abundancia relativa), seguido de *Leptasthenura striata* “Tijeral listado”, *Asthenes dorbignyi* “Canastero de pecho cremoso” y *Asthenes modesta*, “Fringilo de Pecho Cenizo” con 11, 10 y nueve (09) individuos respectivamente; finalmente las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre siete (07) individuos (6.09 %) a un (1) individuo (0.87 %).

Figura 112 Abundancia relativa de aves en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la formación de Matorral arbustivo presentó valores de diversidad medios. El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 2.08 bits/individuo en O16PC8 y 1.06 en O33 y O6 bits/individuo, este primer punto de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta formación. El índice de Simpson fluctuó entre 0.64 probits/individuo para O6 y O33 y 0.87 probits/individuo en O15PC8.

El índice de Pielou nos da una idea de cuánto se aparta una comunidad de especies registradas en una unidad de muestreo según su número de especies, en donde las mismas presentan igual abundancia. En ese sentido, la mayoría de los puntos se acercan a la unidad, pues se encontraron valores entre 0.93 (O9) y 0.98 (O10 y O32), lo que nos señala que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuidas de forma uniforme para cada una de las especies registradas, con una ligera excepción para la estación O9 que presenta el menor valor, por tanto, la dominancia de una o más especies.

Cuadro 40. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Puntos de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O31	5	17	1.54	0.86	0.86
O10	6	7	1.75	0.82	0.98
O6	3	9	1.06	0.64	0.97
O9	5	15	1.49	0.76	0.93
O32	7	24	1.91	0.85	0.98
O33	3	5	1.06	0.64	0.96
O15PC8	10	38	2.08	0.85	0.90

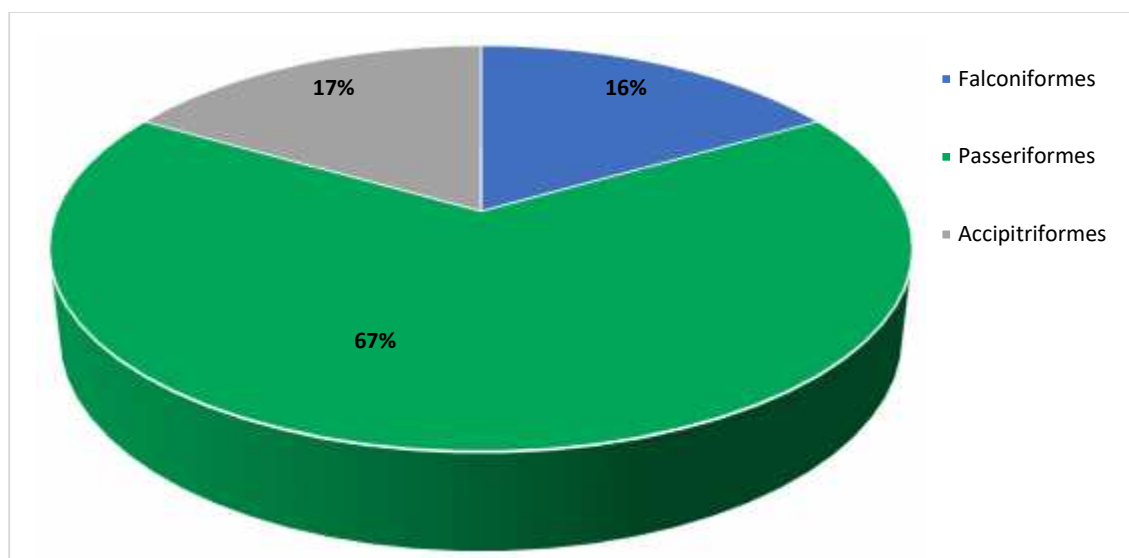
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.1.4. MONTE RIBEREÑO

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Para la evaluación del monte ribereño se evaluaron dos (02) estaciones de monitoreo durante la Temporada húmeda. En esta formación se registraron un total de seis (06) especies, tres (03) órdenes y seis (06) familias. El orden de mayor riqueza fue Passeriformes con cuatro (04) especies (67 % del total registrado), seguido del orden Accipitriformes y Falconiformes que registró solo una (1) especie (16 %).

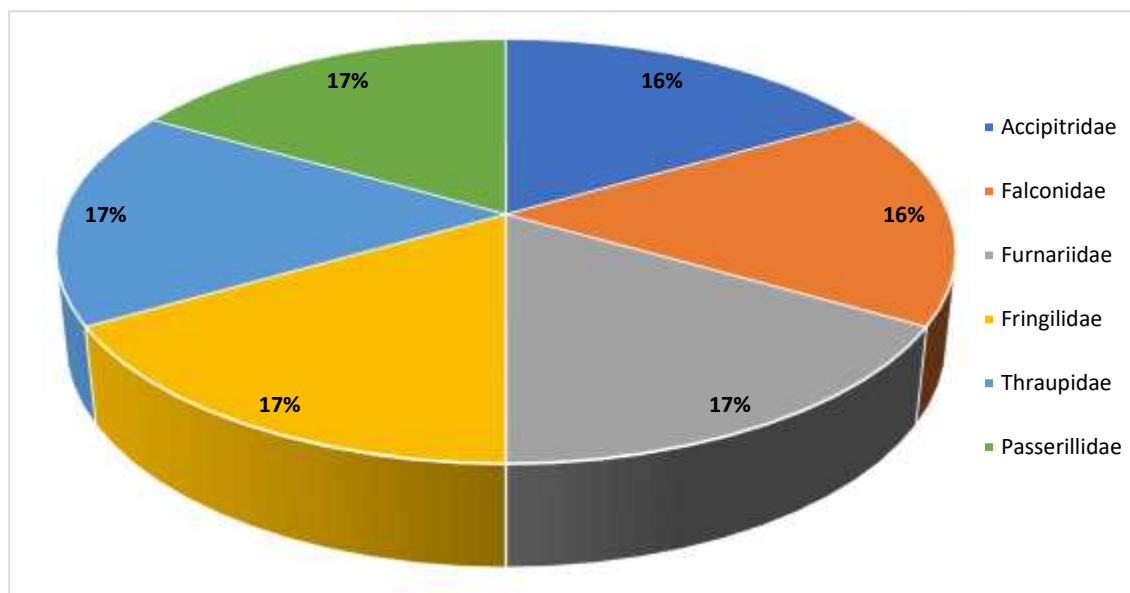
Figura 113 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la riqueza por familias, Furnariidae, Fringilidae, Thraupidae, Passerillidae, Falconidae, y Acciptridae registraron una (1) especie cada una (17 % respectivamente).

Figura 114 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022

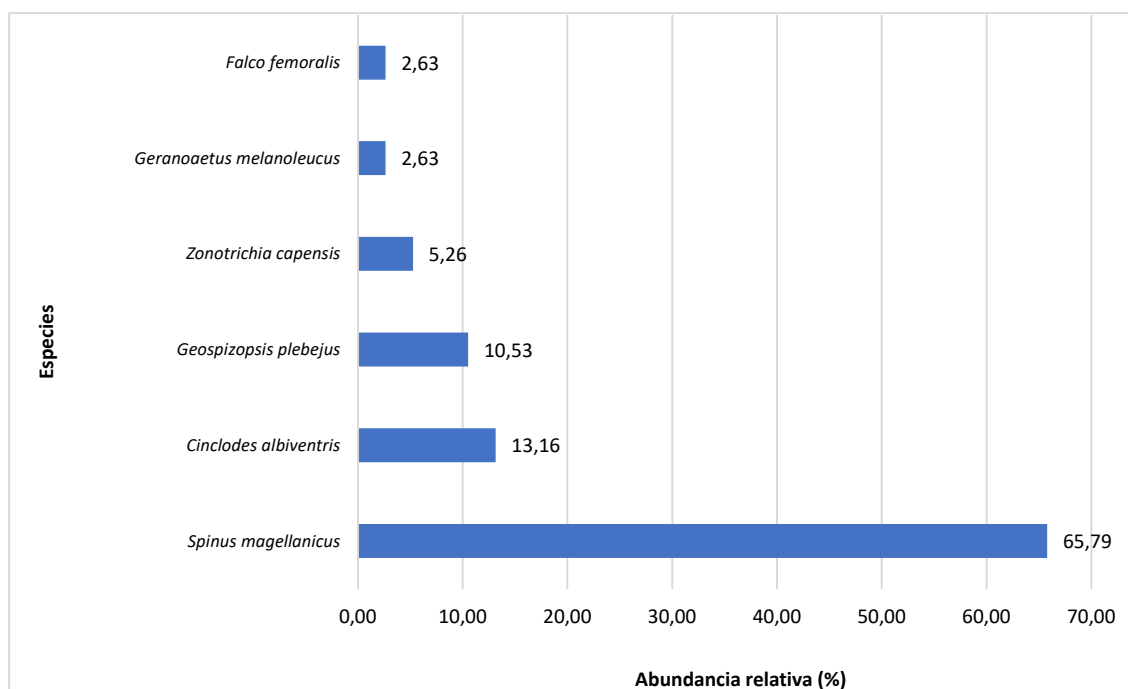


Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por las estaciones de monitoreo O8 y T6 (zona de operaciones), registró en total 38 individuos. La especie más abundante fue el “Jilguero encapuchado” *Spinus magellanicus* con 25 individuos (65.79 % abundancia relativa), seguido de la “Churrete de ala crema” *Cinclodes albiventris* con cinco (05) individuos (13.16 %), “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus* con cuatro individuos (10,53 %), finalmente las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre dos (2) individuos (5.26 %) a un (1) individuo (2.63 %).

Figura 115 Abundancia relativa de aves en la formación de Bosque ribereño en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

La formación de Monte ribereño presentó una diversidad media a baja (> 2.0 bits/ind.), resultado que se mantuvo en todas las estaciones de monitoreo. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores de 0.62 probits/ind. y 0.56 a 0.83 respectivamente, lo que indica la dominancia de algunas especies y distribución poco homogénea de los individuos entre estas.

Cuadro 41. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022

Puntos de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O8	4	18	1.15	0.62	0.83
T6	5	20	0.90	0.42	0.56

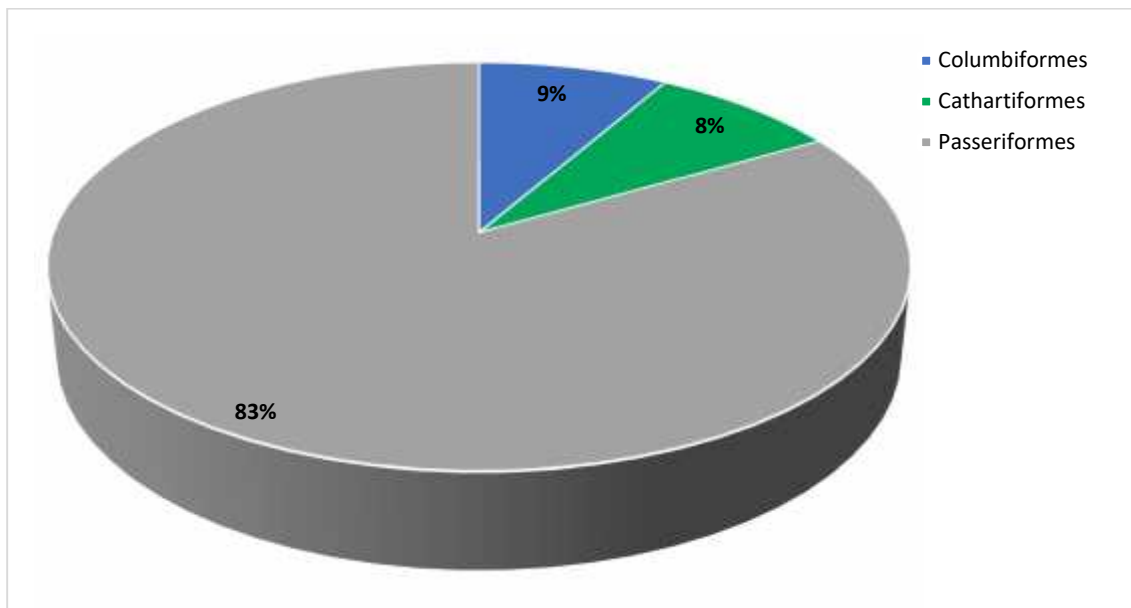
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.1.5. PAJONAL-MATORRAL ARBUSTIVO

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Dos (02) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada húmeda en esta formación, registrándose un total de 12 especies distribuidas en tres (03) órdenes y siete (07) familias. Siendo el orden Passeriformes el que presento mayor riqueza de especies con 10 spp. distribuidos en cinco (05) familias taxonómicas.

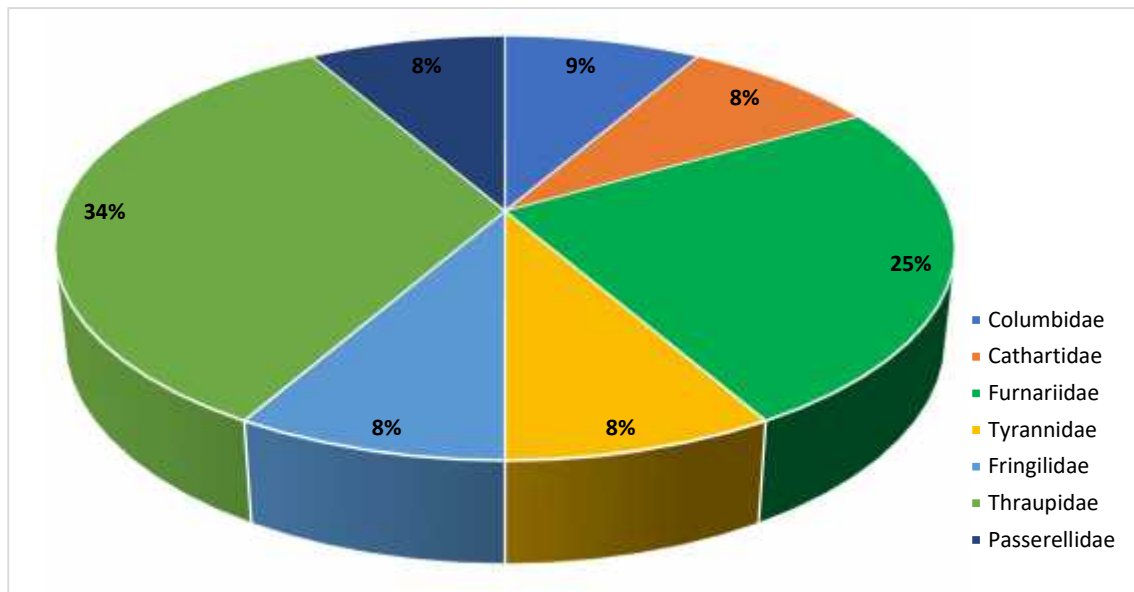
Figura 116 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la riqueza por familias, Thraupidae presentó el mayor número de especies con cuatro (4) especies (34 %), seguido de Furnariidae con tres (3) especies (25 %), le siguen las familias Tyrannidae, Fringilidae, Passerillidae, Cathartidae y Columbidae con una (1) especie respectivamente (9 %),

Figura 117 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

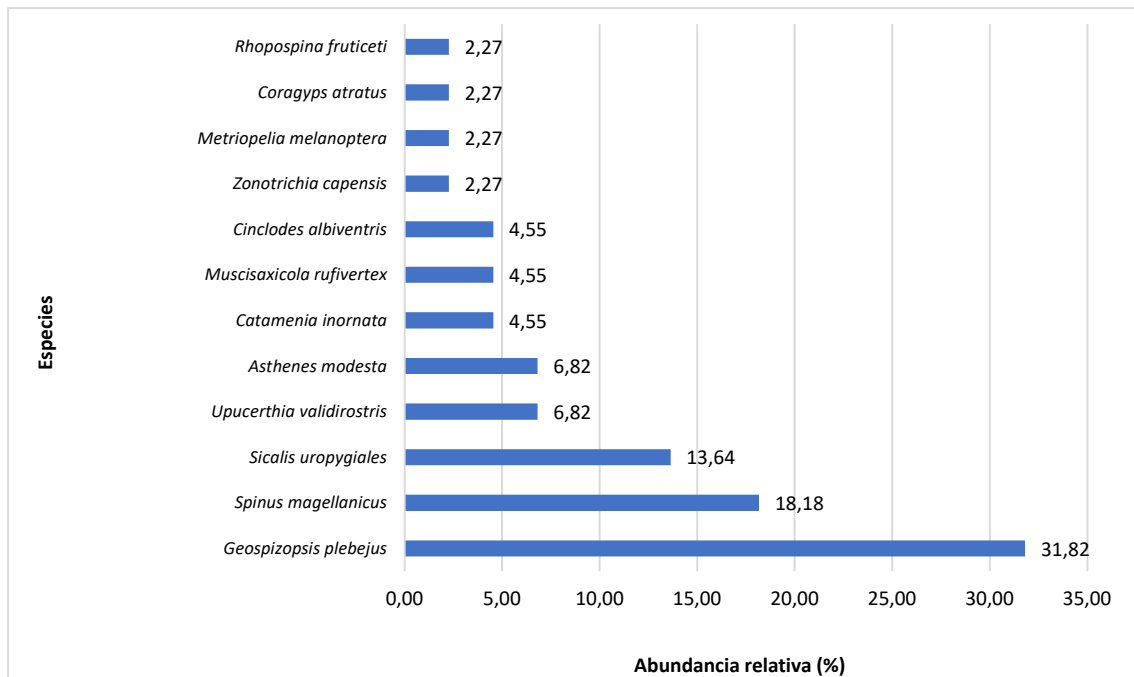


Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

Esta formación está compuesta por las estaciones de monitoreo O15PC1 y T14, registró en total 44 individuos. La especie más abundante fue el "Fringilo de Pecho Cenizo" *Geospizopsis plebejus* con 14 individuos (31.82 % abundancia relativa), seguido del "Jilguero emcapuchado" *Spinus magellanicus* con ocho (08) individuos (18.18 %), le sigue *Sicalis uropygialis* "Chirigue de lomo brillante" con seis (06) individuos cada una (13.64%), finalmente las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre tres (03) individuos (6.82 %) a un (1) individuo (2.27 %).

Figura 118 Abundancia relativa de aves en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

La formación de Pajonal-Matorral arbustivo presentó una diversidad baja a media, cuyos índices de Shannon-Wiener fueron 1.75 bits/ind en O15PC1 y 1.88 bits/ind en T14. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores de 0.80 y 0.86 y 0.90 respectivamente, lo que indica la distribución poco homogénea de los individuos entre las especies registradas.

Cuadro 42. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15PC1	7	23	1.75	0.80	0.90
T14	9	21	1.88	0.80	0.86

Elaboración: ASILORZA, 2022.

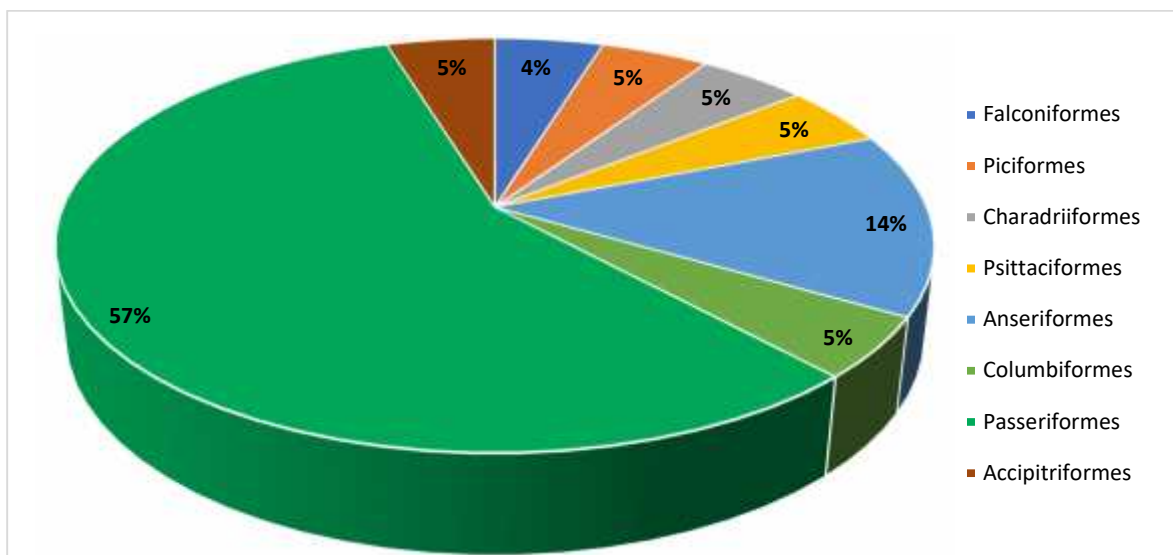
5.2.1.4.2. ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.2.1.4.2.1. PAJONAL ANDINO

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Un total de cuatro (04) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada húmeda. Se registró un total de 21 especies, ocho (08) órdenes y 12 familias. El orden dominante fueron los Passeriformes con 12 especies (57 % de riqueza), le sigue en menor proporción el orden Anseriformes con tres (03) especies (14 %), mientras que los demás ordenes registraron una (1) especie cada uno que representa al 5 % respectivamente.

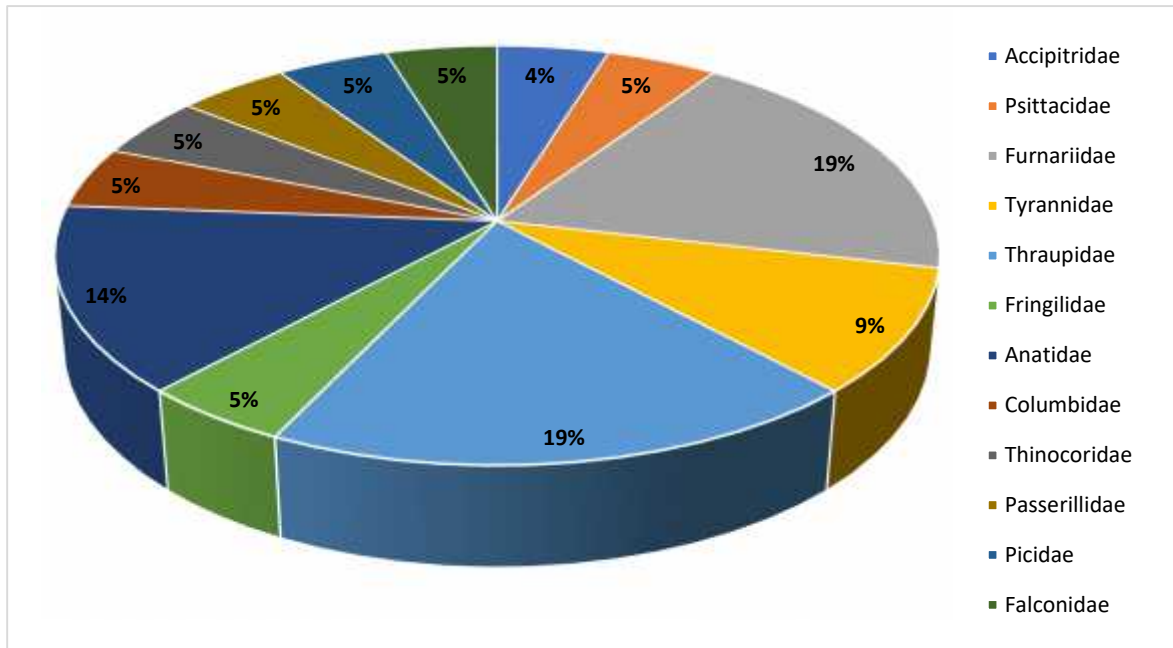
Figura 119 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias registradas, Thraupidae y Furnariidae fueron las de mayor riqueza, con cuatro (04) especies (19 %), seguido de la familia Anatidae con tres (03) especies (14 %), le siguen las familias Tyrannidae con dos (02) (9 %), mientras que las otras familias registradas presentaron una (1) sola especie (5 % respectivamente).

Figura 120 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022

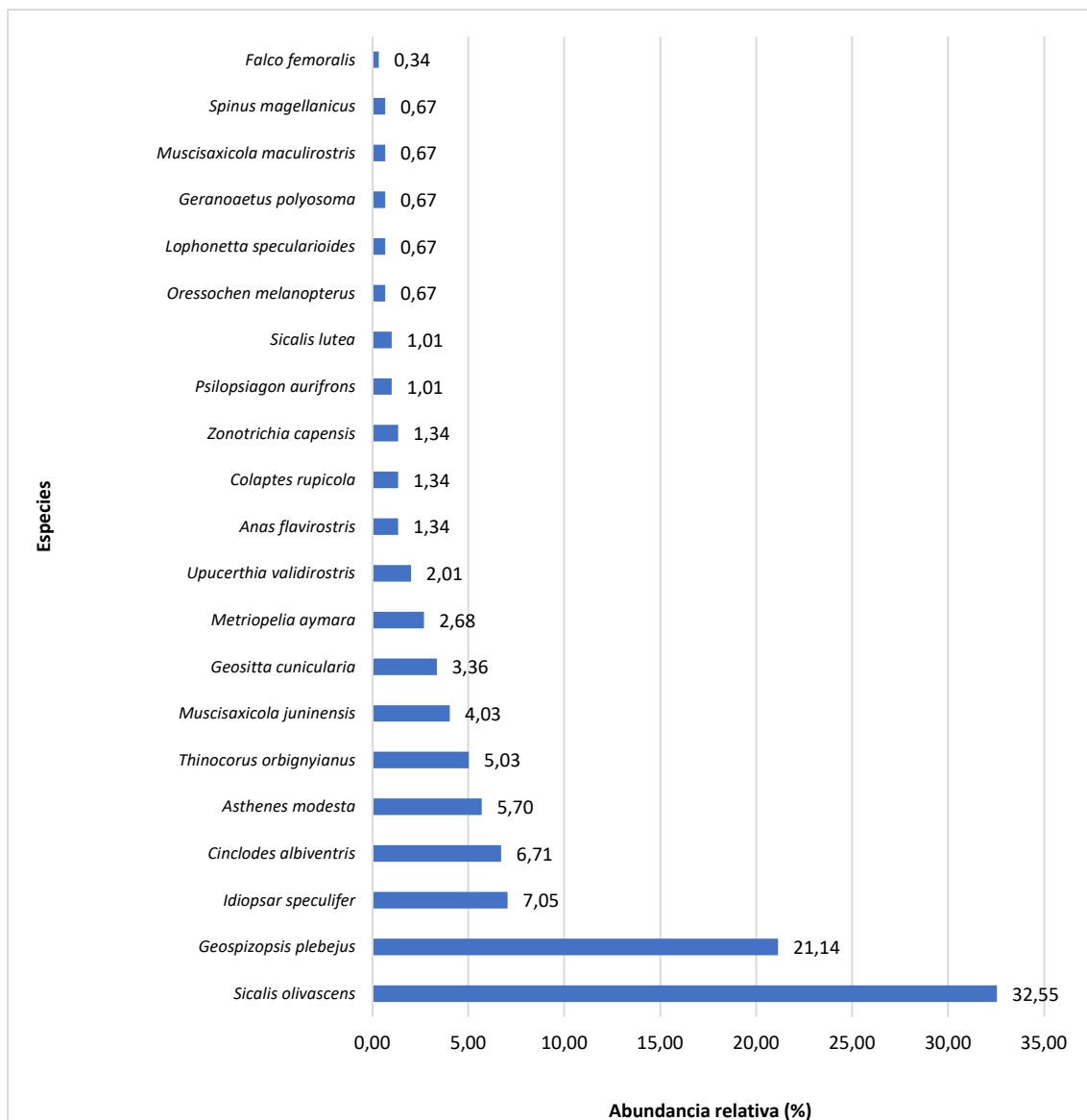


Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por un mayor número de estaciones de monitoreo (4 puntos en total), registró en total 298 individuos. La especie más abundante fue *Sicalis olivascens* "Chirigüe verdoso" con 97 individuos (31.55 %), le siguen las especies "Fringilo de Pecho Cenizo" *Geospizopsis plebejus* con 63 individuos (21.14 %) y *Idiopsar speculifer* y *Geositta punensis* "Minero de Puna" con 21 y 20 individuos respectivamente (7.05 y 6.71 %).

Figura 121 Abundancia relativa de aves en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la formación de Pajonal en total valores de diversidad altos (> 2 bits/ind). El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 2.66 bits/individuo en T-15. Este último punto de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta formación. El índice de Simpson fluctuó entre 0.70 probits/individuo para T-16 y 0.92 probits/individuo en T-15.

El índice de Pielou nos da una idea de cuánto se aparta una comunidad de especies registradas en una unidad de muestreo según su número de especies, en donde las mismas presentan igual abundancia. En ese sentido, la mayoría de los puntos se acercan a la unidad, pues se encontraron

valores entre 0.79 (T-20) y 0.92 (T-15), lo que nos señala que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuidas de forma uniforme para cada una de las especies registradas, con una ligera excepción para la estación T-20 que presenta el menor valor por tanto, la dominancia de una o más especies.

Cuadro 43. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
T-15	18	94	2.66	0.92	0.92
T-16	5	23	1.36	0.70	0.85
T-20	17	86	2.24	0.84	0.79
T-6	11	73	2.03	0.82	0.85

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.5. CENSO DE RHEA PENNATA "SURI"

El Suri (*Rhea pennata*) es el ave no voladora más grande de América; puede llegar a medir hasta 1.5 m de altura y pesar hasta 30 kg. Esta especie, cuya alimentación es predominantemente herbívora, habita en las alturas de Bolivia, Chile y Perú (Puno, Moquegua y Tacna), por encima de los 4300 m. La población del Suri viene decreciendo, situación que se evidencia en los censos nacionales realizados, donde 447 suris fueron registrados en el I Censo Nacional y 350 suris en el II Censo Nacional (MINAGRI, 2018).

Históricamente, el uso del vasto plumaje del Suri, durante el incanato estuvo destinado exclusivamente a la realeza. El arte rupestre, iconografía y mitos del Altiplano reflejan el estatus de símbolo que el suri tuvo para los pueblos andinos, que lo consideraron como anunciador de la lluvia.

Pese a su importancia, el suri se encuentra amenazado por la caza y recolección ilegal de sus huevos, plumas y partes; por ello, fue incluido en el Apéndice I de la Convención CITES y catalogado en "Peligro Crítico" por la legislación peruana (Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI).

Para el área de estudio se establecieron cuatro (4) transectos para el Censo de Suris, de los cuales un (1) transecto (Suri 01) se logró visualizar 10 individuos, en su mayoría mediante registros oportunos, caso similar sucede con Suri 04, donde se registra seis (06) individuos, también en su mayoría mediante registros oportunos. Es importante señalar que se visualizaron 14 individuos fuera de la aplicación del método del censo, y en zonas aledañas de las estaciones mencionadas.

Cuadro 44. Esfuerzo de muestreo para el censo de Suris en temporada húmeda 2022

Código de Transecto	Longitud por transecto (metros)	Total (metros)
Suri 1	2 000	20 980
Suri 2	14 980	
Suri 3	2 000	
Suri 4	2 000	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

De la evaluación en los cuatro (4) transectos restantes: Suri 01, Suri 02, Suri 03 y Suri 04, se registró un avistamiento directo en Suri 1 y Suri 04, que determinó la presencia de la especie (*Rhea pennata*).

Cuadro 45. Evidencia de Suris en el área de estudio en temporada húmeda 2022

Evidencia	Transecto	Zona	Coordenada de inicio		Coordenada de final	
			Este	Norte	Este	Norte
Registro visual	Suri 01	19k	344152	8138927	343035	8137255
Registro visual	Suri 04	19k	355748	8159629	357736	8159702
Registro visual*	Suri 01	19k	353634	8149117	-	-
Registro visual*	Suri 01	19k	357101	8154563	-	-
Registro visual*	Sur 04	19k	351944	8169805	-	-

* Registro oportuno

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto al registro del Suri en comparación con la campaña 8 (TH) y 9 (TS), se evidencia un mayor registro de individuos fuera de las estaciones de censo, con ocho individuos para la Campaña 9, y 14 individuos para la Campaña 10. Asimismo, en la Campaña 8, 9 y 10 se obtuvo registro de Suris en la estación de monitoreo Suri 1. Lo cual, nos indica ser una zona de importancia para esta especie.

5.2.1.6. ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

5.2.1.6.1. ESPECIES CATEGORIZADAS EN LA NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

Según la legislación nacional en la lista “Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre” del D.S. N° 004-2014-MINAGRI, dos (02) especies se encuentran dentro de esta lista, el “Ñandú Pestizo” *Rhea pennata* categorizado como Peligro Crítico (CR) y *Tinamotis pentlandii* “Perdiz de la Puna” categorizada como Casi amenazado (NT).

Para Legislación internacional (IUCN, 2021-3), de las 41 especies registradas se identificó que se encuentran en Preocupación menor (LC), lo cual implica un rango muy amplio de distribución.

Por otro lado, siete (07) especies registradas en el presente monitoreo de Temporada húmeda se encuentran en los Apéndices de la CITES , de las cuales seis (06) especies se encuentran en el Apéndice II, tales como el “el “Aguilucho variable” *Geranoaetus polyosoma*, el “Aguilucho de Pecho Negro” *Geranoaetus melanoleucus*, *Psilopsiagon aurifrons* “Perico Cordillerano” y tres (03) especies de la familia Trochilidae: *Oreotrochilus estella*, *Metallura phoebe*, y *Patagona gigas*; y una especie en el Apéndice I, el “Ñandú pestizo” *Rhea pennata*.

5.2.1.6.2. ESPECIES ENDÉMICAS

No se registraron especies endémicas.

5.2.1.6.3. EBAS

En el presente monitoreo se registraron especies presentes en áreas de endemismo de aves (EBAs – IBAs): *Upucerthia validirostris* “Bandurrita de pecho antenado” en la Vertiente Pacífica del Perú – 052.

5.2.1.6.4. ESPECIES MIGRATORIAS

Las aves migran para encontrar mejores condiciones ecológicas y hábitats para alimentarse, reproducirse y criar a sus polluelos. En Perú, la llegada de las aves desde el hemisferio norte empieza desde el mes de setiembre y dura hasta el mes de abril. Aparte de este tipo de migración también se da la llamada migración altitudinal, en la cual las especies de aves de las zonas altoandinas descienden hasta la costa. Como por ejemplo el yanavico, especie sociable característica de la región altoandina (3500-4800), cuyo individuos juveniles suelen bajar hasta la costa peruana entre los meses de mayo a setiembre y habitan áreas pantanosas, praderas, pastizales, orillas de lagunas y ríos, incluso en gramadales en colinas algunas veces lejos del agua (Fjeldsa & Krabe 1990).

En el área de estudio se registró una (01) especies migratorias, el “Halcón peregrino” *Falco peregrinus* que presentan poblaciones consideradas como migrantes boreales y otras residentes.

5.2.1.6.5. ESPECIES DENTRO DE LA CONVENCION SOBRE LA CONSERVACION DE ESPECIES MIGRATORIAS DE ANIMALES SILVESTRES (CMS)

Las aves migratorias dependen de muchos sitios ubicados a lo largo de sus áreas de distribución, es por eso que la pérdida de sus hábitats podría tener un gran impacto en sus posibilidades de sobrevivir. Además, el hecho de cruzar diferentes países las expone a políticas ambientales y de conservación diferente, por eso es que existen instrumentos marcos de coordinación como la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) de la cual Perú es miembro.

En este informe se considerarán solo las especies migratorias que se encuentran incluidas en los Apéndices de la CMS. Se excluyen las especies consideradas en los taxones superiores por ser especies residentes.

Para el presente monitoreo **no se registraron especies contenidas en la lista de la CMS.**

Cuadro 46. Especies de aves en categorías de Conservación Nacional e Internacional en temporada húmeda 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Grupo trófico	D. S. N° 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	Endémica	EBA
1	Rheiformes	Rheidae	<i>Rhea pennata</i>	Ñandu petizo (Suri)	Herbívoro	CR	LC	I			
2	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdiz de la Puna	Herbívoro	NT	LC				
3	Anseriformes	Anatidae	<i>Oressochen melanopterus</i>	Cauquen huallata	Omnívoro		LC				
4	Anseriformes	Anatidae	<i>Lophonetta specularioides</i>	Pato Crestón	Omnívoro		LC				
5	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Pato Barcino	Omnívoro		LC				
6	Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia ayмара</i>	Tortolita de Puntos Dorados	Granívoro		LC				
7	Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tortolita de Ala Negra	Granívoro		LC				
8	Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	Estrella andina	Nectarívoro		LC	II			
9	Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Oreja-Violeta de Vientre Azul	Nectarívoro		LC	II		E	
10	Apodiformes	Trochilidae	<i>Myrtis fanny</i>	Estrellita de Collar Púrpura	Nectarívoro		LC	II			
11	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefria andina	Omnívoro		LC				
12	Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Agachona de pecho gris	Omnívoro		LC		NB		
13	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	Carroñero		LC				
14	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	Carroñero		LC				
15	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho variable	Carnívoro		LC	II			
16	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguilucho de Pecho Negro	Carnívoro		LC	II			
17	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>	Carpintero andino	Insectívoro		LC				
18	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón Aplomado	Carnívoro		LC				
19	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psilopsiagon aurifrons</i>	Perico Cordillerano	Granívoro, frugívoro		LC	II			
20	Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero común	Insectívoro		LC				
21	Passeriformes	Furnariidae	<i>Upucerthia validirostris</i>	Bandurrita de pecho anteado	Insectívoro		LC				
22	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete de Ala Crema	Insectívoro		LC				
23	Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura striata</i>	Tijeral Listado	Insectívoro		LC				052*

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Grupo trófico	D. S. N° 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	Endémica	EBA
24	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero de pecho cremoso	Insectívoro		LC				
25	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero cordillerano	Insectívoro		LC				
26	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	Pitajo de ceja blanca	Insectívoro		LC				
27	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Lessonia oreas</i>	Negrito andino	Insectívoro		LC				
28	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola juninensis</i>	Dormila de la puna	Insectívoro		LC				
29	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona Chica	Insectívoro		LC				
30	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona de nuca rojiza	Insectívoro		LC				
31	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon andecola</i>	Golondrina andina	Insectívoro		LC				
32	Passeriformes	Fringilidae	<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero encapuchado	Frugívoro		LC				
33	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis lutea</i>	Chirigue de la puna	Granívoro		LC				
34	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis uropygiales</i>	Chirigue de lomo brillante	Granívoro		LC				
35	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirigue verdoso	Granívoro		LC				
36	Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus punensis</i>	Fringilo peruano	Granívoro		LC				
37	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Fringilo de pecho cenizo	Granívoro		LC			NB	
38	Passeriformes	Thraupidae	<i>Rhopospina fruticeti</i>	Fringilo de pecho negro	Granívoro		LC				
39	Passeriformes	Thraupidae	<i>Idiopsar speculifer</i>	Fringilo glaciar	Granívoro		LC				
40	Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamenia inornata</i>	Semillero simple	Granívoro		LC				
41	Passeriformes	PASSERELLIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión de Collar Rufo	Granívoro		LC				

D.S. N° 004-2014-MINAGRI: Lista de Especies de Fauna Silvestre Amenazada; CR: En peligro crítico, NT: Casi amenazado; VU: Vulnerable
IUCN: Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza (2020-2); LC: Preocupación menor

CITES: I: Apéndice I; II: Apéndice II

CMS: Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres

*Vertiente pacífica del Perú y Chile; **Andes peruanos

NB: Migratoria boreal

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.6.6. ESPECIES DE IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA

De acuerdo con la bibliografía consultada, se identificaron cuatro (4) especies con potencial uso local: la “Estrellita andina” *Oreotrochilus estella* empleada para ornamentación, *Colaptes rupicola* empleado para medicina tradicional, el “Chirigüe de lomo brillante” *Sicalis uropygialis* empleado para mascota y uso comercial, y los “Jilgueros” *Spinus magellanicus* empleados como mascotas. Es importante señalar que estas especies, se mantienen en el tiempo, es decir, que su registro es común a través del tiempo.

Cuadro 47. Especies de aves de importancia socioeconómica en temporada húmeda 2022

Familia	Especie	Nombre común	Usos					
			A	C	O	M	MT	Co
Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	Estrellita andina			x			
Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>	Carpintero andino					x	
Thraupidae	<i>Sicalis uropygialis</i>	Chirigüe de lomo brillante				x		x
Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero encapuchado				x		

A: Alimentación; C: Cetrería; O: Ornamental; M: Mascotas; MT: Medicina tradicional; Co: Comercio

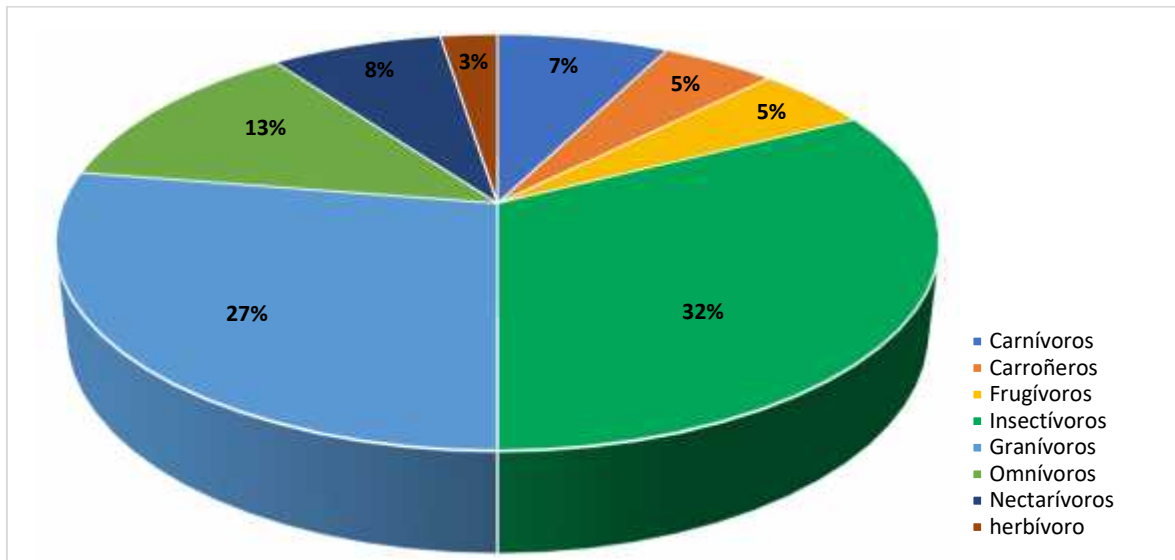
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.6.7. TIPOS DE ALIMENTACIÓN (GREMIOS TRÓFICOS)

El estudio teórico del uso de los grupos funcionales ha sido creciente en los últimos años, la idea de clasificación funcional se puede remontar a la temporada de Teofrasto (372-287 a. C.); sin embargo, el desarrollo moderno de esta teoría comenzó a partir de la década de los 60 donde Gitay y Noble, 1997; Terborgh y Robinson, 1986; Hawkins y MacMahon, 1989 y Simberloff y Dayan, 1991; revisan las diferentes definiciones y la creciente literatura sobre clasificaciones gremiales, grupos de respuesta y grupos funcionales y su amplio abanico de aplicación en la ecología. Es así que, el estudio de la organización de las comunidades animales involucró los niveles tróficos referido a un grupo de especies que explotan, por igual, los mismos recursos o bien las especies que se solapan significativamente en los requerimientos de su nicho. Posteriormente, Terborgh y Robinson (1986) consideraron que los grupos funcionales también consisten en gremios específicos de especies que explotan los mismos recursos, pues en la práctica, estos gremios casi siempre se constituyen en función de las relaciones tróficas, como por ejemplo las aves insectívoras (Root, 1967), las especies granívoras del desierto (Brown y Davidson 1977) o los insectos herbívoros (Moran y Southwood 1982).

Un total de ocho (8) gremios fueron identificados para las 41 especies de aves registradas en Temporada húmeda 2022 en las zonas de operación y abastecimiento de agua, siendo el gremio dominante los “insectívoros” con 13 especies (32 %), seguido del gremio de los “granívoros” y de los “omnívoros” con 11 y 5 especies respectivamente (27 y 13 %), el gremio de los “nectarívoros” y los “carnívoros” con tres especies (8 %) cada uno, los “herbívoros” con dos especies (5 %), los “carroñeros” y “frugívoros” con dos especies cada uno y “herbívoros” con una (1) especies (3 %).

Figura 122 Porcentaje de grupos tróficos de aves para el área de estudio, Temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A continuación, se describe los gremios más importantes:

INSECTÍVOROS

Se han registrado un total de 13 especies de aves insectívoras en la presente temporada de evaluación. Las familias con mayor número de especies insectívoras fueron Furnariidae y Tyrannidae con seis (06) y cinco (05) especies cada una; entre las especies insectívoras de la familia Furnariidae tenemos a los “Mineros” *Geositta cunicularia*, las “Bandurritas” *Upucerthia validirostris*, los “Canasteros” *Asthenes modesta*, y *Asthenes dorbignyi*, los “Tijerales” *Leptasthenura andicola* y los “Churretes” *Cinclodes albiventris*, quienes buscan artrópodos en el suelo o entre el césped presente en las estaciones evaluadas.

Otra de las familias con miembros insectívoras son Tyrannidae con especies de “Dormilonas” registradas en el área del proyecto como *Muscisaxicola juninensis*, *Muscisaxicola maculirostris* y *Muscisaxicola rufivertex* quienes obtienen su alimento principalmente en los suelos ligados a una

vegetación más herbácea (de porte bajo) como el césped de puna, bofedales o pajonales, buscando pequeños artrópodos del suelo.

Otras especies insectívoras registradas en el área de estudio fueron el “Carpintero andino” *Colaptes rupicola* (Familia Picidae), los “Jilgueros” *Spinus magellanicus* (Familia Fringillidae) y la “Golondrina” *Orochelidon andecola* (Familia Hirundinidae).

GRANÍVOROS

Se han registrado un total de 11 especies de aves granívoras en la presente temporada de evaluación. Conformado por las especies que se alimentan de granos, semillas o material vegetal, principalmente por la familia Thraupidae (08 especies) como los “Fringilos” *Geospizopsis unicolor*, *Geospizopsis plebejus*, *Rhopospina fruticeti*, *Idiopsar speculifer* y los “chirigues” *Sicalis lutea*, *Sicalis uropygiales*, *Sicalis olivascens*. La familia Columbidae también pertenece a este gremio como las “Tortolitas” *Metropelia aymara* y *Metriopelia melanoptera* que se alimentan de semillas pequeñas.

OMNÍVOROS

Se ha registrado un total de 05 especies omnívoras, de los cuales tres (3) son miembro de la familia Anatidae como el “Pato barcino” *Anas flavirostris*, y el “Cauquén Huallata” *Oressochen melanopterus*, los cuales en su dieta incluyen semillas, hierbas, moluscos, e insectos. Otras especies omnívoras registradas en el área de estudio fueron el “Avefría andina” *Vanellus resplendens* (Familia Charadriidae), la “Agachona de pecho gris” *Thinocorus orbignyianus* (Familia Thinocoridae).

NECTARÍVOROS

Representado por los miembros de la familia Trochilidae, registrando tres (3) especies el “Estrellita de Collar Púrpura” *Myrtis fanny*, la “Estrellita andina” *Oreotrochilus stella*, el “Oreja-Violeta de Vientre Azul” *Colibri coruscans*, las cuales se alimentan de néctar de las flores de los arbustos *Chuquiraga sp.* y *Gentianella sp.*

CARNÍVORO

Se han registrado tres (02) especies carnívoras, los “Aguiluchos” *Geranoaetus polyosoma* y miembros de la familia Accipitridae, y el “Halcón peregrino” *Falco peregrinus* cuyas dietas incluyen preferentemente roedores y secundariamente reptiles y otras aves de menor porte (Baladrón *et al.*, 2014).

CARROÑEROS

Se registra una (1) especie pertenecientes a la familia Cathartidae, *Coragyps atratus* y *Cathartes aura* cuya dieta se basa en el consumo de animales muertos, cumpliendo un rol importante para el salud y equilibrio del ecosistema altoandino (Simón, 2016; Stucchi y Figueroa, 2010).

HERBÍVORO

El “Ñandú Pestizo” *Rhea pennata* registrada en la zona de operaciones de manera oportunista es considerada una especie herbívora cuya dieta está compuesta principalmente de vegetales de la familia Poaceae en mayor proporción, seguido de Cyperaceas y Asteraceas (Echaccaya *et al.*, 2017).

5.2.1.7. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TIPO HISTÓRICO DURANTE LA TEMPORADA HÚMEDA

Se realizó un análisis comparativo con datos de riqueza y abundancia del informe de Monitoreo Biológico de Temporada húmeda del año 2015, 2019 y el presente monitoreo de Temporada húmeda 2022. Asimismo, se incluye información de las campañas anteriores del 2007 y 2013.

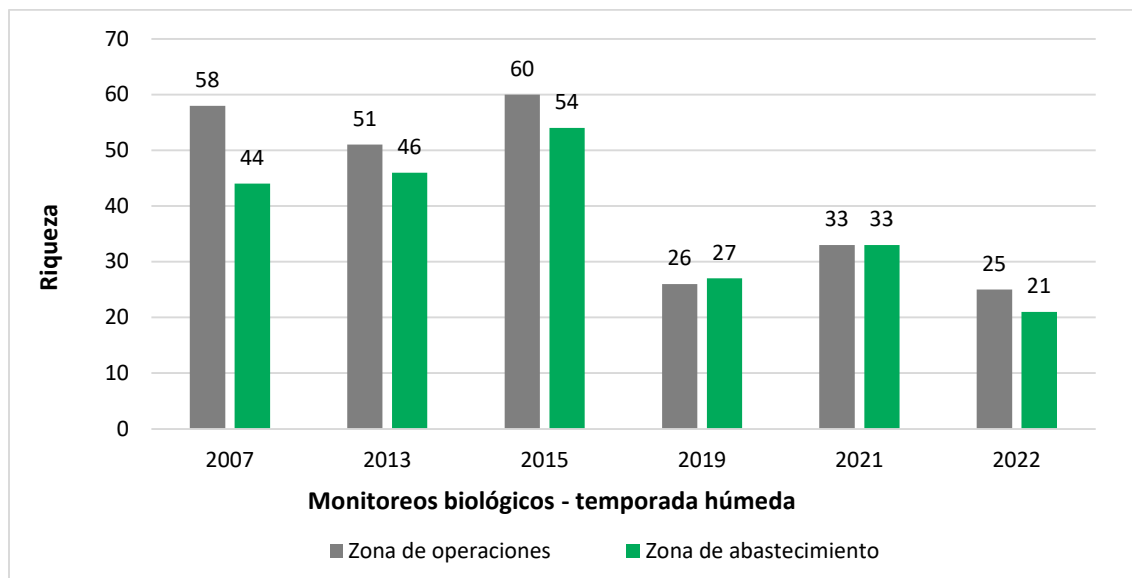
Comparativo histórico a nivel de riqueza y abundancia de especies por zonas durante los monitoreos de la Temporada húmeda 2007 (EIA), 2013 (EIA), 2015 (MAP), 2019 (MAP), 2021 (MAP) y 2022 (MAP)

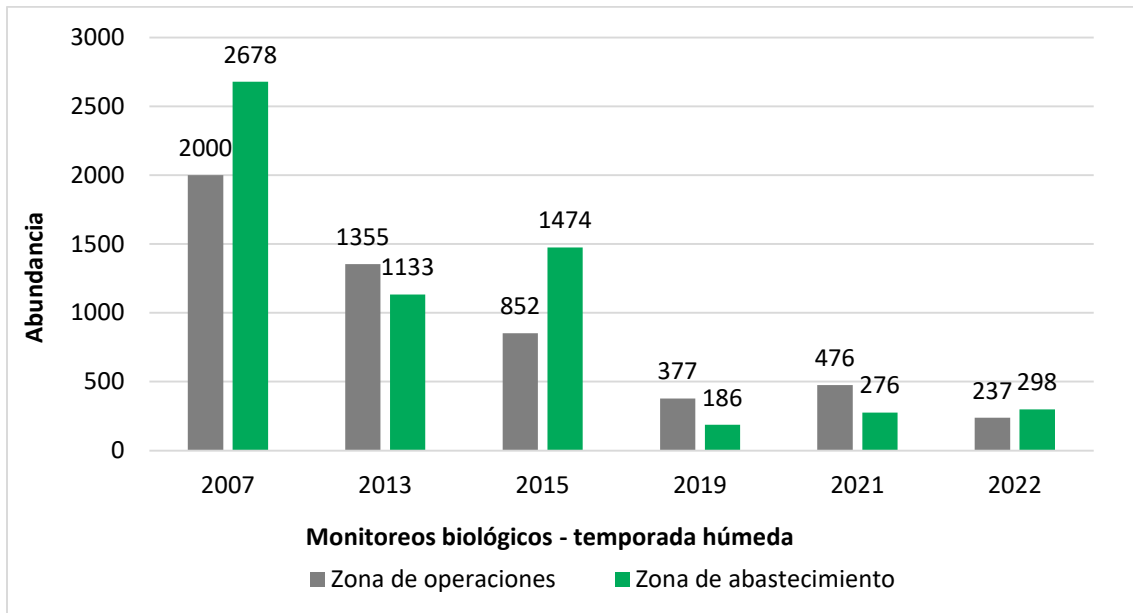
De los resultados obtenidos de los estudios biológicos realizados a partir del 2007 hasta la actualidad, para la Temporada húmeda se evidencia una disminución gradual en el tiempo de la riqueza de especies principalmente para la zona de abastecimiento, con una notable caída para el 2019, situación que mejora ligeramente durante la evaluación en el 2021, sin embargo, la riqueza de especies disminuye en el 2022. Este resultado puede deberse a la disminución del área en las estaciones de monitoreo, motivo por el cual disminuyó el esfuerzo de muestreo.

Para la zona de operaciones se observa un patrón distinto de comportamiento de la riqueza de especies, con cambios ligeros en el tiempo de la composición de especies entre las evaluaciones 2007, 2013 y 2015, con un cambio notable en las siguientes campañas, con una importante disminución de especies en el 2019, y una recuperación en el 2021, la misma que disminuye en el 2022. También como era de esperarse debido a la disminución del área disponible en cada estación de muestreo para aplicar el método con el mismo esfuerzo de las campañas anteriores.

Respecto a la abundancia el comportamiento es distinto al presentado en la riqueza de especies, en este caso, la zona de operaciones presenta una disminución gradual en el tiempo de la abundancia de aves, con una notable disminución en los MAP 2015, 2019, 2021 y 2022, en esta penúltima se evidencia una ligera recuperación en el número de aves registradas (2021: Campaña 8 y 9; 65 spp.) (13 % más que la riqueza del 2020), la cual vuelve a disminuir en un 36 % en la campaña actual (2022: Campaña 10; 41 spp). Es importante señalar que en las campañas MAP del 2015 se evidencia un incremento de la abundancia para la zona de abastecimiento, como consecuencia del número de estaciones evaluadas y tamaño de la zona, ya que en adelante las actividades propias del proyecto a disminuido el área disponible para aplicar el método con el mismo esfuerzo de muestreo.

Figura 123 Riqueza y abundancia de aves por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada húmeda 2007, 2013, 2015, 2019, 2021 y 2022.





Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2. MASTOFAUNA

5.2.2.1. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.2.2.1.1. ESFUERZO DE MUESTREO

En el área del proyecto se evaluó de acuerdo al sub grupo de mamíferos evaluados, donde se aplicaron métodos y esfuerzo de muestreo diferentes, siendo los mamíferos menores terrestres evaluados con 950 trampas por noche (TN), los mamíferos medianos y mayores evaluados a los largos de transectos que en suma dan 35.28 km recorridos; de la misma manera se realizaron censos específicos para especies de importancia como los Guanacos donde se recorrió 14.35 km y Vicuñas y Tarucas a lo largo de 12.5 km.

Cuadro 48. Esfuerzo de muestreo realizado en temporada húmeda 2022.

Cobertura vegetal	Mamíferos menores terrestres	Mamíferos medianos y mayores	Censo de Guanacos	Censo de Vicuñas y Tarucas
	Nº de trampas	Longitud recorrida	Longitud recorrida	Longitud recorrida
Matorral arbustivo	500 TN	10.84 km	14.35 km	
Bosque relicto altoandino	50 TN	2.03 km		
Pajonal andino	400 TN	12.41 km		12.5 km
Total	950 TN	35.28 km	14.35 km	12.5 km

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto al esfuerzo de muestreo en comparación a las campañas anteriores, Campaña 8 (TH) y 9 (TS), se evidencia un mayor de esfuerzo de muestreo esto se debe a la evaluación de dos estaciones de monitoreo, T-14 y O15PC8 ubicados en la cobertura vegetal Pajonal andino. De mismo modo en el Censo de Vicuñas y Tarucas se evaluó la estación Ma6.

5.2.2.1.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la Temporada húmeda 2022 en toda el área del proyecto se registraron 12 especies de mamíferos menores, pertenecientes a la familia Cricetidae y Ctenomyidae, orden Rodentia. Es importante destacar el registro de una especie endémica *Ctenomys peruanus* “Tuco Tuco peruano” presente en la cobertura vegetal Pajonal andino.

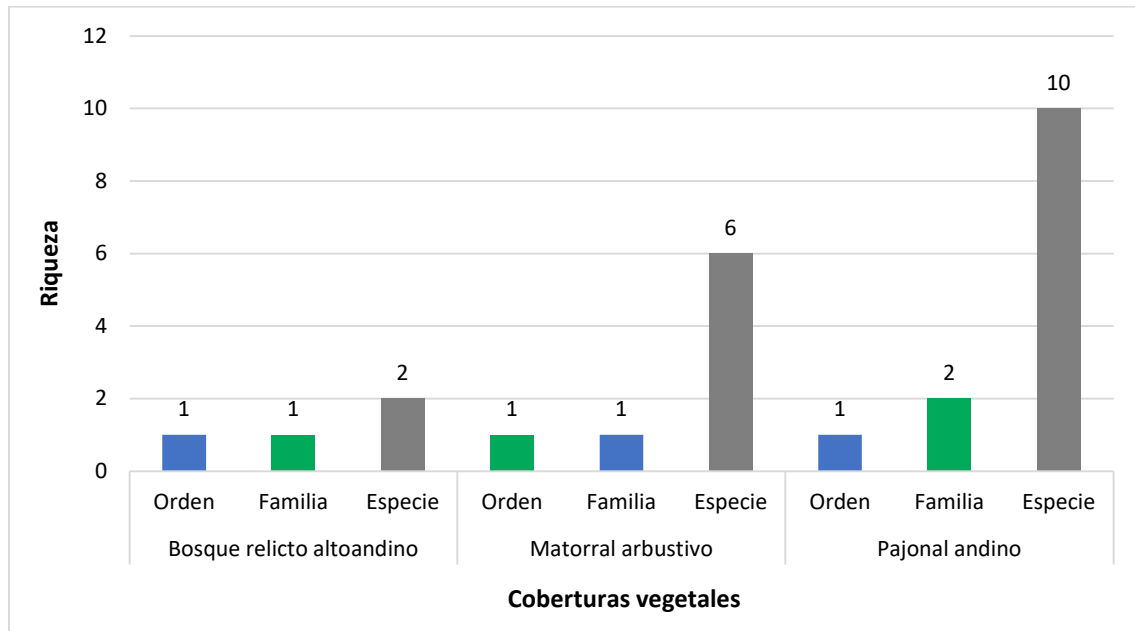
Cuadro 49. Composición de especies de mamíferos menores (roedores) en temporada húmeda 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
1	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix andina</i>	Ratón campestre andino
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii
3	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco
4	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon subfuscus</i>	Ratón campestre de Puno
5	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime; pericote de los Andes
6	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	Ratón orejón puntado
7	Rodentia	Ctenomyidae	<i>Ctenomys peruanus</i>	Tuco Tuco peruano
8	Rodentia	Cricetidae	<i>Eligmodontia hirtipes</i>	Ratón vespertino rojizo
9	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejón de Lima
10	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejón maestro
11	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo
12	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas

Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la riqueza de mamíferos menores (roedores) por coberturas vegetales, el Pajonal andino (Pj) obtuvo la mayor riqueza del área con 10 especies, seguido del Matorral arbustivo (Ma) con seis (06) especies y finalmente el Bosque relicto altoandino (Br-al) registró la menor riqueza con dos (02) especies de roedores.

Figura 124 Riqueza de especies de mamíferos menores terrestres por cobertura vegetal en temporada húmeda 2022



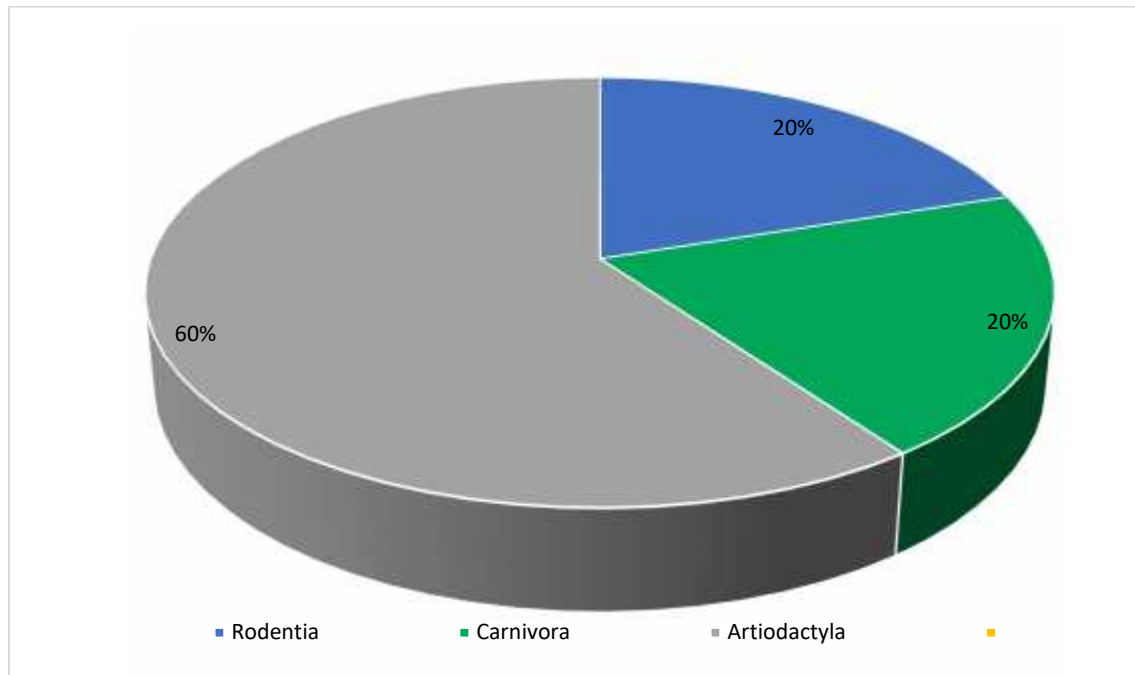
Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

En cuanto a la riqueza de mamíferos medianos y mayores en toda el área del proyecto se registra cinco (05) especies pertenecientes a tres (3) órdenes y cuatro (4) familias. El orden más representativo fue Artiodactyla con tres (3) especies que representan el 60 % de la riqueza total de mamíferos medianos y mayores, mientras que los demás órdenes registrados como Carnívora, y Rodentia presentaron una (1) especie cada una, que corresponde al 20 % respectivamente.

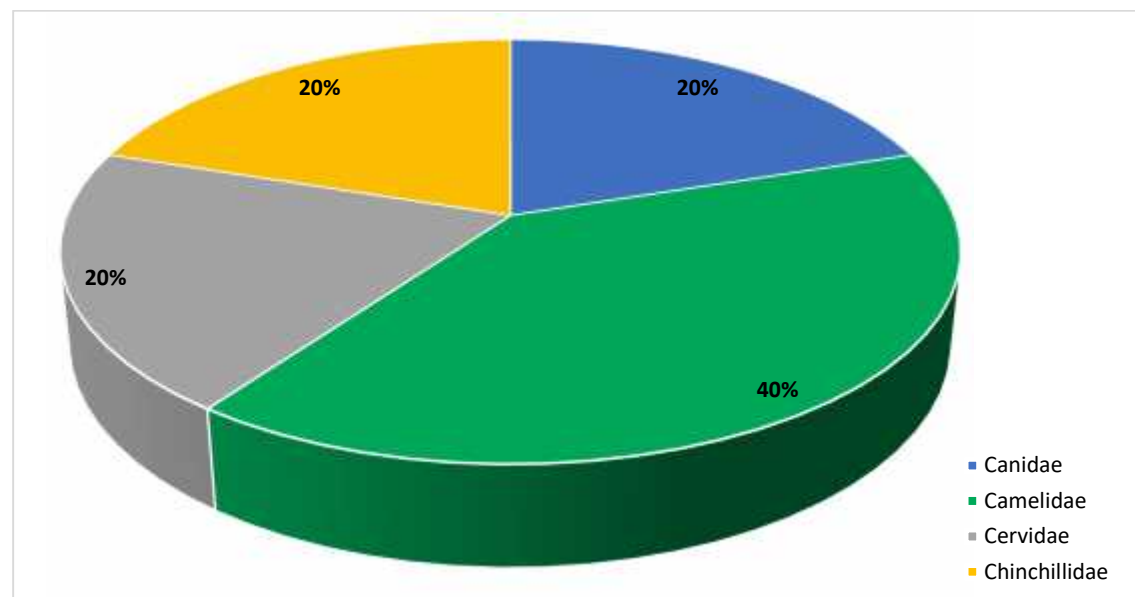
A nivel de familias taxonómicas, las familias Camelidae presentaron dos (02) especies (40 %), mientras que Canidae y Chinchillidae registraron una (01) especie cada una (20 % respectivamente).

Figura 125 Composición total de mamíferos medianos y mayores por orden taxonómico en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 126 Composición total de mamíferos medianos y mayores por familia taxonómica en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En el área del proyecto se identificaron tres (3) coberturas vegetales, de las cuales el Pajonal andino y Matorral arbustivo registraron la mayor riqueza con cinco (05) y cuatro (04) especies respectivamente, seguido del Bosque relicto altoandino con tres (03) especies. Entre las especies registradas destaca la “Taruka” *Hippocamelus antisensis*, “Zorro colorado” *Lycalopex culpaeus* y “Vizcacha” *Lagidium viscacia* registrada en las tres (3) coberturas vegetales del proyecto, mientras que la “vicuña” *Vicugna vicugna* obtuvo registros solo en el Pajonal andino y el “guanaco” *Lama guanicoe* presente solo en Matorral arbustivo y Pajonal andino.

Cuadro 50. Listado total de mamíferos medianos y mayores en temporada húmeda 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Bosque relicto altoandino	Matorral arbustivo	Pajonal
1	Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	x	x	x
2	Artiodactyla*	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña			x
3	Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		x	x
4	Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	x	x	x
5	Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	x	x	x
Total general					3	4	5

* Pacheco et al. 2020

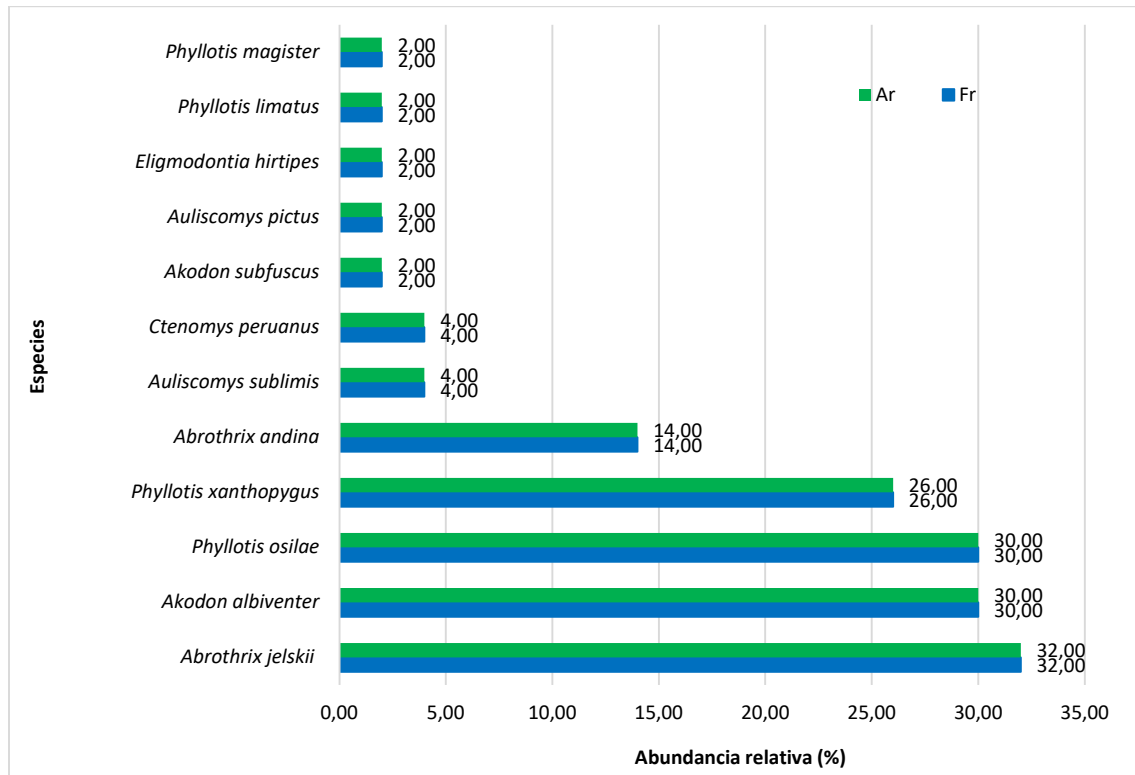
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.1.3. ABUNDANCIA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

En cuanto a la abundancia de mamíferos menores terrestres en toda el área del proyecto se registró 75 individuos distribuidos en las tres (3) coberturas vegetales, destacándose el “Ratón campestre de jelskii” *Abrothrix jelskii* con 16 individuos (32 %), “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* y “Ratón orejón de Asillo” *Phyllotis osilae* con 15 individuos (30 %) y “Ratón orejón puntado” *Phyllotis xanthopygus* con 13 individuos (26 %).

Figura 127 Abundancia relativa de roedores en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

En el caso de los mamíferos medianos y grandes, con fines comparativos de los resultados directos, indirectos, se ha empleado el índice de ocurrencia e Índice de actividad de Boddicker (Boddicker *et al.*, 2002). Para el área del proyecto la especie con mayor valor del Índice de Actividad (IA) fue la “Vizcacha” *Lagidium viscacia* con un índice de actividad de 638 puntos, que la ser mayor a los 25 puntos, nos indica que esta especie esta presente y realizada sus actividades en el área de estudio; situación similar para las demás especies que tienes valores entre 60 y 507 puntos. En ese sentido, considerando que el índice de actividad >25 puntos indican niveles altos de actividad para cinco especies.

Es importante señalar, que la “vicuña” *Vicugna vicugna* solo presenta niveles altos de actividad en el Pajonal andino, mientras que el “Guanaco” *Lama guanicoe* se encuentra con alta actividad tanto en el Matorral arbustivo.

Cuadro 51. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Bosque relicto altoandino	Matorral arbustivo	Pajonal andino	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1Obs	2Obs / 2He / 1 Ma	2 He / 2Hu	23	60
				10 pts	10 pts / 4 pts / 4 pts	4 pts / 5pts		
				10 pts	20 pts / 8 pts / 4 pts	8 pts / 10 pts		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña			49 Obs / 1 Ca / 1 Hu / 1 He / 1 Este	27	507
						10 pts / 4 pts / 5 pts / 4 pts / 4 pts		
						490 pts / 4 pts / 5 pts / 4 pts / 4 pts		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		4Hu / 8 Obs	10Obs	14	106
					4pts / 10 pts	10 pts		
					16 pts / 80 pts	10 pts		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruka	1Hu / 3Obs	4Obs / 2Hu / 1He	3 Obs / 2 He / 1 Hu	19	132
				5 pts / 10 pts	10 pts / 5 pts / 4 pts	10 pts / 4 pts / 5 pts		
				5 pts / 30 pts	40 pts / 10 pts / 4 pts	30 pts / 8 pts / 5 pts		
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Viscacha	11Obs / 1He	22Obs / 1 He	30 Obs	14	638
				10pts / 4 pts	10 pts / 4 pts	10 pts		
				110pts / 4 pts	220 pts / 4 pts	300 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ma: Madriguera; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

A continuación, se presenta una breve descripción de las especies de mamíferos medianos y mayores con mayor número de registros en el monitoreo realizado:

La “vizcacha” *Lagidium viscacia* se les asocia a una gran variedad de áreas rocosas. Hace sus madrigueras entre las rocas, son de comportamiento gregario, de actividad diurna preferentemente matinal y crepuscular. Son herbívoros, tienen una gestación de 140 días y una lactancia de ocho (8) semanas (Pearson, 1948). Se distribuye desde el centro y sur del Perú, al norte de Chile y alrededor del lago Titicaca. Se le ha registrado desde los 300 msnm. en la costa cerca de Lima hasta por encima de los 5000 msnm (Tamayo & Frassinetti 1980). Estas características y en especial el comportamiento gregario, permite un mayor registro de esta especie.

5.2.2.1.4. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la comunidad de mamíferos menores en el área del proyecto presentó una diversidad relativamente baja a media. Dicha característica prevaleció en las tres (3) coberturas vegetales, con un índice de Shannon-Wiener que osciló entre 0.69 bits/ind (Bosque relicto altoandino) a 1.96 bits/ind (Pajonal andino). Respecto al índice de Pielou solo el Bosque relicto altoandino registró una distribución homogénea del número de individuos de sus especies registradas al obtener un valor de 1.00, a pesar de que presentó los valores más bajos para los índices de Shannon-Wiener y Simpson.

Cuadro 52. Riqueza, abundancia y diversidad de aves por formación vegetal en temporada húmeda 2022

Coberturas vegetales	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	2	6	0.69	0.50	1.00
Matorral arbustivo	6	19	1.59	0.77	0.89
Pajonal andino	10	50	1.96	0.83	0.85
TOTAL	12	75	2.00	0.85	0.88

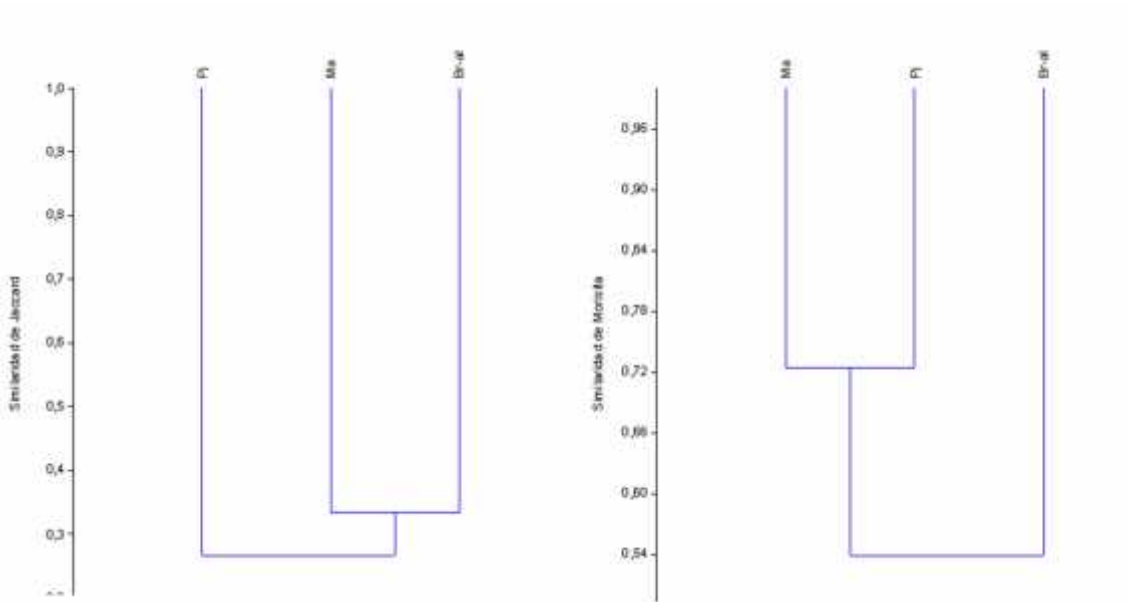
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.1.5. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Según el análisis de Similitud de Jaccard, las coberturas vegetales Pajonal andino y Matorral arbustivo forman un agrupamiento con una similitud del 35 % debido a que comparten dos (02) especies en común, mientras que el Bosque relicto altoandino presenta una similitud del 25 % con este agrupamiento.

Según el índice de Morisita, las coberturas Pajonal andino y Bosque relicto altoandino presentaron una similitud del 72 % debido a que comparten dos (2) especies con abundancias similares, mientras que, el Matorral arbustivo registró una similitud del 54 % con ambas coberturas vegetales.

Figura 128 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por coberturas vegetales en el área proyecto en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2. ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL

5.2.2.2.1. BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

5.2.2.2.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

La evaluación del Bosque relicto altoandino comprende la estación de monitoreo O31, donde se registró dos (2) especies de roedores de la familia Cricetidae (Orden Rodentia).

Cuadro 53. Listado de especies mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O31
1	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo	X
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

La evaluación del Bosque relicto altoandino comprende la estación de monitoreo O31, donde se registraron tres (03) especies de mamíferos medianos y mayores de la familia Canidae, Cervidae y Chinchilidae (Orden Carnivora, Artiodactyla y Rodentia).

Cuadro 54. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O31
1	Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 Obs
2	Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	1 Hu; 3 Obs
3	Rodentia	Chinchilidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana	11 Obs; 1 He

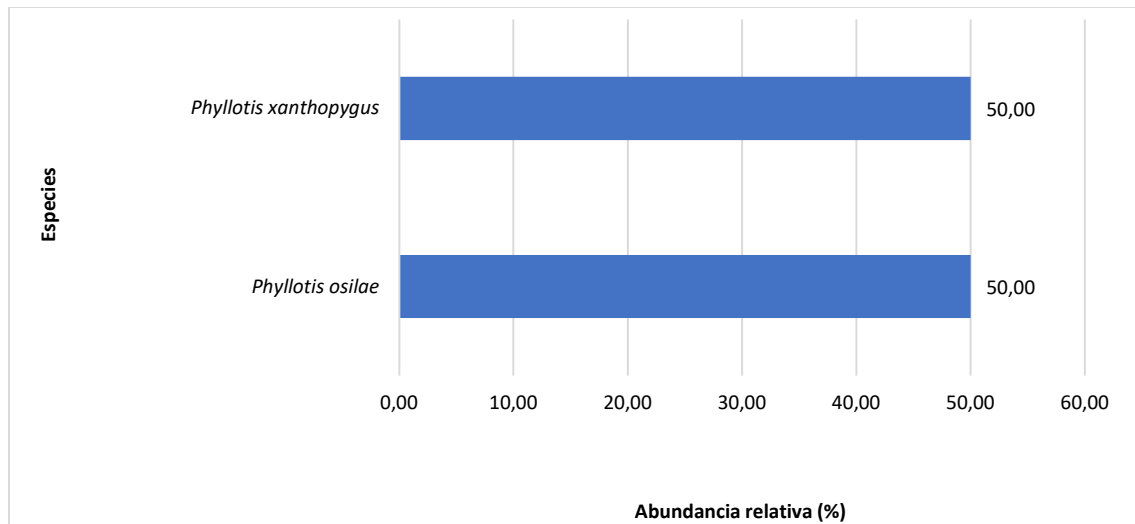
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.1.2. ABUNDANCIA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta cobertura está compuesta únicamente por el punto O31 donde se registró un total a seis (6) individuos. Ambas especies con la misma abundancia, el “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis osilae* y el “Ratón orejón de ancas amarillentas” *Phyllotis xanthopygus* presentaron tres (03) individuo (2.00 %).

Figura 129 Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDINOS Y MAYORES (ÍNDICE DE OCURRENCIA Y ACTIVIDAD)

La especie con mayor valor de Índice de Actividad (IA) fue la “Vizcacha” *Lagidium viscacia* con un índice de actividad de 114, seguido de el “Taruka”, *Hippocamelus antisensis*, con un índice de actividad de 35, y con el menor índice de actividad con un valor de 10 se encuentra “zorro colorado” peruana *Lycalopex culpaeus*; debido al bajo valor obtenido para el índice de actividad (MINAM, 2015) no se confirma la presencia de esta especie para la cobertura vegetal.

Cuadro 55. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O31	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (Obs)	10	10
				10 pts		
				10 pts		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruka	1 (Hu) / 3 (Obs)	15	35
				5 pts / 10 pts		
				5 pts / 30 pts		
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana	1 (He) / 11 (Obs)	14	114
				10pts / 4 pts		
				110pts / 4 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.1.3. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad, el Bosque relicto altoandino presentó valores bajos, los cuales, indican que dicha cobertura presenta una baja diversidad con $H' = 0.69$ bits/ind; $1-D = 0.5$ probtis/ind., aunque si una distribución poco homogénea del número de individuos en las especies registradas, y $J' = 1$.

Cuadro 56. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O31	2	6	0.69	0.5	1

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.2. MATORRAL ARBUSTIVO

5.2.2.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la evaluación de mamíferos pequeños terrestres se evaluaron 10 estaciones de monitoreo para la cobertura vegetal Matorral arbustivo, registrándose seis (6) especies de roedores pertenecientes a la familia Cricetidae (Orden Rodentia). Las estaciones de monitoreo O33 (zona de operaciones)

registró tres (3) especies, mientras que los puntos O34, O6, O9, O32 y T6 registraron dos (2) especies cada uno y M-52, O10 y O32 registraron sólo una especie de roedor. Mientras en O Control, O8y O10 no registraron especies.

En esta cobertura vegetal se registraron dos especies, *Phyllotis limatus* “Ratón orejón de Lima” y *Phyllotis magister* “Ratón orejón maestro”, que no fueron registradas para las demás estaciones de monitoreo.

Cuadro 57. Listado de especies de roedores en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

N.º	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	OCONTROL	M-52	O10	O34	O6	O8	O9	T6	O32	O33
1	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii								X		
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco					X		X	X		
3	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>											X
4	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejón maestro				X						
5	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo			X	X			X		X	X
6	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas	X								X	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Un total de 10 estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada húmeda en esta cobertura vegetal, donde se registró un total de cuatro (4) especies distribuidas en tres (3) órdenes y cuatro (04) familias. Las estaciones de monitoreo M-52 y O10 registraron tres (3) especies. Las demás estaciones de monitoreo (OCONTROL, O6, O8, y O9) registraron dos (02) especies y una especie (O34).

Cuadro 58. Listado de especies de mamíferos mediano y mayores en el Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	OCONTROL	M-52	O10	O34	O6	O8	O9	T6	O32	O33
1	Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	X	X	X	X			X			
2	Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca			X		X		X			
3	Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		X	X			X				
4	Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	X	X			X	X				

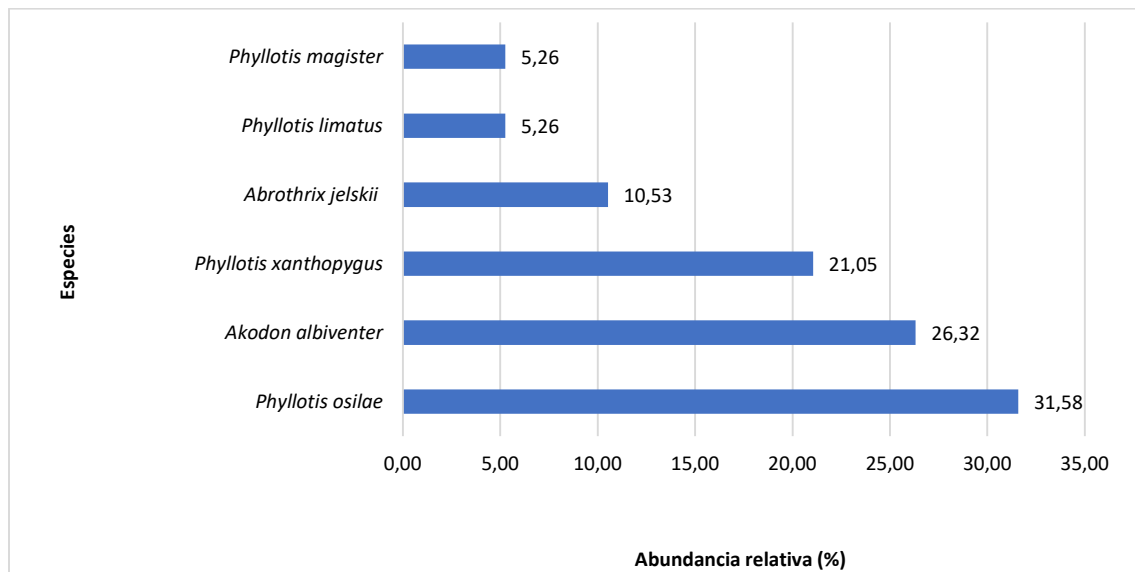
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.2. ABUNDANCIA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

En esta cobertura se registró un total de 19 individuos. La especie más abundante fue *Phyllotis osilae* “Ratón orejón de Asilo” con seis (06) individuos (37.58 % abundancia relativa), seguido del “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* con cinco (05) individuos (26.32 %), le sigue “Ratón orejón de ancas amarillentas” *Phyllotis xanthopygus* con cuatro (04) individuos (21.05 %) y finalmente el “Ratón campestre de Jelskii” *Abrothrix jelskii*, “Ratón orejón de Lima” *Phyllotis limatus* y “Ratón orejón maestro” *Phyllotis magister* con dos (02) (10.53) y un (1) individuo (5.26 %).

Figura 130 Abundancia relativa de roedores en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la abundancia de especies por punto de monitoreo, T6-OP registró la mayor abundancia con cuatro (4) individuos distribuidos y O33, O32, y O9 registraron tres (3) individuos, siendo la más abundante “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis osilae* con dos (2) individuos, seguido de las estaciones de monitoreo M-52, O6 y O34 con dos (02) individuos cada uno.

MAMÍFEROS MEDINOS Y MAYORES (ÍNDICE DE OCURENCIA Y ACTIVIDAD)

La especie con mayor valor de Índice de Actividad (IA) fue la “Guanaco” *Lama guanicoe* con un índice de actividad de 100 puntos, seguido de “Vizcacha” *Lagidium viscacia* con un índice de actividad de 80, con índice de actividad mayores a 25 puntos (MINAM, 2015), por tanto, se confirma la presencia de estas especies para la cobertura vegetal.

Cuadro 59. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en el Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	OCONTROL	M-52	O34	O10	O6	O8	O9	T6	O32	O33	IO	IA				
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado		1 (He)		1 (Obs)	1 (Ma)								18	28		
					4 pts		10 pts	4 pts										10 pts	
					4 pts		10 pts	4 pts										10 pts	
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		8 (Obs)	1 (Hu)		1 (Hu)		2 (Hu)							14	100	
					10 pts	5 pts		5 pts		5 pts									
					80 pts	5 pts		5 pts		10 pts									
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha		2 (Obs)				4 (Obs)	2 (Obs)							10	80	
					10 pts				10 pts	10 pts									
					20 pts				40 pts	20 pts									
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca				1 (He)	1 (Hu)									19	19	
							4 pts	5 pts											10 pts
							4 pts	5 pts											10 pts

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.2.3. DIVERSIDAD

La cobertura vegetal Matorral arbustivo presentó una diversidad baja (>2 bits/ind.), resultado que se mantuvo en todas las estaciones de monitoreo. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores entre 0.00 y 0.67 probits/ind. y 0.00 a 1.00, que nos indican la dominancia de una (1) especie siendo en este caso Ratón orejón de Asilo" *Phyllotis osilae*.

Cuadro 60. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
OCONTROL	0	0	-	-	-
M-52	1	2	0	0	0
O10	0	0	-	-	-
O32	2	3	0.64	0.44	0.92
O34	2	2	0.69	0.50	1.00
O6	2	2	0.69	0.50	1.00
O8	0	0	-	-	-
O9	2	3	0.64	0.44	0.92
O33	3	3	1.10	0.67	1.00
T6_OP	2	4	0.69	0.50	1.00

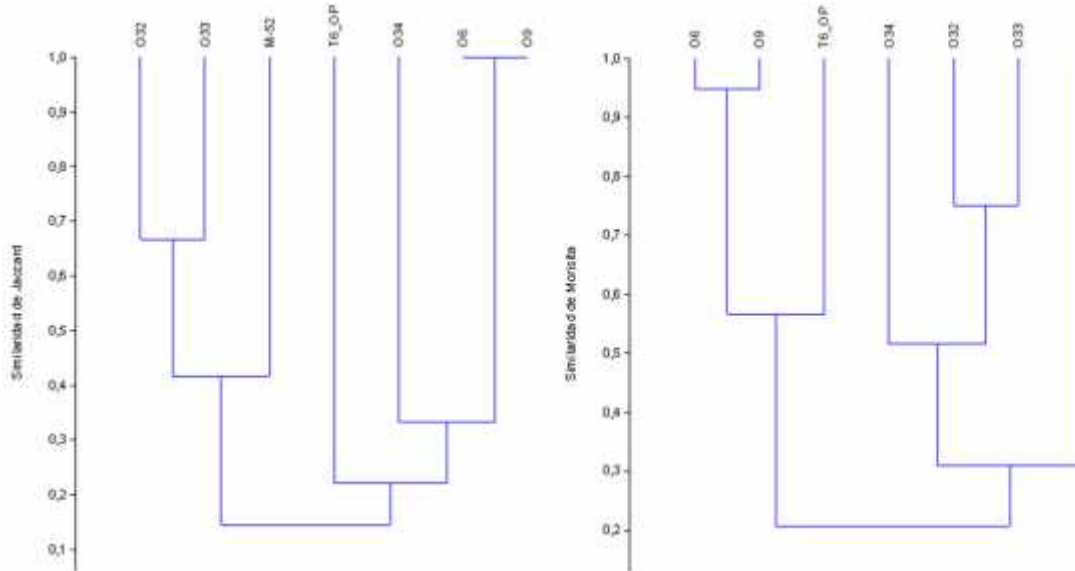
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.2.4. SIMILARIDAD

Según el análisis de Similitud de Jaccard, las estaciones de monitoreo que se agrupan con una similitud mayor al 100 % fueron O6 y O9 con T6 (zona de operaciones), en ambos casos, las estaciones comparten todas las especies. Asimismo, se evidencia que el patrón de agrupamiento con una similitud mayor al 60 % es de acuerdo al tipo de formación vegetal de la cual forman parte las estaciones de monitoreo O32 y O33. Es importante mencionar que los grupos mencionados corresponden a dos subgrupos que se forman para esta cobertura vegetal, los cuales, tienen una similitud del 15 %.

Según el índice de Morisita, las estaciones de monitoreo tienen abundancia similares, es por eso, que se presenta una similitud mayor al 20 %, para los dos subgrupos que se forman, agrupaciones dentro de los mismo con una similitud del 95 % (O6 y O9), y O32 y O33 (75 %).

Figura 131 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.3. PAJONAL ANDINO

5.2.2.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la cobertura de Pajonal andino se registraron 10 especies de mamíferos menores, la cuales pertenecen a la familia Cricetidae y Ctenomyidae, del orden Rodentia. En esta cobertura vegetal se evaluaron ocho (8) estaciones de monitoreo, la estación T16 registraron la mayor riqueza con cinco (05) especies, seguido de los puntos 015PC8 con cuatro especies (04) y O15, O15PC1, T15 y T20 con tres (03) especies, las demás estaciones registraron dos (T14) y ninguna especie.

Cuadro 61. Listado de especies de roedores en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	O15PC1	O15PC8	T16	T14	T15	T20	T-6
1	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix andina</i>				X			X		
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii				X	X		X	
3	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	X	X	X					
4	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon subfuscus</i>							X		
5	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime; pericote de los Andes					X	X		
6	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	Ratón orejón puntado						X		
7	Rodentia	Ctenomyidae	<i>Ctenomys peruanus</i>						X		X	
8	Rodentia	Cricetidae	<i>Eligmodontia hirtipes</i>	Ratón vespertino rojizo						X		
9	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo	X	X	X	X				

Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANO Y MAYORES

Un total de ocho (8) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada húmeda 2022 en esta cobertura vegetal, donde se registraron cuatro (04) especies distribuidas en tres (3) órdenes y cuatro (4) familias. Las estaciones de monitoreo O15 y T15 registraron cuatro (04) especies cada uno y las estaciones O15PC1, T20 y T16 registraron dos (02) especies cada uno. Para la estación T14 y T16 no se obtuvieron registros directos ni indirectos de especies de mamíferos medianos y mayores.

Cuadro 62. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en el Pajonal andino en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	O15PC1	O15PC8	T14	T15	T16	T20	T-6
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	X		X		X	X		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	X				X	X	X	
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	X	X			X			
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	X	X			X		X	

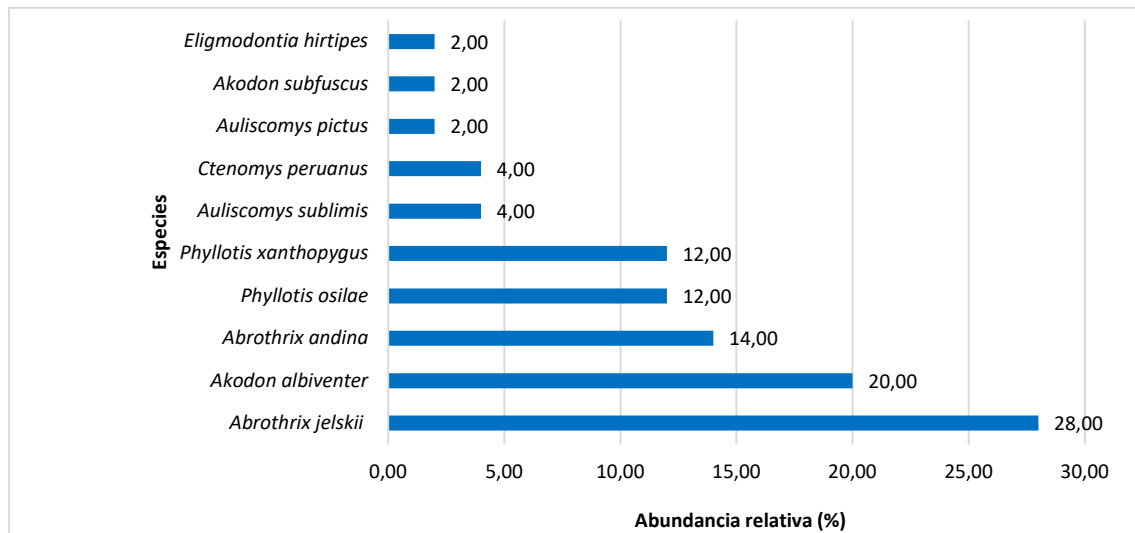
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.3.2. ABUNDANCIA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

En cuanto a la abundancia de mamíferos menores en el Pajonal andino se registró 50 individuos, siendo el “Ratón campestre de jelskii” *Abrothrix jelskii* quien alcanzó mayor abundancia con 14 individuos y 28 %, seguido de “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* con 10 individuos (20 %), en menor proporción del “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis osilae* y el “Ratón campestre de ancas amarillentas” *Phyllotis xanthopygus* con seis (06) individuos (12 %). Las demás especies capturadas en esta cobertura vegetal presentaron abundancias menores a dos (02) individuos.

Figura 132 Abundancia relativa de roedores en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de abundancias de especies por punto de monitoreo, T20 registró la mayor abundancia con 13 individuos distribuidas en cinco (05) especies, siendo la especie *Abrothrix andina* “Ratón campestre andino” la más abundante con seis (06) individuos, le sigue T16 con 10 individuos y O15 con ocho (08) individuos, mientras que las estaciones O15PC01 y O15PC8, presentaron abundancias de siete (07) y seis (06) individuos. Es importante señalar que la estación T6 (zona de abastecimiento de agua) no registro ningun individuo.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES (ÍNDICE DE OCURRENCIA Y ACTIVIDAD)

A partir de los datos obtenidos, por medio de evidencias directas e indirectas, para los índices de ocurrencia y actividad, se confirma la presencia de la “Vicuña” *Vicugna vicugna* y la “Vizcacha” *Lagidium viscacia* con un índice de actividad de 511 y 300 puntos, lo cual, nos indica la presencia y alta actividad en el Pajonal andino. Mientras que para *Hippocamelus antisensis* “Taruka” tiene valores mayores a 25 puntos, por tanto, también tiene actividad en este tipo de cobertura vegetal.

Cuadro 63. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en el Pajonal andino en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	O15PC1	O15PC8	T14	T15	T16	T20	T-6	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado					1 (He)	1 (He)		1 (He)	9	18
								4 pts	4 pts	4 pts			
								4 pts	4 pts	4 pts			
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña					6 (Obs)	6 (Obs) / 1 (Ca)	3 (Obs) / 1 (Est)	34 (Obs) / 1 (He) / 1 (Hu)	27	511
								10 pts	10 pts / 4 pts	10 pts / 4 pts	10 pts / 4 pts / 5 pts		
								60 pts	60 pts / 4 pts	30 pts / 4 pts	340 pts / 4 pts / 5 pts		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco					1 (Obs)				10	10
								10 pts					
								10 pts					
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruka					1 (He)	2 (Obs)			19	43
								4 pts	10 pts	1 (Obs) / 1 (He) / 1 (Hu)			
								4 pts	20 pts	10 pts / 4 pts / 5 pts	10 pts / 4 pts / 5 pts		
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha					2 (Obs)		24 (Obs)	4 (Obs)	10	300
								10 pts		10 pts	10 pts		
								20 pts		240 pts	40 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.3.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, el Pajonal andino presenta valores de diversidad que van desde bajos. El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0.54 bits/individuo en T20 hasta 1.24 bits/individuo en O15PC8, esta última estación de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta cobertura. El índice de Simpson fluctuó entre 0.45 probits/individuo para O15PC1 y 0.67 probits/individuo en O15PC8.

El índice de Pielou nos da una idea de cuánto se aparta una comunidad de especies registradas en una unidad de muestreo según su número de especies, en donde las mismas presentan igual abundancia. En este sentido, la mayoría de los puntos se acercan a la unidad, pues se encontraron valores entre 0.49 (T20) y 1.00 (T14), indicado que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuida de forma poco y casi uniforme para cada una de las especies registradas en cada punto de monitoreo evaluado.

Cuadro 64. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
T-6	0	0	—	—	—
O15PC8	4	6	1.24	0.67	0.90
T14	2	2	0.69	0.50	1.00
T15	3	4	1.04	0.63	0.95
T16	5	10	1.23	0.60	0.76
T20	3	13	0.54	0.27	0.49
O15	3	8	0.97	0.59	0.89
O15PC1	3	7	0.80	0.45	0.72

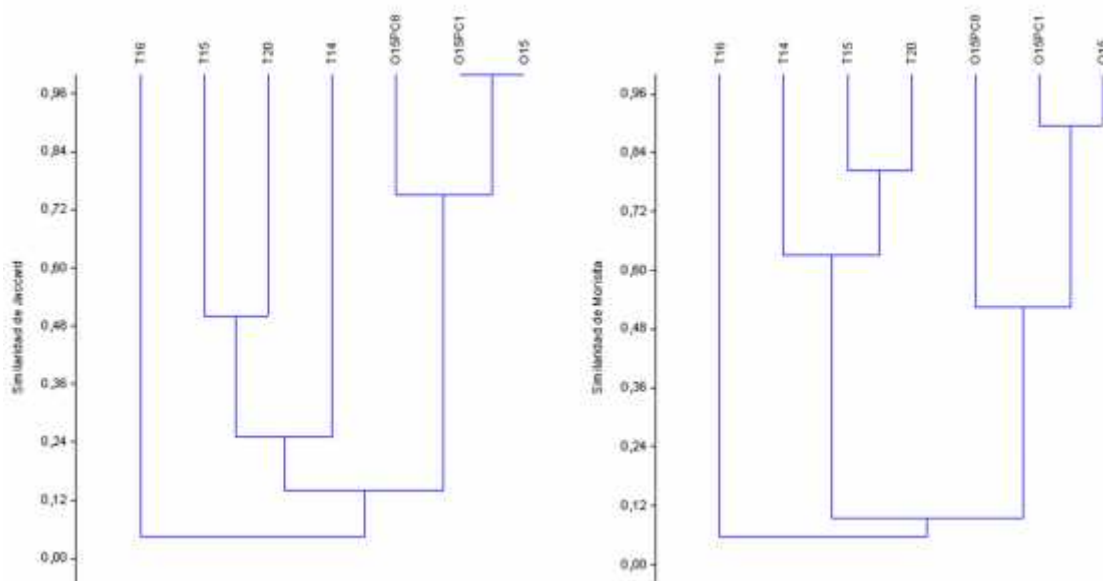
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.3.4. SIMILARIDAD

Según el análisis de Similitud de Jaccard, las estaciones de monitoreo que se agrupan con una similitud del 72 % fueron, O15PC8 y O15-O15PC1, debido a que comparten la especie "Ratón campestre de vientre blanco" *Akodon albiventer* (especie dominante). Las otras estaciones de monitoreo se van añadiendo a este grupo en la medida que comparten especies en común, pero en un porcentaje menor al 50 % de similitud.

Según el índice de Morisita, para el grupo conformado por O15PC8 y O15-O15PC1 con un 55 % de similitud, ambas comparten tres (03) especies y las abundancias son similares, a este grupo también se une la estación un grupo conformado por T14, T15-T20 con un 65 % de similitud.

Figura 133 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Pajonal andino en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.3. ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO

5.2.2.3.1. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones se reportaron tres (3) coberturas vegetales: Bosque relicto altoandino, Matorral arbustivo y Pajonal andino.

La cobertura del Bosque de relicto altoandino presentó como única formación vegetal el Matorral arbustivo donde se registraron dos (2) especies de roedores con seis (06) individuos, y un bajo valor para el índice de diversidad de Shannon-Wiener ($H' = 0.69$ bits/individuo).

En el caso de la cobertura de Matorral arbustivo, se presentaron tres (3) formaciones vegetales: como Cardonal-Piso de cactáceas columnares, Matorral arbustivo y Monte ribereño, donde se distribuyeron 10 estaciones de monitoreo. En el Matorral arbustivo se registró un total seis (6) especies y 19 individuos. Los valores obtenidos para el índice de Shannon-Wiener en esta cobertura fueron 1.31 bits/ind., lo que determina una baja diversidad.

La cobertura de Pajonal andino estuvo conformada por dos (2) formaciones vegetales: el Bosque de Polylepis y Matorral arbustivo-Pajonal andino, la estación con mayor riqueza y abundancia fue O15 con tres (3) especies y ocho (08) individuos. Los valores para el índice de Shannon-Wiener oscilaron entre 0.54 bits/ind y 1.24 bits/ind evidenciándose una baja diversidad.

Cuadro 65. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada húmeda 2022

Cobertura vegetal	Formación vegetal	Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	Matorral arbustivo	O31	2	6	0.69	0.5	1
Bosque relicto altoandino			2	6	0.69	0.5	1
Matorral arbustivo	Cardonal	M52	1	2	0	0	0
		O34	2	2	0.69	0.44	0.92
		OCONTROL	0	0	-	-	-
	Matorral arbustivo	O10	0	0	-	-	-
		O6	2	2	0.69	0.50	1.00
		O9	2	3	0.64	0.44	0.92
		O32	2	3	0.64	0.44	0.92
		O33	3	3	1.09	0.67	1.00
	Monte Ribereño	O8	0	0	-	-	-
T6		2	4	0.69	0.50	1.00	
Matorral arbustivo			6	19	1.59	0.77	0.89
Pajonal andino	Bosque de Polylepis	O15	3	8	0.97	0.59	0.89
	Matorral	O15PC8	4	6	1.24	0.67	0.90
	Pajonal - Matorral arbustivo	O15PC1	3	7	0.80	0.45	0.72
		T14	2	2	0.69	0.50	1.00
Pajonal andino			3	23	1.02	0.61	0.89
ZONA DE OPERACIÓN			7	48	1.49	0.74	0.77

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.3.2. ZONA DE ABASTECIMIENTO

En la zona de abastecimiento se determinó únicamente la cobertura de Pajonal andino donde se evaluaron cuatro (4) estaciones de monitoreo. En cuanto a la diversidad, la zona de abastecimiento presenta valores de diversidad bajos. El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0.54 bits/individuo en T20 hasta 1.23 en T16. El índice de Simpson fluctuó entre 0.27 probits/ind. para T20 y 0.63 probits/ind. en T15.

Cuadro 66. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada húmeda 2022

Coberturas vegetales	Formación vegetal	Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Pajonal andino	Pajonal	T15	10	76	1.93	0.83	0.84

Pajonal andino	Pajonal	T16	7	33	1.58	0.74	0.81
Pajonal andino	Pajonal	T20	16	122	1.53	0.63	0.55
Pajonal andino	Pajonal	T6-AB	9	67	1.72	0.76	0.78
ZONA DE ABASTECIMIENTO			8	27	1.56	0.70	0.75

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4. ANÁLISIS POR FORMACIÓN VEGETAL

5.2.2.4.1. ZONA DE OPERACIONES

5.2.2.4.1.1. BOSQUE DE POLYLEPIS

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la evaluación de la formación Bosque de Polylepis se evaluó una estación de monitoreo, O15, donde se registraron tres (03) especies, *Akodon albiventer* "Ratón campestre de vientre blanco", *Phyllotis osilae* "Ratón orejón de Asillo" y *Phyllotis xanthopygus* perteneciente a la familia Cricetidae (Orden Rodentia).

Cuadro 67. Listado de especies de roedores en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas

Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANO Y MAYORES

Durante la Temporada húmeda 2022 se evaluó una estación de monitoreo, O15, para esta formación vegetal se registraron una especie (01): *Hippocamelus antisensis* "Taruca" perteneciente a la familia Cervidae y orden Artiodactyla.

Cuadro 68. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	X

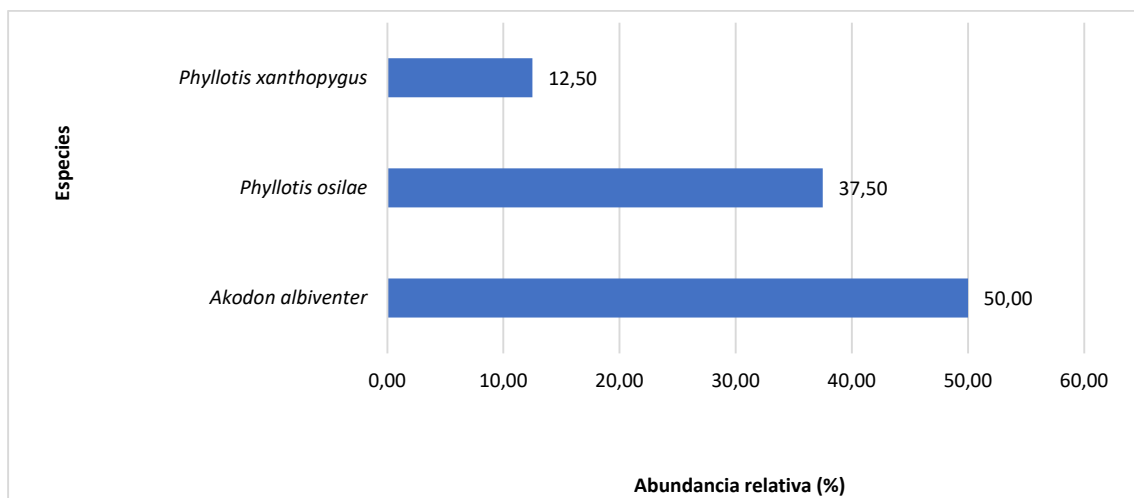
Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta formación compuesta únicamente por la estación O15, registró en total de tres (03) especies con una abundancia de ocho (08) individuos, predominando la especie *Akodon albiventer* “Ratón campestre de vientre blanco” con cuatro (04) individuos y abundancia relativa de 50 %.

Figura 134 Abundancia relativa de roedores en la formación Bosque de *Polylepis* en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES (ÍNDICE DE OCURRENCIA Y ACTIVIDAD)

A partir de los datos obtenidos por medio de evidencias directas (avistamiento de individuos), la *Hippocamelus antisensis* “Taruca” obtuvo un índice de actividad de 4 puntos para el Bosque de *Polylepis*, confirmando así su presencia en esta formación y niveles bajos de actividad.

Cuadro 69. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	IO	IA
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	1 (He)	4	4
				4 pts		
				4 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad
He: Heces; Ma: Madriguera

Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad, el Bosque de *Polylepis* presenta valores bajos de diversidad (0.97 bits/ind.), debido a la presencia de tres especies.

Cuadro 70. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15	3	8	0.97	0.59	0.88

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.1.2. CARDONAL - PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la evaluación de la formación Cardonal-Piso de Cactáceas columnares se evaluaron tres estaciones de monitoreo, O134, OCONTROL y M-52, donde se registraron tres (03) especies, *Phyllotis magister* "Ratón orejón maestro", *Phyllotis osilae* "Ratón orejón de Asillo" y *Phyllotis xanthopygus* perteneciente a la familia Cricetidae (Orden Rodentia).

Cuadro 71. Listado de especies de roedores en la formación de Cardonal-Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O34	OCONTROL	M-52
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	X		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo	X		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas			X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANO Y MAYORES

Durante la Temporada húmeda 2022 se evaluaron las estaciones de monitoreo, O34, OCONTROL y M-52, para esta formación vegetal se registraron tres especies (03), pertenecientes a tres familias y tres ordenes.

Cuadro 72. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Cardonal-Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O34	OCONTROL	M-52
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	X		X
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco			X
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha			X

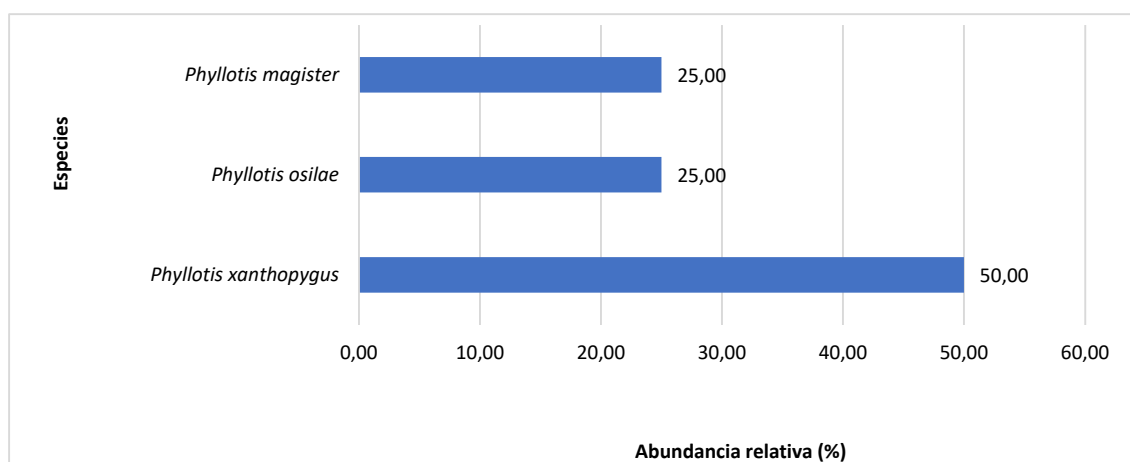
Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta formación compuesta únicamente por las estaciones de monitoreo, O34, OCONTROL y M-52, registró en total de tres (03) especies con una abundancia de cuatro (04) individuos, predominando la especie *Phyllotis xanthopygus* “Ratón orejón de ancas amarillentas” con dos (02) individuos y abundancia relativa de 50 %.

Cuadro 73. Abundancia relativa de roedores en la formación Cardonal-Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES (ÍNDICE DE OCURRENCIA Y ACTIVIDAD)

A partir de los datos obtenidos por medio de evidencias directas (avistamiento de individuos), la *Lama guanicoe* “Guanaco” obtuvo un índice de actividad de 84 puntos para el Bosque de Polylepis, confirmando así su presencia y actividad en esta formación vegetal, siendo las demás especies presentes más no realizan sus actividades.

Cuadro 74. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Cardonal-Piso de Cactáceas columnares en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O34	OCONTROL	M-52	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (Obs)		1 (He)	14	14
				10 pts		4 pts		
				10 pts		4 pts		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco			8 (Obs) / 1 (Hu)	15	85
						10 pts / 5pts		

						80 pts / 5 pts		
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha			2 (Obs)	10	20
						10 pts		
						20 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Hece; Ma: Madriguera

Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad, el Bosque de *Polylepis* presenta valores bajos de diversidad (0.69 bits/ind.), debido a la presencia de tres especies.

Cuadro 75. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada húmeda 2022

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O34	2	2	0.69	0.5	1.00
OCONTROL	0	0	-	-	-
M-52	1	2	0	0	0

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.1.3. MATORRAL ARBUSTIVO

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Se evaluó siete (07) estaciones de monitoreo durante la Temporada húmeda, registrándose un total de cinco (05) especies, todas pertenecientes a la familia Cricetidae del orden Rodentia. El punto de monitoreo de mayor riqueza fue O15PC8 con cuatro (04) especies, seguida de la estación O33 con tres (3) especies en cada una, las demás estaciones registraron dos (2) especies, con excepción de O10 que no registró especies.

Cuadro 76. Listado de especies de roedores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre común	O10	O31	O6	O9	O32	O33	O15PC8
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco			X	X			X

Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejón de Lima						X	
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix andina</i>	Ratón campestre andino							X
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo		X	X	X	X	X	X
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas		X			X	X	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Para la formación Matorral arbustivo se evaluaron siete (7) estaciones de monitoreo: O10, O15PC1, O31, O6, O9, O32 y O33, se obtuvo registros de evidencias directas ni indirectas para mamíferos medianos y mayores para las cinco (05) primeras estaciones. Con el registro de cuatro (4) especies distribuidas en tres (3) órdenes y tres (3) familias: *Lycalopex culpaeus*, *Hippocamelus antisensis*, *Lama guanicoe*, *Lagidium viscacia*.

Cuadro 77. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O10	O15PC8	O31	O6	O9	O32	O33
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado		X	X		X		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca		X	X	X	X		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		X					
Rodentia	Chinchilidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha			X	X			

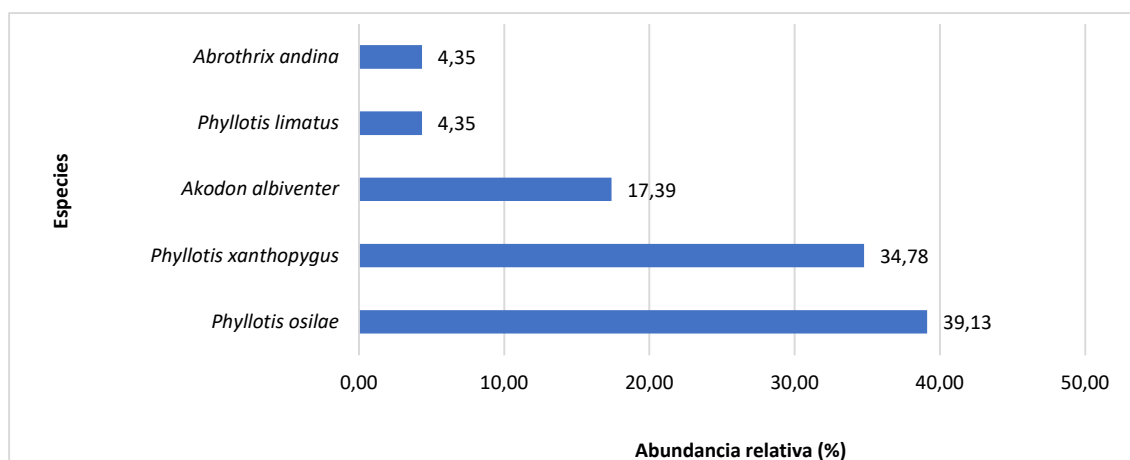
Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta formación estuvo compuesta por los puntos O10, O15PC8, O31, O6, O9, O32 y O33, y se registró un total de 23 individuos. La especie más abundante fue el "Ratón orejón de Asilo" *Phyllotis osilae* con 9 individuos (39.13 % abundancia relativa), seguido *Phyllotis xanthopygus* "Ratón orejón de ancas amarillentas" con ocho (08) individuos (34.78 %), *Akodon albiventris* "Ratón campestre de vientre blanco" con cuatro (04) individuos (17.39 %).

Figura 135 Abundancia relativa de roedores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la abundancia de roedores por estaciones de monitoreo en el Matorral arbustivo, O15PC8 y O31 obtuvieron el mayor registro de abundancia con seis (06) individuos; le sigue O9, O32 y O33 con un total de tres (03) individuos.

MAMÍFEROS MENORES Y MAYORES (ÍNDICE DE OCURRENCIA Y ACTIVIDAD)

A partir de los datos obtenidos, por medio de evidencias directas e indirectas, para los índices de ocurrencia, se confirma la presencia *Hippocamelus antisensis* "Taruca", debido a que obtuvo valores superiores a 10 y 25 de puntuación (MINAM, 2015). Del mismo modo para *Lycalopex culpaeus* "Zorro colorado", esta presente y realiza sus actividades en este tipo de cobertura vegetal.

Cuadro 78. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O10	O31	O6	O9	O3 2	O3 3	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (Ma)	1 (Obs)		1 (Obs)			1	3
				4 pts	10 pts		10 pts		4	4	
				4 pts	10 pts		10 pts				
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	1 (He)	3 (IObs) /1 (Hu)	1 (Hu)	1 (Obs)			1	5
				4 pts	10 pts / 5 pts	5 pts	10 pts		9	4	
				4 pts	30 pts / 5 pts	5 pts	10 pts				
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	1 (Hu)						5	5
				5 pts							
				5 pts							
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha		1 (IObs) /1 (He)					1	1
					10 pts / 4 pts				4	4	

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O10	O31	O6	O9	O3 2	O3 3	IO	IA
					10 pts / 4 pts						

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la formación de Matorral arbustivo presentó valores de diversidad bajos. El índice de Shannon obtuvo valores entre 0.64 bits/individuo en O9 y O32 hasta 1.24 bits/individuo en O15PC8, este último punto de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta formación. El índice de Simpson fluctuó entre 0.44 Probits/individuo para O9 y 32 y 0.63 probits/individuo en O33 y O15PC8.

El índice de Pielou nos da una idea de cuánto se aparta una comunidad de especies registradas en una unidad de muestreo según su número de especies, en donde las mismas presentan igual abundancia. En este sentido, la mayoría de los puntos se acercan a la unidad, lo que nos indica que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuida de forma uniforme para cada una de las especies registradas.

Cuadro 79. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O31	2	6	0.69	0.50	1.00
O15PC8	4	6	1.24	0.67	0.90
O10	0	0	–	–	–
O6	2	2	0.69	0.50	1.00
O9	2	3	0.64	0.44	0.92
O32	2	3	0.64	0.44	0.92
O33	3	3	1.10	0.67	1.00

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.1.4. MONTE RIBEREÑO

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Dos (2) estaciones de monitoreo fueron evaluados (O8, T6-OP) durante la Temporada húmeda en esta formación vegetal, registrándose un total de dos (2) especies de roedores pertenecientes a la familia Cricetidae (Orden Rodentia). La estación T6 (zona de operaciones) presentó las dos (2) especies registradas, mientras que la estación O8 no registró especies.

Cuadro 80. Listado de especies de roedores en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre común	O8	T6-OP
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii		X
		<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo		X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Para la formación Monte ribereño se evaluaron dos (2) estaciones de monitoreo: O8 y T6, se obtuvo registros de evidencias directas ni indirectas para mamíferos medianos y mayores para las cuatro primeras estaciones. Con el registro dos (02) especies distribuidas en dos (02) órdenes y dos (02) familias: *Lycalopex culpaeus*, *Lama guanicoe*, y *Lagidium viscacia*.

Cuadro 81. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O8	T6-OP
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	X	
Rodentia	Chinchilidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	x	

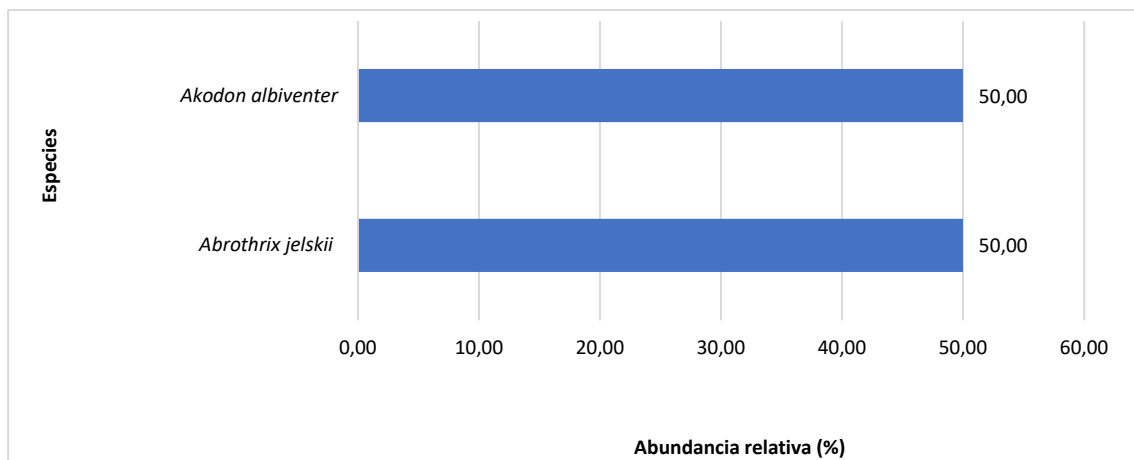
Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

MAMÍFEROS MENORES

Esta formación compuesta por las estaciones de monitoreo O8 y T6, registró en total cuatro (04) individuos. La especie más abundante fue el "Ratón campestre de Jelskii" *Abrothrix jelskii* con dos (01) individuos (50 % abundancia relativa), seguido del "Ratón campestre de vientre blanco" *Akodon albiventer* con dos (02) individuo (50 %).

Figura 136 Abundancia relativa de roedores en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de abundancia por estaciones de monitoreo, la estación T6-OP fue la única que obtuvo registros por tanto presentó el mayor número de individuos.

MAMÍFEROS MENORES Y MAYORES (ÍNDICE DE OCURRENCIA Y ACTIVIDAD)

A partir de los datos obtenidos, por medio de evidencias directas e indirectas, para los índices de ocurrencia, no se confirma la presencia de las especies registradas por tener valores menores a 10 y 25 puntos (MINAM, 2015).

Cuadro 82. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	T6-OP	O8	IO	IA
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		2 (Hu)	5	10
					5 pts		
					10 pts		
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana		2 (Obs)	10	20
					10 pts		
					20 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, se obtuvieron valores muy bajos, 0.69 bits/ind para el índice de Shannon-wiener y para índice de Simpson, 0.50 probits/ind). Respecto al índice de Pielou los valores obtenidos se acercan a la unidad (1) lo que nos indica que las abundancias de sus especies se encuentran distribuidas de forma uniforme en cada punto de monitoreo.

Cuadro 83. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O8	0	0	-	-	-
T6	2	4	0.69	0.50	1.00

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.1.5. PAJONAL-MATORRAL ARBUSTIVO

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Dos (2) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada húmeda en esta unidad de vegetación registrándose un total de cuatro (04) especies, todas pertenecientes a la familia Cricetidae del orden Rodentia. El punto de monitoreo O15PC1 registró las tres (3) especies. Mientras que la estación T14 se registraron dos (02) especies.

Cuadro 84. Listado de especies de roedores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15CP1	T14
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii		X
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	X	
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo	X	X
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas	X	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

En esta formación se registraron dos (2) especies, el "Guanaco" *Lama guanicoe* perteneciente a la familia Camelidae y la "Taruca" *Hippocamelus antisensis* que pertenece a la familia Cervidae del orden Artiodactyla. Todas especies fueron registradas únicamente en el punto de monitoreo O15PC1.

Cuadro 85. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15CP1	T14
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	X	
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	X	

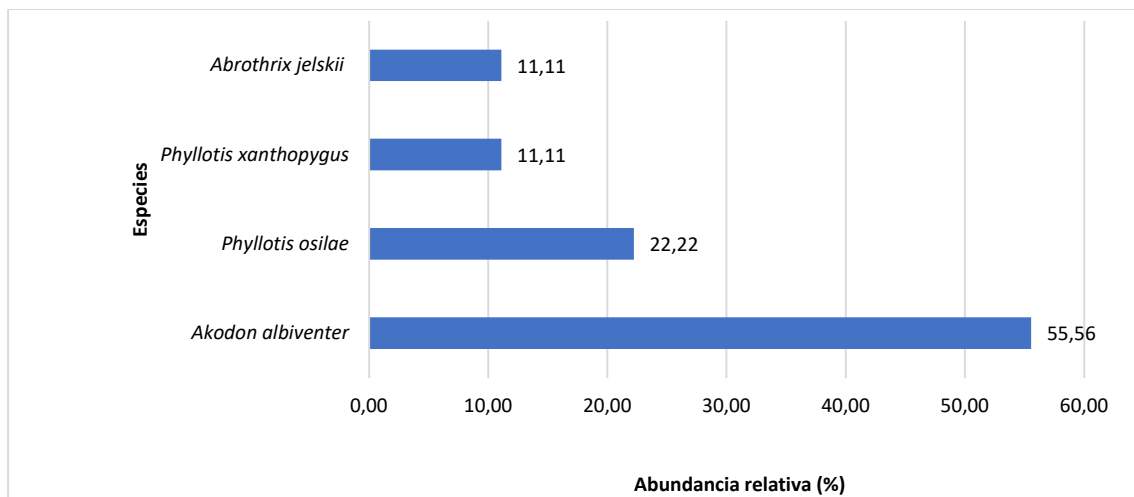
Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta formación compuesta por las estaciones de monitoreo O15PC1 y T14, registró en total nueve (09) individuos. La especie más abundante fue el “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* con cinco (05) individuos (55.56 % abundancia relativa), seguido del “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis osilae* con dos (02) individuos (22.22%) y las demás especies tuvieron una abundancia absoluta de un individuo, es decir, 11.11 %.

Figura 137 Abundancia relativa de roedores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES (ÍNDICE DE OCURRENCIA Y ACTIVIDAD)

A partir de los datos obtenidos, por medio de evidencias directas e indirectas, no se confirma la presencia de las dos especies: *Lama guanicoe* y *Hippocamelus antisensis*, debido que presentan valores menores a 10 puntos. Si bien se determina su presencia los niveles de actividad en esta cobertura vegetal son bajos, por tener valores menores a 25 puntos, por tanto, no tiene alta actividad en el Pajonal-Matorral arbustivo.

Cuadro 86. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	T14	O15PC1	IO	IA
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		1 (IObs)	10	10
					10 pts		
					10 pts		
Artiodactyla	Cervidae		Taruca		2 (IObs)	10	20

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	T14	O15PC1	IO	IA
		<i>Hippocamelus antisensis</i>			10 pts		
					20 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

La formación de Pajonal-Matorral arbustivo presentó una diversidad baja, cuyos índices de Shannon-Wiener fueron 0.80 bits/ind en O15PC1 y 0.45 probit/ind, y una equidad de 0.73 que nos demuestra la predominancia de una especie. En menor número se estimó la diversidad alfa para la estación T14.

Cuadro 87. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15PC1	3	7	0.80	0.45	0.72
T14	2	2	0.69	0.50	1

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.2. ZONA DE ABASTECIMIENTO

5.2.2.4.2.1. PAJONAL ANDINO

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

MAMÍFEROS MENORES TERRESTRES (ROEDORES)

De las cuatro (4) estaciones de monitoreo que fueron evaluados durante la Temporada húmeda en esta unidad de vegetación registrándose un total de ocho (08) especies, pertenecientes a la familia Cricetidae y Ctenomyidae del orden Rodentia. El punto de monitoreo T6 (zona de abastecimiento) no registró especies, mientras que T16 registró el mayor número de especies, cinco (05) especies. Es importante señalar que la estación T15 y T20 registraron tres (03) especies.

Cuadro 88. Listado de especies de roedores en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre común	T15	T16	T20	T6
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix andina</i>	Ratón campestre andino		6		
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii	2		11	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	T15	T16	T20	T6
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon subfuscus</i>			1		
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime; pericote de los Andes	1	1		
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	Ratón orejón puntado		1		
Rodentia	Ctenomyidae	<i>Ctenomys peruanus</i>	Tuco Tuco peruano	1		1	
Rodentia	Cricetidae	<i>Eligmodontia hirtipes</i>	Ratón vespertino rojizo		1		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas			1	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Para la evaluación de esta formación vegetal se buscaron evidencias directas e indirectas en cuatro estaciones de monitoreo. Como resultado se registró un total de cuatro (4) especies, el “Vicuña *Vicugna vicugna* perteneciente a la familia Camelidae y *Hippocamelus antisensis* perteneciente a la familia Cervidae, y orden Artiodactyla; y la “Vizcacha” *Lagidium viscacia* que pertenece a la familia Chinchillidae del orden Rodentia y *Lycalopex culpaeus* “Zorro colorado”.

Cuadro 89. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre común	T15	T16	T20	T6
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	X	X		X
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	X	X	X	X
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	X			
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	X		X	X

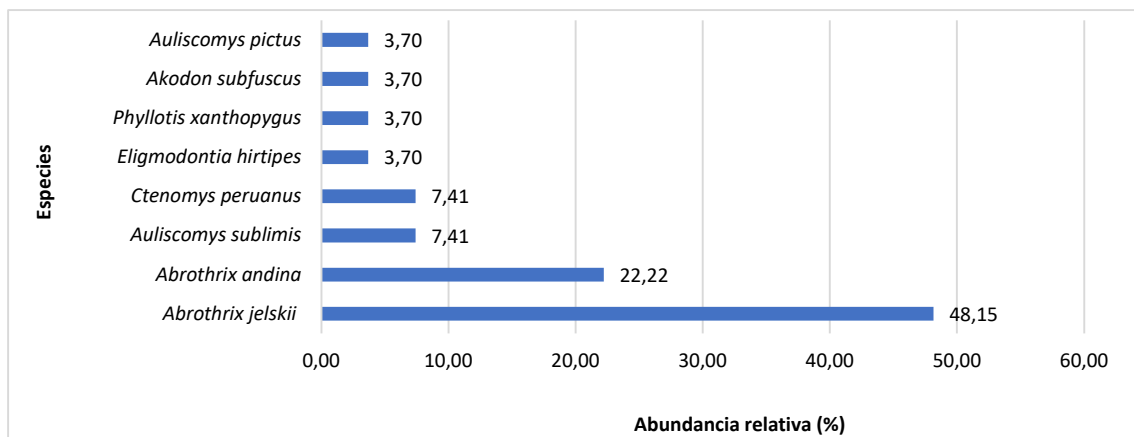
Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

MAMÍFEROS MENORES TERRESTRES (ROEDORES)

Esta formación compuesta por las estaciones de monitoreo T14, T15, T20 y T6 (zona de abastecimiento), registró en total 27 individuos. La especie más abundante fue el *Abrothrix jelskii* con 13 individuos (48.15 % abundancia relativa), seguido de *Abrothrix andina* con seis (06) individuos (22.22 %).

Figura 138 Abundancia relativa de roedores en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de abundancia por estaciones de monitoreo, T20 obtuvo la mayor abundancia con 13 individuos; mientras que T15 registró 4 individuos, siendo las especies más abundantes “Ratón orejón boliviano” *Auliscomys boliviensis* con tres (3) individuos cada una.

MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES (ÍNDICE DE OCURRENCIA Y ACTIVIDAD)

A partir de los datos obtenidos, por medio de evidencias directas e indirectas, se confirma la presencia de todas las especies, así como altos niveles de actividad de estas especies en la formación vegetal Pajonal, por tener valores mayores a 10 para el índice de ocurrencia (presencia) y mayores de 25 para el índice de abundancia (actividad).

Cuadro 90. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal en temporada húmeda 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	T15	T16	T20	T-6	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (Hu)	1 (He)		1 (He)	9	18
				5 pts	4 pts		4 pts		
				5 pts	4 pts		4 pts		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	6 (Obs)	6 (Obs) / 1 (Ca)	3 (Obs) / 1 (Est)	34 (Obs) / 1 (He) / 1 (Hu)	23	441
				10 pts	10 pts / 4 pts	10 pts / 4 pts	10 pts / 4 pts / 5 pts		
				60 pts	60 pts / 4 pts	30 pts / 4 pts	340 pts / 4 pts / 5 pts		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruka	1 (Obs) / 1 (He) / 1 (Hu)				19	43
				10 pts / 4 pts / 5 pts					
				10 pts / 4 pts / 5 pts					
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	2 (Obs)		24 (Obs)	4 (Obs)	10	300
				10 pts		10 pts			
				20 pts		40 pts			

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

La formación de Pajonal presentó una diversidad baja, cuyos índices de Shannon-Wiener fueron 1.04 bits/ind en T15 y 1.06 bit/ind en T20. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores de 0.27 y 0.63 probits/ind. y 0.76 y 0.95 respectivamente, lo que indica la predominancia de algunas especies y distribución casi homogénea de los individuos entre las especies registradas.

Cuadro 91. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
T15	3	4	1.04	0.63	0.95
T16	5	10	1	0.6	0.76
T20	3	13	0.54	0.27	0.49
T-6	0	0	—	—	—

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.5. CENSO DE VICUGNA VICUGNA “VICUÑA” Y HIPPOCAMELUS ANTISENSIS “TARUCA”

El censo de “Vicuña” y “Taruca” fue realizado durante horas de la mañana. Se realizaron transectos de 2.5 km, lo cual dependió de la accesibilidad y estado del área de evaluación, así como las condiciones de bioseguridad de la empresa en el marco de la emergencia sanitaria.

Los datos que se tomaron en cuenta fueron registros directos (avistamientos) e indirectos (huellas, estercoleros, revolcaderos, vocalizaciones), estos fueron fotografiados en lo posible y georreferenciados. En el siguiente cuadro se presenta el registro de datos del censo de “vicuñas” y “tarucas”, como se observa en total se avistaron 91 de vicuñas y ocho (08) tarucas y registros indirectos de estas especies como heces y huellas.

Cuadro 92. Registros directos e indirectos de “Vicuñas” y “Tarucas” en temporada húmeda 2022

Punto de monitoreo	Coordenadas UTM		<i>Hippocamelus antisensis</i> “Taruca”		<i>Vicugna vicugna</i> “Vicuña”					
	Este	Norte	Avistamiento	Huella	Avistamiento	Estercolero	Fec a	Huell a	Revolcadero	Sende ro
Ma-01	340787	8141666			31					
	341083	8140059			6					
	340860	8138868			15					

Punto de monitoreo	Coordenadas UTM		<i>Hippocamelus antisensis</i> "Taruca"		<i>Vicugna vicugna</i> "Vicuña"					
	Este	Norte	Avistamiento	Huella	Avistamiento	Estercoleo	Fec a	Huell a	Revolcadeo	Sendero
	341473	8137448			8					
	342483	8137830			7					
	343214	8138353			7					
	343337	8139726			11					
	342441	8140413					1			
	344132	8138920								
Ma-02										
Ma-03	358407	8150194								
	354915	8149267					1			
	354918	8149128		1						
Ma-04										
Ma-05	367654	8151159	8							
	368462	8150862					1			
	368421	8250921		1						
	365031	8150169		1						
	365338	8151678			6					

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.6. CENSO DE LAMA GUANICOE "GUANACO"

El guanaco (*Lama guanicoe*) es el artiodáctilo silvestre más grande del continente sudamericano. Es una especie poligínica y monomórfica, característica de zonas áridas o semiáridas y considerada migratoria facultativa. En el Perú se distribuye en las vertientes occidentales de los Andes desde La Libertad en el norte, hasta Puno y Tacna en el sur (CONACS, 1997). Al ser una especie generalista y oportunista puede habitar diversas ecorregiones del Perú, principalmente la serranía esteparia y la puna.

Existen reportes de la presencia de guanacos desde los 432 msnm en las lomas costeras de San Fernando, en la provincia de Nazca, Ica (Injante, 2006), hasta los 4815 msnm en la provincia de Condesuyos, Arequipa. Según Grimwood (1969), los guanacos eran muy comunes a lo largo de la

costa y las partes altas de las vertientes occidentales del Perú. Sin embargo, su población se ha reducido durante las últimas décadas; así se estimó a mediados de la década del 60 unos 5000 ejemplares a nivel nacional, de los cuales el 20 % se hallaban en la ex hacienda Calipuy, hoy Reserva Nacional de Calipuy. Posteriormente Hoces (1992) estima una población de 1347 guanacos considerando los censos realizados en seis áreas de conservación distribuidas en cinco departamentos (La Libertad, Ayacucho, Arequipa, Moquegua y Puno). En el año 1996, como resultado de un censo nacional, se reportaron 3810 individuos distribuidos en nueve departamentos (CONACS, 1997). Actualmente el guanaco está clasificado por el gobierno peruano como especie en “peligro crítico de extinción” (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), con una población estimada inferior a los 3000 individuos.

El censo de “Guanacos” fue ejecutado en un (1) solo día, cada grupo compuesto por dos (2) investigadores se desplazó a cada una de las estaciones por horas de la mañana entre las 7:00 y 8:00 am. Se realizaron transectos entre dos (2) y cuatro (4) km de distancia.

Los datos que se tomaron en cuenta fueron registros directos (avistamientos) e indirectos (huellas, estercoleros, revolcaderos, vocalizaciones), estos fueron fotografiados en lo posible y georreferenciados. En el siguiente cuadro se presenta el registro de datos del censo de guanacos en el área de estudio.

Cuadro 93. Registros directos e indirectos de “Guanaco” en temporada húmeda 2022

Estación de monitoreo	Coordenadas UTM		<i>Lama guanicoe</i>			
	Este	Norte	Avistamiento	Heces	Huella	Estercolero
Quebrada Salviani	328071	8105955	7			
	323796	8104321	2			
	323349	8105371	2			
	327954	8105981	1			
Cerro prieto	323684	8102592		1		
	324466	8102789	2			
Pampa Tolar	324522	8099728	10			
	326133	8099965	17			
	326290	8099830	5			
Quebrada Yarito	325044	8096630			1	
	324222	8096569				1
	328164	8095794	9			

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.7. ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

5.2.2.7.1. ESPECIES CATEGORIZADAS EN LA NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

Según la legislación nacional en la lista “Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre” del D.S. N° 004-2014-MINAGRI, tres (3) especies de las 16 registradas se encuentran categorizadas, la “Vicuña” *Vicugna vicugna* bajo la categoría de “Casi Amenazada” (NT), *Lama guanicoe* se encuentra en la categoría de Peligro Crítico (CR) y la “Taruca” *Hippocamelus antisensis* categorizada como Vulnerable (VU) (Cuadro 89).

Según legislación internacional, de las 17 especies registradas, la “Taruca” *Hippocamelus antisensis* se encuentra en la categoría de Vulnerable (VU) y *Lama guanicoe* se encuentra en la categoría de Peligro Crítico (CR) de la Lista Roja de la IUCN. La “Taruca” está catalogada como Vulnerable debido al pequeño tamaño de su población y declive, alcanzando cifras < 30%, se sospecha que es el resultado de la caza y la reducción del hábitat debido a la destrucción de la calidad de su entorno.

Para el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), tres especies se encuentran en el Apéndice II: el “Zorro colorado” *Lycalopex culpaeus*, el “Guanaco” *Lama guanicoe* y la “Vicuña” *Vicugna vicugna*; y una (1) especie se encuentra en el Apéndice I: la “Taruca” *Hippocamelus antisensis*.

Cuadro 94. Especies de aves en categorías de Conservación Nacional e Internacional en el área del proyecto en temporada húmeda 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	D.S. N° 004-2014 - MINAGRI	IUCN (2022)	CITES (2022)	Endemismo
1	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix andina</i>	Ratón campestre andino	-	LC	-	-
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii	-	LC	-	-
3	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	-	LC	-	-
4	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon subfuscus</i>		-	LC	-	-
5	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime; pericote de los Andes	-	LC	-	-
6	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	Ratón orejón puntado	-	LC	-	-
7	Rodentia	Ctenomyidae	<i>Ctenomys peruanus</i>	Tuco Tuco peruano	-	LC	-	E
8	Rodentia	Cricetidae	<i>Eligmodontia hirtipes</i>	Ratón vespertino rojizo	-	LC	-	-
9	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejón de Lima	-	LC	-	-
10	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejón maestro	-	LC	-	-
11	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo	-	LC	-	-
12	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas	-	LC	-	-
13	Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	-	LC	II	-
14	Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	NT	LC	II	-
15	Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	CR	CR	II	-
16	Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	VU	VU	I	-
17	Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	-	LC	-	-

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.7.2. ESPECIES ENDÉMICAS

En el presente monitoreo, se registraron una (01) especie endémica *Ctenomys peruanus* “Tuco Tuco peruano.

5.2.2.7.3. ESPECIES POTENCIALES DE USO LOCAL

Para complementar la información cualitativa se realizaron entrevistas a los apoyos locales de las zonas aledañas a las áreas evaluadas, para lo cual, se preguntó sobre los usos que realizan de las especies de mamíferos registrados para el área del proyecto. No se registraron especies con importancia para las poblaciones locales.

5.2.2.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL MAP 10 TH VS LAS ANTERIORES CAMPAÑAS

Se realizó un análisis comparativo con datos de riqueza y abundancia del informe de Monitoreo Biológico de Temporada húmeda del año 2015, 2019, 2021 y el presente monitoreo de Temporada húmeda 2022. Asimismo, se incluye información de las campañas anteriores del 2007 y 2013.

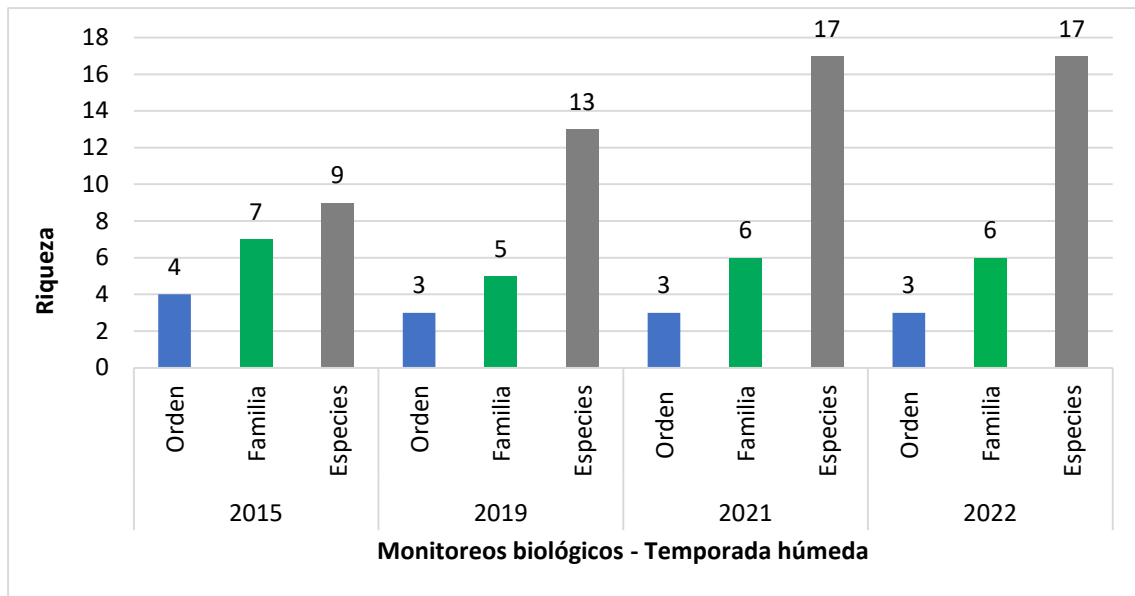
Comparativo histórico a nivel de riqueza y abundancia de especies por zonas durante los monitoreos de la Temporada húmeda 2007 (EIA), 2013 (EIA), 2015 (MAP), 2019 (MAP), 2022 (MAP)

De los resultados obtenidos de los estudios biológicos realizados a partir del 2007 hasta la actualidad, para la Temporada húmeda se evidencia cambios en el tiempo de la riqueza de especies principalmente para la zona de abastecimiento, con una notable caída para la campaña del 2013 y ligera recuperación en el 2015 y 2019 , sin embargo, para el 2021 y 2022 en la Temporada húmeda se evidencia que la riqueza de especies se mantiene en términos general, esto como consecuencia a diversos factores como la disponibilidad de recurso alimenticios, zonas de refugio y expansión de las actividades propias del proyecto; ya que el esfuerzo de muestreo es menor al aplicado en el 2021.

Para la zona de operaciones se observa un patrón distinto de comportamiento de la riqueza de especies, manteniéndose ligeramente la riqueza en las evaluaciones del 2007, 2013, 2015 y 2022.

Respecto a la abundancia de roedores, el comportamiento es distinto al presentado en la riqueza de especies, en este caso, la zona de operaciones presenta una disminución gradual en el tiempo de la abundancia de roedores.

Figura 139 Riqueza de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada húmeda 2015, 2021, 2021 y 2022.

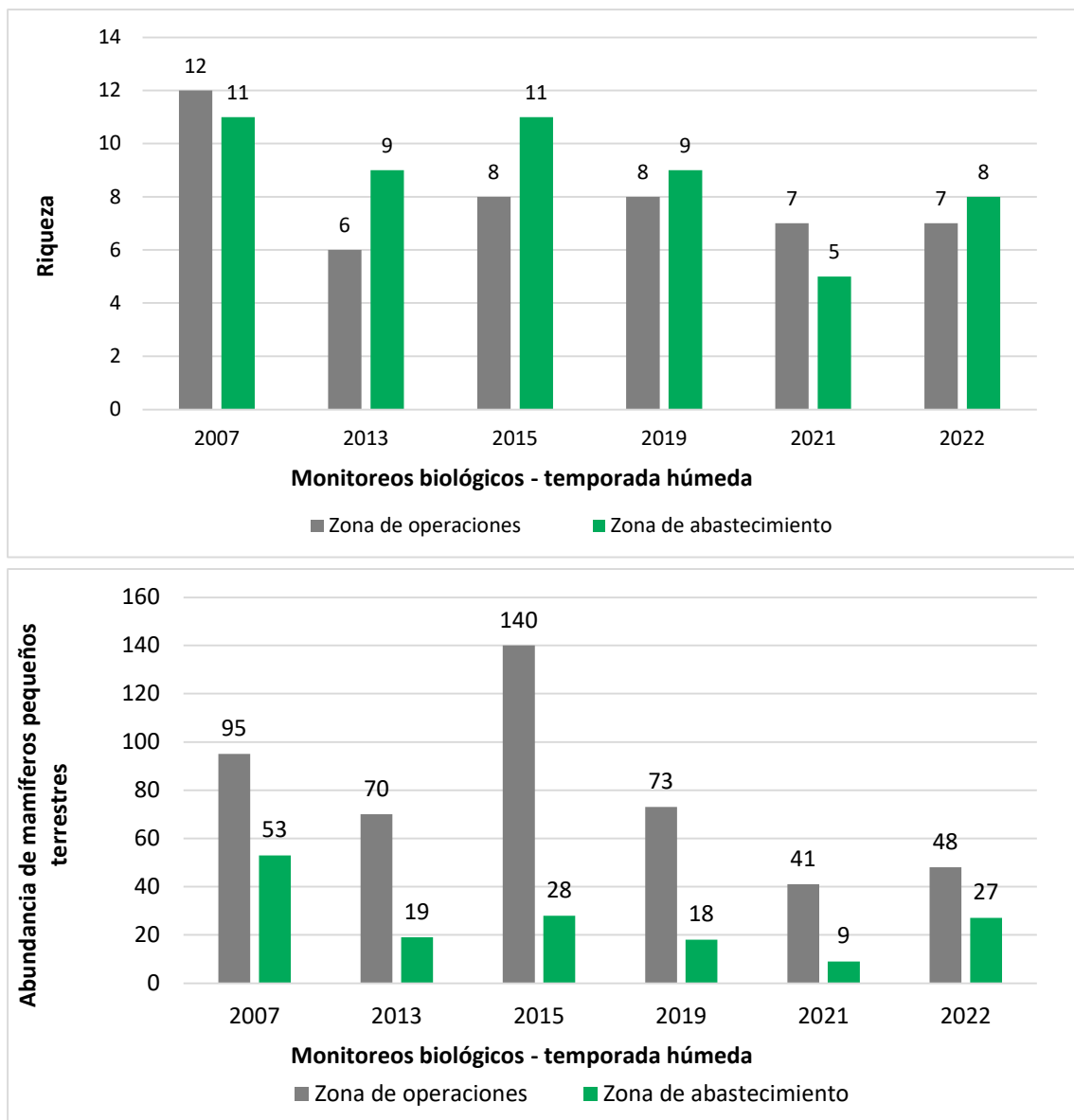


Elaboración: ASILORZA, 2022.

Para la zona de abastecimiento se evidencia un cambio en el tiempo poco diferenciado con una disminución de considerable en la campaña del 2015, y una ligera recuperación de la abundancia del en las campañas siguientes.

Sin embargo, para ambas zonas se evidencia la disminución gradual en el tiempo y espacio de las riqueza y abundancia de mamíferos, pudiéndose deber a diversos factores como la disponibilidad de alimento, refugio o pérdida de hábitats.

Figura 140 Riqueza y abundancia de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada húmeda 2007, 2013, 2015, 2019 y 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3. HERPETOFAUNA

5.2.3.1. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.2.3.1.1. ESFUERZO DE MUESTREO

En el área del proyecto se evaluó un total de 64 VES, distribuidos en 19 estaciones de monitoreo. Es importante mencionar que, en comparación con las campañas anteriores, Campaña 8 (TH) y 9 (TS) se evaluaron tres estaciones de monitoreo más, O15PC8, O32 y O33, correspondientes a la cobertura vegetal Pajonal andino y Matorral arbustivo (O32 y O33). Asimismo, se tiene una diferencia a nivel de esfuerzo de muestreo ya que en esta campaña no se aplicó el método Transecto de banda fija (TBF).

Cuadro 95. Esfuerzo de muestreo realizado en el área del proyecto en temporada húmeda 2022

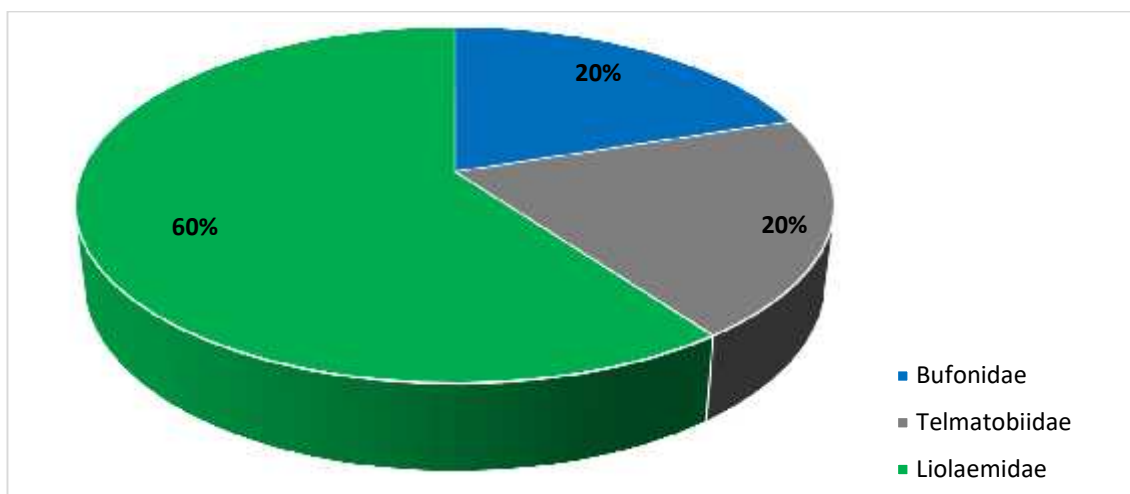
Cobertura vegetal	Transecto de Banda Fija (TBF)	Búsqueda por Encuentro Visuales (VES)
Matorral arbustivo		39
Bosque relicto altoandino		4
Pajonal andino		42
Total	0	64

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.1.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En toda el área del proyecto considerando los muestreos cuantitativos y cualitativos durante la Temporada húmeda se reportó un total de cinco (5) especies, de los cuales dos (2) corresponden a la clase Amphibia, Orden Anura y a las familias Telmatobiidae y Bufonidae y tres (3) de la clase Reptilia, orden Squamata, familia Liolaemidae.

Figura 141 Composición de especies a nivel de familias en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 96. Número de familias, géneros y especies de anfibios y reptiles registrados en temporada húmeda 2022

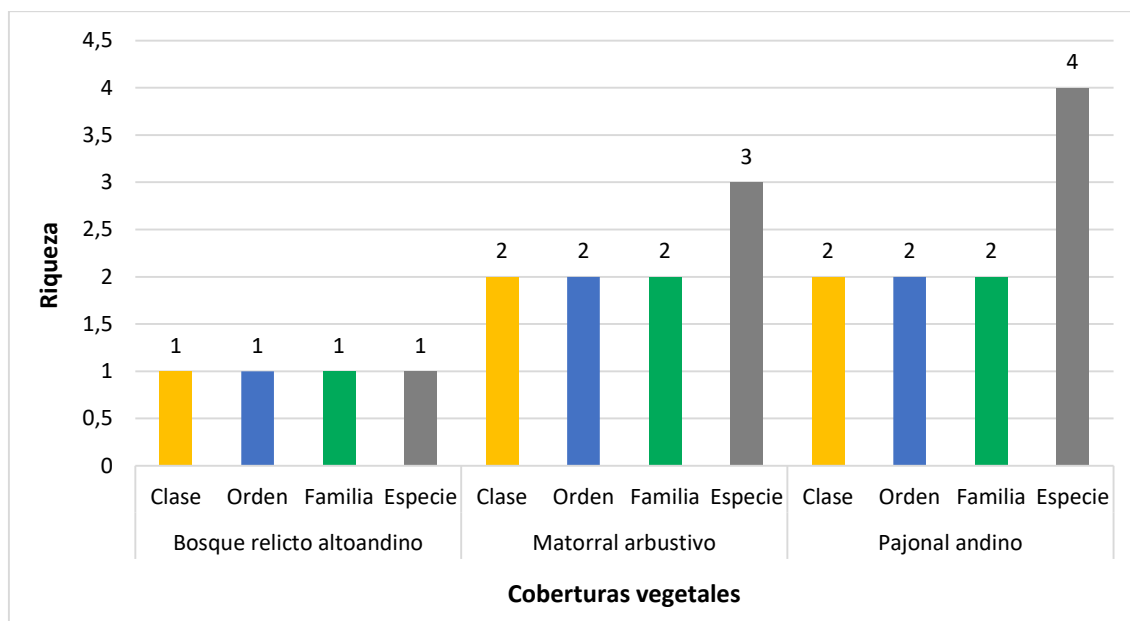
Clase	Orden	N° de familias	N° de Géneros	N° de especies
Amphibia	Anura	2	2	2
Reptilia	Squamata	2	2	3
Total		4	2	5

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Las cinco (05) especies identificadas: *Rhinella spinulosa* “jamp'atu, ampatu, sapo”, *Telmatobius peruvianus* “rana acuática, k'ayra”, *Liolaemus cf-signifer* “lagartija, qalaiwa”, *Liolaemus tacnae* “lagartija, qalaiwa”, y *Liolaemus sp.*, fueron registradas mediante el método de Encuentros visuales (VES).

En relación con la riqueza de especies por tipo de la cobertura vegetal según el MINAM (2015), mayor riqueza de especies se registró en el Pajonal andino con cuatro (4) especies (1 Amphibia y 2 Reptilia), seguido del Pajonal andino con tres (3) especies (2 Amphibia y 1 Reptilia), mientras que en el Bosque Relicto Altoandino registró una (1) especie perteneciente al Orden Squamata, familia Liolaemidae.

Figura 142 Número de especies, familias, órdenes y clases por cobertura vegetal en temporada húmeda 2022

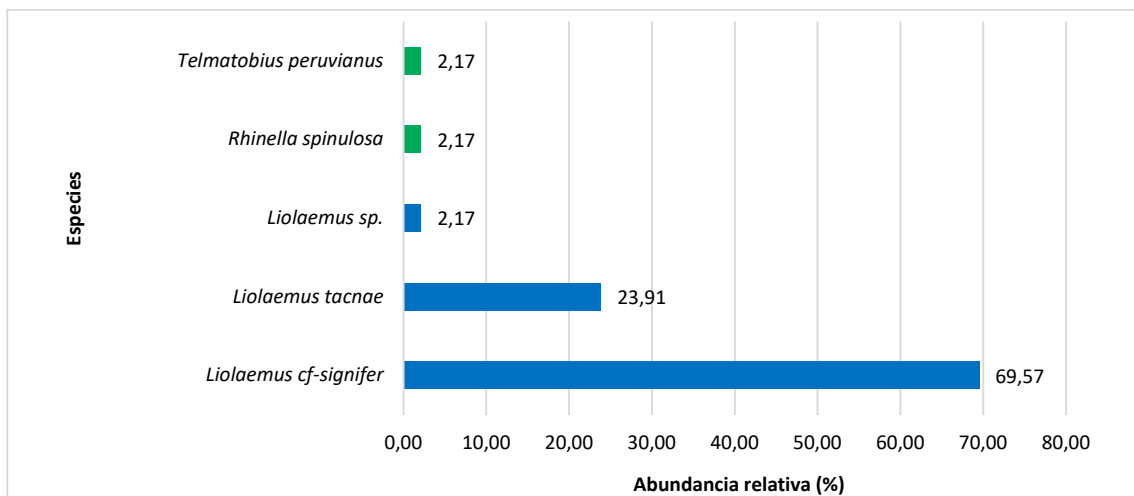


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.1.3. ABUNDANCIA

Para determinar la abundancia se consideraron solo los registros obtenidos mediante los métodos cuantitativos, reportándose un total de 92 individuos. La “lagartija” *Liolaemus cf. signifer* fue la más abundante con el 69.57 % (64 ind.), seguida de *Liolaemus tacnae* con el 23.91 % (22 ind.); ambas pertenecientes a la familia Liolaemidae (Orden Squamata). Es importante precisar que para este ítem solo se consideraron individuos adultos, como es el caso de la rana *Rhinella spinulosa* que registró renacuaja en la estación O8, ubicada en la cobertura vegetal Matorral arbustivo.

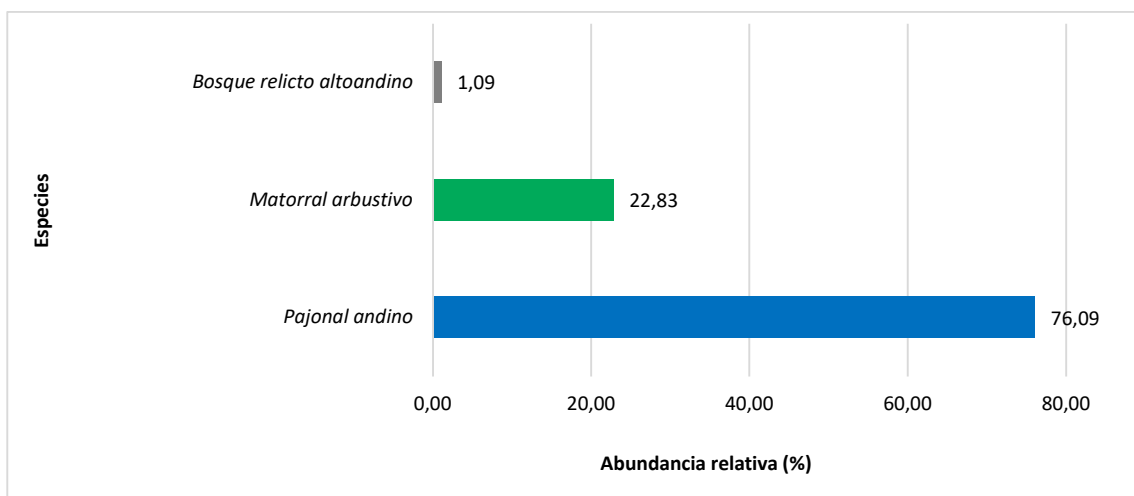
Figura 143 Abundancia relativa de anfibios y reptiles en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de coberturas vegetales, la cobertura de Pajonal andino registró el mayor número de individuos, reportándose un total de 70 individuos que representa el 76.09 %, seguido del Matorral arbustivo con 21 individuo (22.83 %) y finalmente el Bosque relicto con un (1) registro (1.09).

Figura 144 Abundancia de anfibios y reptiles por cobertura vegetal



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.1.4. DIVERSIDAD

De la misma manera, para este análisis solo se tomaron en cuenta los registros cuantitativos, sin considerar los registros oportunos.

En general los valores de diversidad fueron bajos para anfibios y reptiles (0.84 bits/ind.), ello debido a que, por tratarse de una zona altoandina, el registro de especies tiende a ser más bajo debido a las condiciones climáticas, sumado a eso tenemos la dominancia de *Liolaemus cf. signifer*. Cuya dominancia genera sensibilidad en los índices de diversidad. Esto, puede evidenciarse con los valores obtenidos para el índice de Pielou, lo cual nos indica que la distribución de especies se da de manera poco equitativa (menos del 55 %).

En el cuadro se detallan los valores de diversidad en las diferentes coberturas en toda el área del proyecto, y como se puede observar, la cobertura Matorral arbustivo presenta valores mayores, respecto al Pajonal andino, sin embargo, ambos tienen valores bajos de diversidad (> 1 bits/ind.).

Cuadro 97. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna por coberturas vegetales en temporada húmeda 2022

Cobertura vegetal	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	1	1	0	0	0
Matorral arbustivo	3	21	0.50	0.25	0.45
Pajonal andino	4	70	0.38	0.16	0.27
Total	5	92	0.84	0.45	0.52

Elaboración: ASILORZA, 2022.

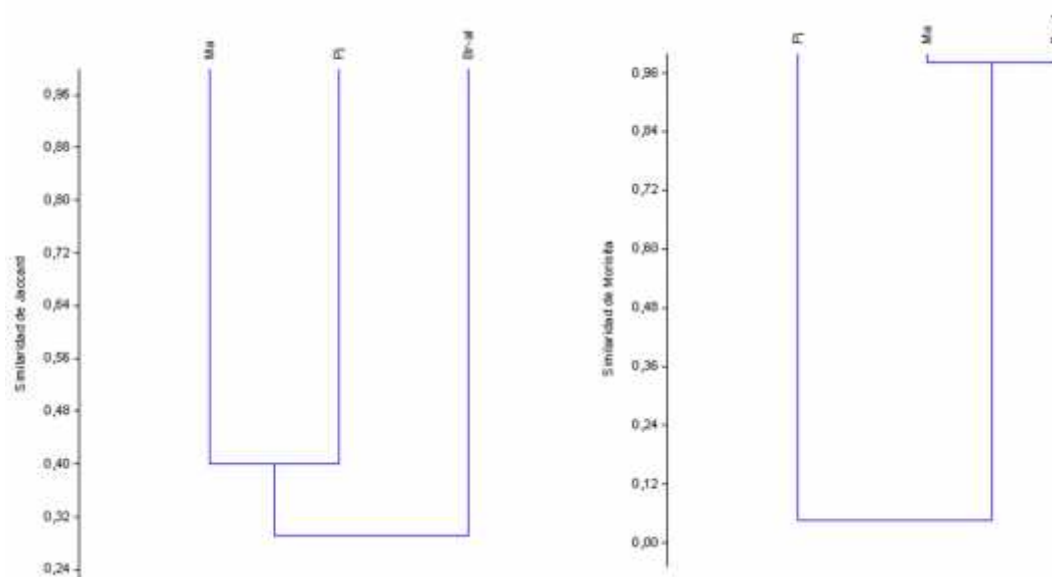
5.2.3.1.5. SIMILARIDAD DE JACCARD Y MORISITA

Los dendrogramas de similitud se realizaron en base a la composición de especies (índice de Similitud de Jaccard) y abundancia de estas (índice de similitud de Morisita).

De acuerdo con la riqueza y composición de especies, para el índice de Jaccard se agrupa con un 40 % de similitud la cobertura Pajonal andino (Pj) y Matorral arbustivo (Ma), debido a que comparten dos especies *Rhinella spinulosa*, y *Liolaemus tacnae*.

En el caso de Morisita, de acuerdo con la abundancia de las especies registradas se agrupa el Matorral arbustivo con el Pajonal andino con el 96 % de similitud.

Figura 145 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por cobertura vegetal en temporada húmeda 2022



Leyenda: Bosque relicto altoandino: Br-al; Matorral arbustivo: Ma; Pajonal andino: Pj.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2. ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL

Las estaciones de monitoreo para herpetofauna estuvieron ubicados en tres (03) coberturas vegetales, las cuales son analizadas a continuación:

5.2.3.2.1. BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

Para el monitoreo del Bosque relicto altoandino se evaluó la estación de monitoreo O31.

5.2.3.2.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A nivel de composición y riqueza, se registró una (1) especie correspondientes a la familia Liolaemidae del orden Squamata, clase Reptil.

Cuadro 98. Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Bosque relicto altoandino en temporada húmeda 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O31
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.1.2. ABUNDANCIA

En esta cobertura se registró un total de un (1) individuo de la especie *Liolaemus tacnae*, con un esfuerzo de muestreo de 4 VES.

5.2.3.2.1.3. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad en general se obtuvo valores bajos (> 2bits/ind.), como consecuencia del registro de una especie con un individuo.

Cuadro 99. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Matorral arbustivo

Estaciones de monitoreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O31	1	1	0.00	0.00	0.00

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.1.4. SIMILARIDAD DE JACCARD Y MORISITA

Respecto al índice de Jaccard y Morisita estos no pueden determinarse ya que la diversidad beta corresponde a comparar entre dos sitios o estaciones de monitoreo.

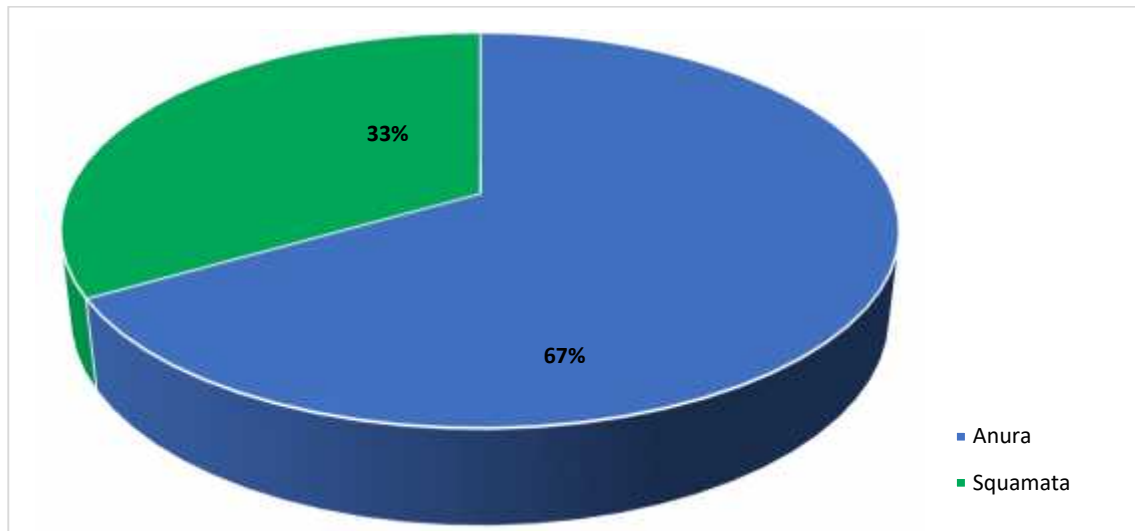
5.2.3.2.2. MATORRAL ARBUSTIVO

Para el monitoreo del Matorral arbustivo se evaluaron las estaciones de monitoreo O32, O33, O6, O9, O10, O34, O8, T6, Control O3 y M52.

5.2.3.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

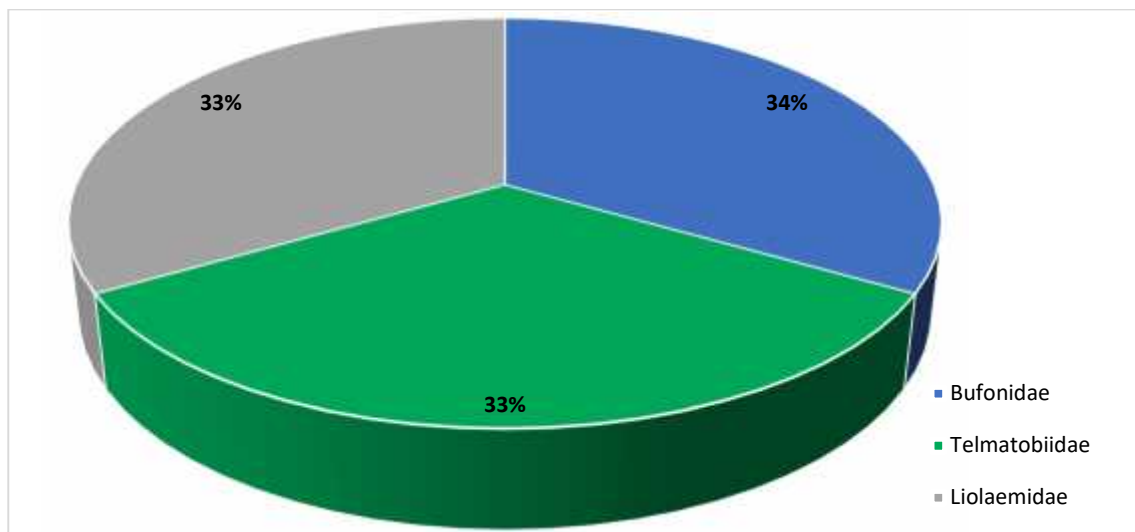
A nivel de composición y riqueza, se registraron tres (3) especies correspondientes a las familias Bufonidae y Telmatobiidae del orden Anura, clase Amphibia y la familia Liolaemidae del orden Squamata, clase Reptilia.

Figura 146 Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 147 Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Por estaciones de monitoreo la mayor riqueza de especies se presentó en la estación O8 con tres (3) especies que pertenecen dos (02) especies de la clase Amphibia, Orden Anura, y familias Bufonidae y Telmatobiidae, y una (01) a la Clase Reptilia, Orden Squamata, Familia Liolaemidae. Las demás estaciones de monitoreo presentaron solo un (01) especie.

Asimismo, se obtuvo el único registro de la especie *Telmatobius peruvianus* "rana acuática, k'ayra" en la estación de monitoreo O8. Esta especie se encuentra categorizada como Vulnerable por la IUCN, y se caracteriza por pertenecer a los anuros altoandino que habitan ambientes acuáticos o

semicuáticos entre los 3000-3500 msnm (Angulo, 2008)¹, asimismo, tiene hábitos oportunistas alimentándose principalmente de pequeños invertebrados como gasterópodos, crustáceos e insectos (Dejoux & Iltis, 1991).

Cuadro 100. Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	M-52	O10	O34	O6	O8	O9	T6	OCNTRON	O32	O33
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo					X					
Amphibia	Anura	Telmatobii dae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	rana acuática, k'ayra					X					
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tachymenis peruviana</i>	culebra andina								X		

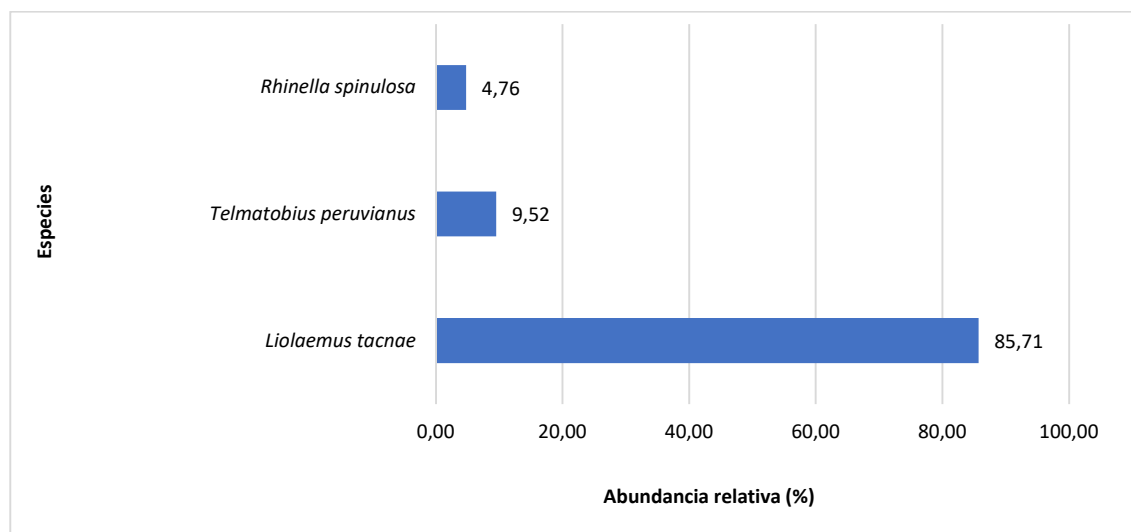
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.2. ABUNDANCIA

En esta cobertura se registró un total de 21 individuos. La lagartija *Liolaemus tacnae* fue la que presentó la mayor abundancia, con 18 individuos (85.71 %), seguida de la rana *Telmatobius peruvianus* con dos (2) individuos (9.52 %) y finalmente *Rhinella spinulosa* un individuo (4.76 %). A nivel de estadios, *Rhinella spinulosa* fueron las que presentaron grandes cantidades de renacuajos seguido de *Telmatobius peruvianus* (para la estación O8), sin embargo, para este tipo de análisis solo se consideran individuos adultos. Es importante señalar que estas características se presentaron en las campañas anteriores. Por tanto, la estación de monitoreo O8 se podría considerar importante para este grupo y especie categorizada.

¹ Angulo A. 2008. Conservation needs of Batrachophryne and Telmatobius frogs of the Andes of Peru. Conservation and Society, vol. 6, pp. 328-333.

Figura 148 Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de estaciones de monitoreo, el punto O8 registró la mayor abundancia (4 ind.), correspondiente a *T. peruvianus*, *R. spinulosa* y *L. tacnae*. Esto puede deberse a que los renacuajos *Telmatobius peruvianus* están presentes en todas las épocas del año en profundos charcos de arroyos (Péfaur et. al, 1978).

5.2.3.2.3. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad en general se obtuvo valores bajos (> 2bits/ind.). Con la diferencia en el índice de Pielou, para la estación de monitoreo O8 donde los cuatro individuos se distribuyeron de manera casi homogénea en las tres especies registradas, en ese sentido se obtuvo un valor de 0.95.

Cuadro 101. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

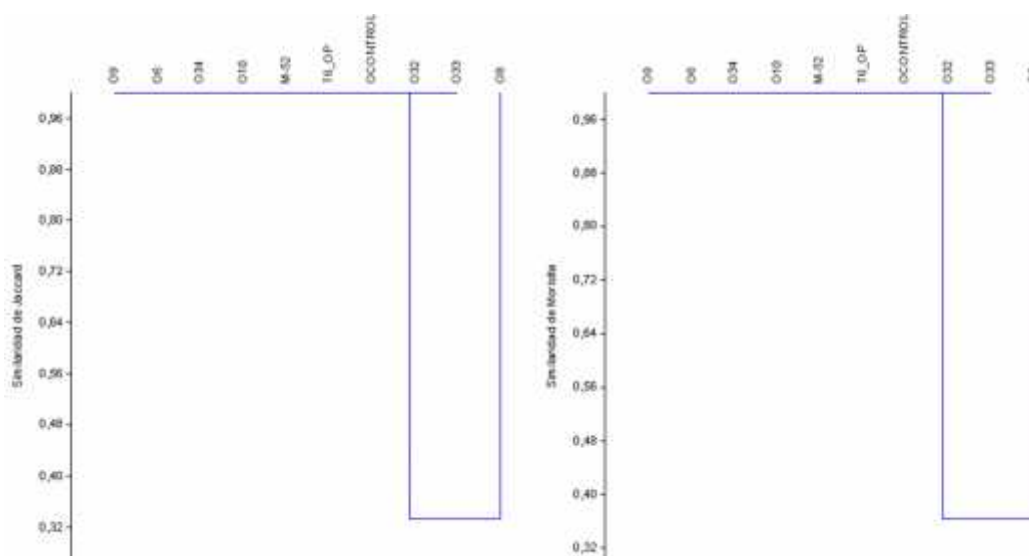
Estaciones de monitoreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O6	1	1	0.00	0.00	0.00
O9	1	2	0.00	0.00	0.00
O10	1	2	0.00	0.00	0.00
O34	1	2	0.00	0.00	0.00
O8	3	4	1.04	0.63	0.95
T6	1	1	0.00	0.00	0.00
OCONTROL	1	1	0.00	0.00	0.00
M52	1	3	0.00	0.00	0.00
O32	1	2	0.00	0.00	0.00
O33	1	3	0.00	0.00	0.00

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.4. SIMILARIDAD DE JACCARD Y MORISITA

Respecto al índice de Jaccard, basado en la riqueza de especies y Morisita basado en la abundancia e las especies registradas, se observa en la Figura, que siguen un comportamiento similar, con el agrupamiento de cuatro estaciones de monitoreo O6, O9, O10, O32, O33, T6-OP (Zona de operaciones) y M52 con un 100 % similaridad, seguido de la unión de O8, con un 32 % de similaridad para la riqueza y abundancia respectivamente. Lo cual, nos indica que las estaciones comparten características comunes que permiten la permanencia de especies.

Figura 149 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.3. PAJONAL ANDINO

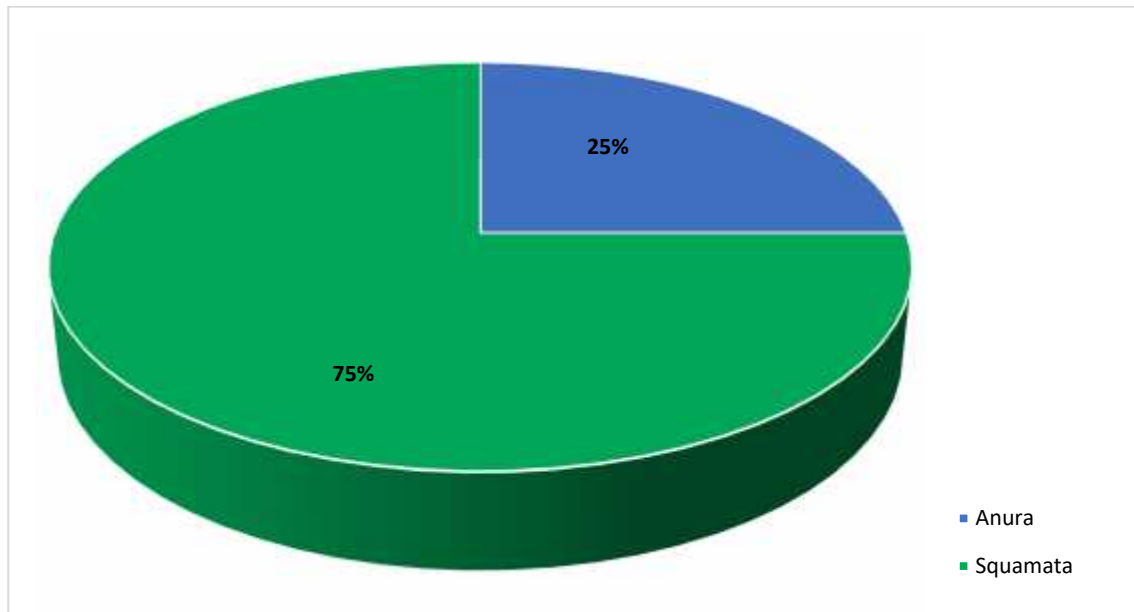
Para el monitoreo de la cobertura vegetal Pajonal andino se evaluaron las estaciones de monitoreo: O15, O15PC1, O15PC8, T14, T6, T15, T16 y T20.

5.2.3.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En esta cobertura se registró un total de cuatro (4) especies, correspondiente a la familia Bufonidae, clase Amphibia y tres (3) lagartijas de la familia Liolaemidae, clase Reptilia. *L. cf. signifer* pertenece al grupo *montanus* (Lobo *et. al.*, 2010), de actividad diurna. Habita ecosistemas con suelos salinos y/o arenosos y vegetación dispersa, preferentemente herbáceas de baja altura (Gálvez & Pacheco, 2009) y en la cercanía de cuerpos de agua. Se refugia en cuevas, bajo piedras o en las raíces de arbustos (Demangel, 2016).

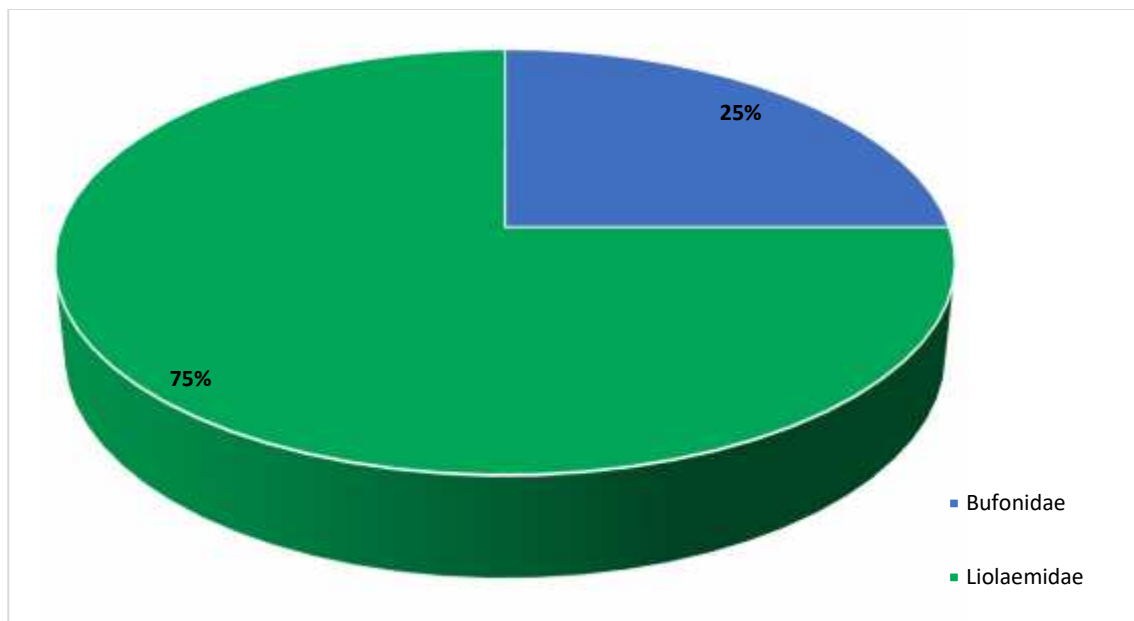
Asimismo, es importante señalar que en esta cobertura se registró a el sapo *Rhinella spinulosa* que presentó grandes cantidades de renacuajos en la estación T20. Es importante señalar que esta característica se presentó en las dos campañas anteriores.

Figura 150 Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 151 Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Por estaciones de muestreo la mayor riqueza de especies se presentó en la estación T20 con dos (2) especies, seguido de las estaciones O15PC1, O15PC8, T15, O15, T6 Zona de abastecimiento y T16 con una (1) especie cada una.

Cuadro 102. Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Pajonal andino en temporada húmeda 2022

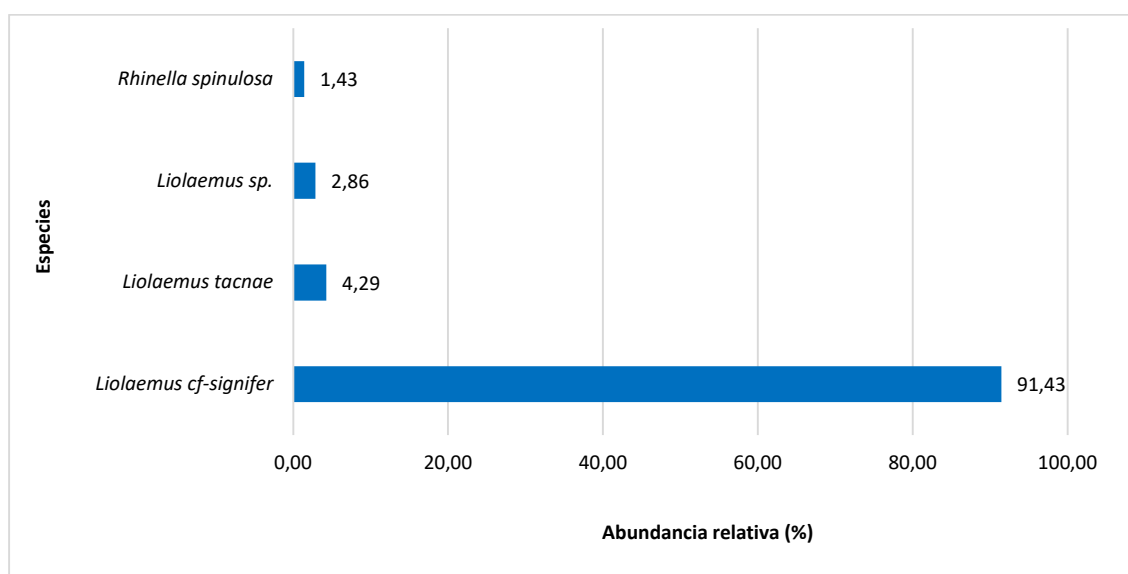
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15	O15PC	T14	T15	T16	T20	T6	O15PC
Amphibia	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo						X		
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus cf-signifer</i>	lagartija, qalaiwa			X	X	X	X	X	
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	X							X
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus sp.</i>	lagartija, qalaiwa		X						

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.3.2. ABUNDANCIA

En la cobertura de Pajonal andino se registró un total de 70 especies, de las cuales, 64 corresponden a la lagartija *Liolaemus cf. signifer* (91.43 %), seguido de *L. tacnae* con 3 individuos (4.29 %). Cabe señalar, que, a nivel de estadios, *Rhinella spinulosa* fueron las presentaron grandes cantidades de renacuajos (para la estación T20), sin embargo, para este tipo de análisis solo se consideran individuos adultos.

Figura 152 Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

La estación de monitoreo T14 con 25 individuos y T20 con 17 individuos. A nivel de estadios, *Rhinella spinulosa* fueron las presentaron grandes cantidades de renacuajos (para la estación T20), sin embargo, para este tipo de análisis solo se consideran individuos adultos.

5.2.3.2.3.3. DIVERSIDAD

La diversidad en esta cobertura fue baja ($H' = 0.37$ bits/ind.), tomando en cuenta que hubo una dominancia alta de *Liolaemus cf. signifer* ($1-D = 0.16$ probits/ind.), además que la distribución de especies no fue equitativa ($J' = 0.27$).

Cuadro 103. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O15	1	2	0.00	0.00	0.00
O15PC1	1	2	0.00	0.00	0.00
T14	1	25	0.00	0.00	0.00
T15	1	5	0.00	0.00	0.00
T16	1	8	0.00	0.00	0.00
T20	2	17	0.22	0.22	0.32
T6	1	10	0.00	0.00	0.00
O15PC8	1	1	0.00	0.00	0.00

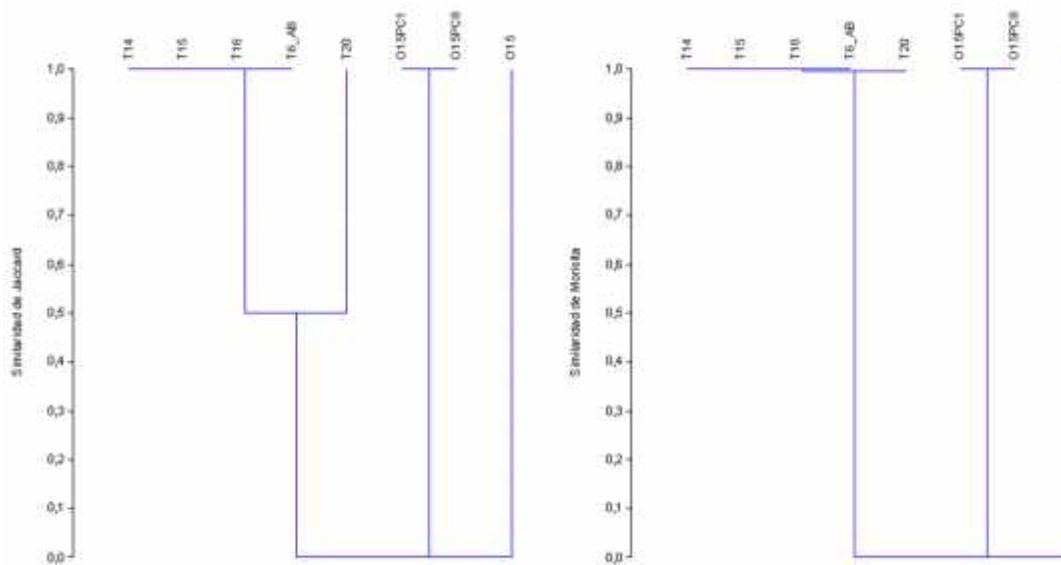
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.3.4. SIMILARIDAD DE JACCARD Y MORISITA

Para el índice de Jaccard, de acuerdo a la composición de especies se forman un grupo al 100 % de similitud conformados por T14, T15, T16 y T6-AB (Zona de abastecimiento de agua), lo cual, nos muestra una composición diferenciada de especies esto puede deberse a que las estaciones de monitoreo mencionadas se ubican en zonas diferentes, donde el grado de intervención es diferenciado, por ejemplo el primer grupo pertenece a la zona de abastecimiento de agua y el segundo a la zona de operaciones (O15PC1 – O15PC8), asimismo, ambos grupos forman parte de diferentes formaciones vegetales.

El comportamiento observado para la riqueza de especies también se evidencia en el índice de Morisita, basado en la abundancia de individuos en las especies registradas, donde con un 100 % de similitud se forman dos grupos diferenciados, pertenecientes a dos zonas del proyecto.

Figura 153 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022



Leyenda: T6-AB = T6 zona de abastecimiento de agua.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.3. ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO

5.2.3.3.1. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones considerando solo los muestreos cuantitativos, se reportó un total de cinco (5) especies y 52 individuos. Asimismo, se identificó tres coberturas vegetales, de las cuales la cobertura de Bosque relicto de *Polylepis*, Matorral arbustivo y Pajonal andino. De las tres coberturas el Matorral arbustivo presentó mayores valores para los índices de diversidad, sin embargo, al ser menores a 2 bits/ind. se considera baja diversidad. Asimismo, se evidencia una distribución poco homogénea de los individuos en las especies identificadas.

Es importante señalar, que la mayoría de las estaciones de monitoreo presentaron una sola especie, por tanto, los valores para los índices fueron igual a 0.

Cuadro 104. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada húmeda 2022

Cobertura vegetal	Formación vegetal	Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	Matorral arbustivo	O31	1	1	0.00	0.00	0.00
Bosque relicto altoandino			1	1	0.00	0.00	0.00
Matorral arbustivo	Cardonal	M52	1	3	0.00	0.00	0.00
		O34	1	1	0.00	0.00	0.00
		OCONTROL	1	2	0.00	0.00	0.00
	Matorral arbustivo	O10	1	2	0.00	0.00	0.00
		O6	1	1	0.00	0.00	0.00
		O9	1	2	0.00	0.00	0.00
		O32	1	2	0.00	0.00	0.00
		O33	1	3	0.00	0.00	0.00
		Monte Ribereño	O8	3	4	1.04	0.63
T6	1		1	0.00	0.00	0.00	
Matorral arbustivo			4	14	0.50	0.25	0.46
Pajonal andino	Bosque de Polylepis	O15	1	2	0.00	0.00	0.00
	Pajonal - Matorral arbustivo	O15PC1	1	2	0.00	0.00	0.00
		T14	1	25	0.00	0.00	0.00
	Matorral	O15PC8	1	1	0.00	0.00	0.00
Pajonal andino			4	30	0.37	0.16	0.27
Total Zona de Operación			5	52	1.04	0.48	0.64

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.3.2. ZONA DE ABASTECIMIENTO

En la zona de abastecimiento la cobertura identificada fue de Pajonal andino, asimismo, la formación vegetal identificada en cada uno de las estaciones de monitoreo también fue de Pajonal, reportándose un total de dos (2) especies y 40 individuos, con valores de diversidad bajos ($H' = 0.12$ bits/ind.), con dominancia significativa de la lagartija *Liolaemus cf. signifer* (39 ind.), y una distribución poco equitativa a nivel de abundancia de especies ($J' = 0.52$)

Cuadro 105. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada húmeda 2022

Cobertura vegetal	Formación vegetal	Punto de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon	Índice de Simpson	Índice de Pielou
Pajonal andino	Pajona andinol	T15	1	5	0.00	0.00	0.00
		T16	1	8	0.00	0.00	0.00
		T20	2	17	0.22	0.22	0.32
		T6	1	10	0.00	0.00	0.00
Total			2	40	0.12	0.46	0.52

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4. ANÁLISIS POR FORMACIÓN VEGETAL

5.2.3.4.1. ZONA DE OPERACIONES

5.2.3.4.1.1. BOSQUE DE POLYLEPIS

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Dentro de esta formación Bosque de Polylepis e monitoreó el punto O15, en el cual se reportó la especie *Liolaemus tacnae* “lagartija, qalaiwa” con dos individuos.

Cuadro 106. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registraron un total de dos (2) individuos de la especie *Liolaemus tacnae*.

C. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad en general se obtuvo valores bajos (> 2bits/ind.), debido al registro de una sola especie y dos individuos.

Cuadro 107. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Bosque de Polylepis en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O15	1	2	0	0	0
Total	2	2	0.00	0.00	0.00

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.1.2. CARDONAL - PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES COLUMNARES

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En esta formación se evaluó los puntos OCONTROL, O34 y M-52, registrándose una especie de lagartija *Liolaemus tacnae* con seis (6) individuos.

Cuadro 108. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Cardonal - Piso De Cactáceas Columnares Columnares en temporada húmeda 2022.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	M-52	OCONTROL	O34
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	x	x	x

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registraron un total de SEIS (6) individuos de la especie *Liolaemus tacnae*, distribuidos en tres individuos para la estación de monitoreo M-52, dos individuos para la estación O34 y un individuo en la estación OCONTROL.

C. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad en general se obtuvo valores bajos (> 2bits/ind.). A nivel de estaciones de monitoreo, todas las estaciones de monitoreo presentan valores de 0 para los índices de diversidad debido a la riqueza de una especie.

Cuadro 109. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Cardonal - Piso De Cactáceas Columnares Columnares en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
M-52	1	3	0	0	0
OCONTROL	1	1	0	0	0
O34	1	2	0	0	0
Total	1	6	0.00	0.00	0.00

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.1.3. MATORRAL ARBUSTIVO

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los puntos evaluados en esta unidad fueron O6, O31, O9, O10, O15PC8, O32, y O33, registrándose una (1) especie de reptil, perteneciente al orden Squamata, familias Liolaemidae. Cabe señalar que la lagartija *Liolaemus tacnae* estuvo presente en todas las estaciones de monitoreo.

Cuadro 110. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O10	O6	O9	O31	O32	O33	O15PC8
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	x	x	x	x	x	x	x

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registró un total de 13 individuos de la lagartija *Liolaemus tacnae* con una abundancia similar para cada estación de monitoreo evaluada (entre 1 a 3 individuos).

C. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad en general se obtuvo valores bajos (> 2bits/ind.). Con la diferencia en el índice de Pielou, basado en equidad del número de individuos en las especies registradas, donde las estaciones obtuvieron un valor de 0, debido a que registraron una sola especie.

Cuadro 111. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O10	1	2	0.00	0.00	0.00
O6	1	1	0.00	0.00	0.00
O9	1	2	0.00	0.00	0.00
O31	1	1	0.00	0.00	0.00
O15PC8	1	1	0.00	0.00	0.00
O32	1	2	0.00	0.00	0.00
O33	1	3	0.00	0.00	0.00
Total	1	13	0.00	0.00	0.00

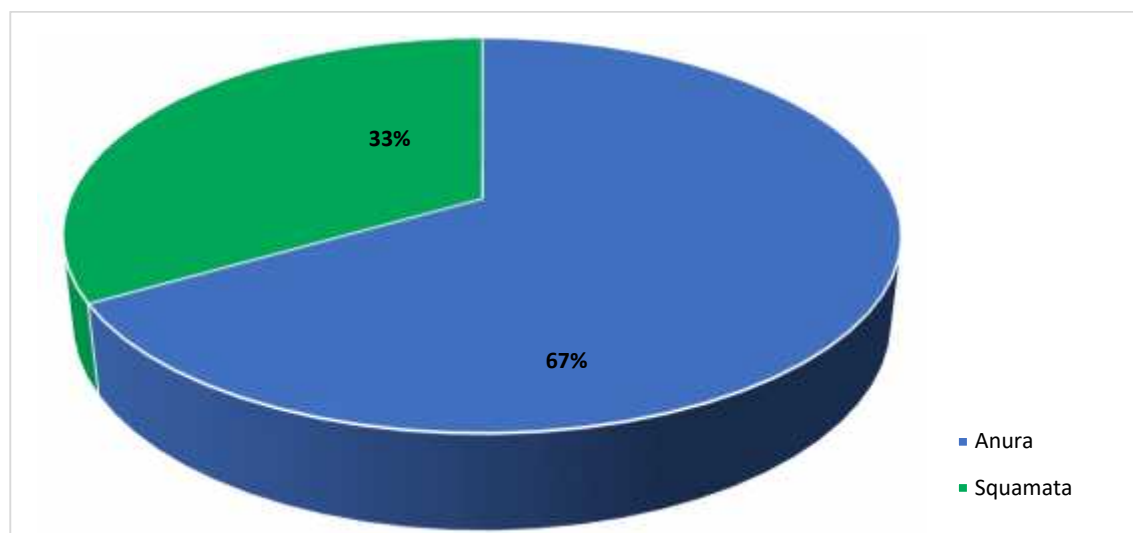
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.1.4. MONTE RIBEREÑO

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

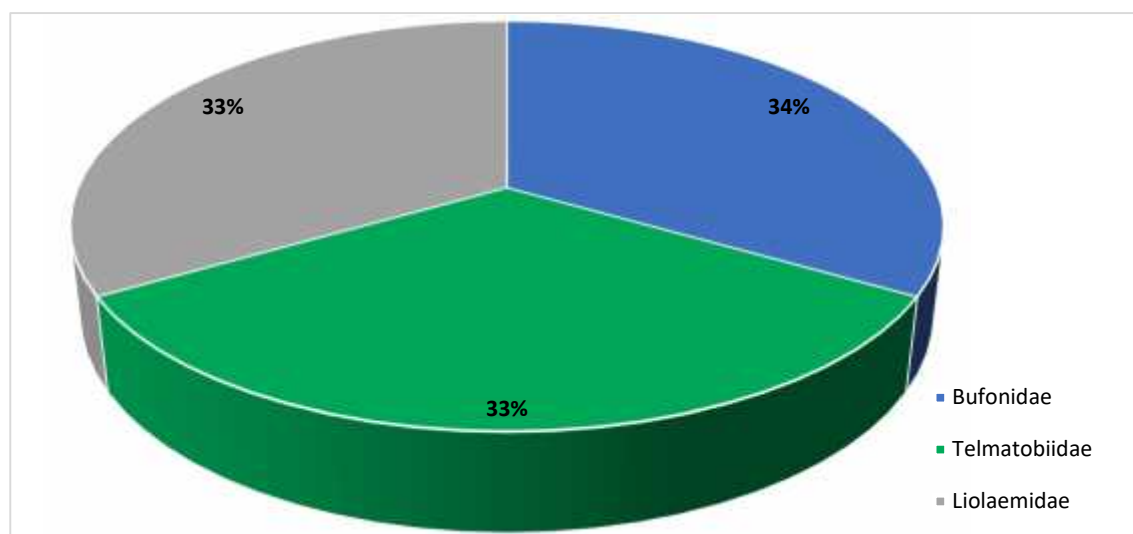
Las estaciones de monitoreo correspondiente a esta formación fueron O8 y T6, registrándose tres especies: *Telmatobius peruvianus*, *Liolaemus tacnae* y *Rhinella spinulosa* pertenecientes al orden Anura, Clase Amphibia y orden Squamata, Clase Reptilia. A nivel de estaciones de monitoreo, O8, presentó mayor riqueza de especies, registrándose las tres especies.

Figura 154 Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la Formación Monte Ribereño en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 155 Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la formación Monte ribereño en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 112. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Monte ribereño en temporada húmeda 2022

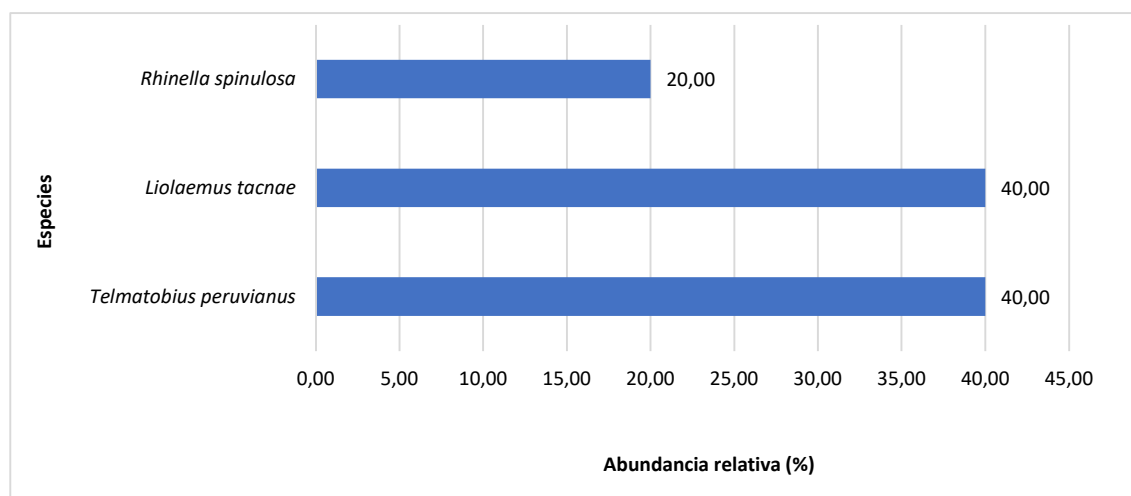
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	08	T6
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo	X	
Amphibia	Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	rana acuática, k'ayra	X	
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	X	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registró un total de cinco (5) individuos. La rana acuática *Telmatobius peruvianus* y *Liolaemus tacnae* fue la que presentó la mayor abundancia, con dos (2) individuos (40.00 %) cada una, seguida de la *Rhinella spinulosa* con un (1) individuos (20.00 %).

Figura 156 Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad en general se obtuvo valores bajos (> 2bits/ind.). A nivel de estaciones de monitoreo, el punto O8 fue el que registraron tres especies y presentó un valor de diversidad ligeramente mayor (1.04 bits/ind.), la dominancia la tuvo la rana *Telmatobius peruvianus*, representada por el valor de Simpson (0.64) y el valor de Pielou fue bajo (0.95), indicando que no hubo equidad en la abundancia de especies.

Cuadro 113. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Monte ribereño en temporada húmeda 2022.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O8	3	4	1.04	0.63	0.95
T6	1	1	0.00	0.00	0.00
Total	3	5	1.06	0.64	0.96

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.1.5. PAJONAL-MATORRAL ARBUSTIVO

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Las estaciones de monitoreo correspondiente a esta formación fueron O15PC1 y T14, registrándose dos especies: *Liolaemus tacnae*, y *L. sp.* pertenecientes al orden Squamata, Clase Reptilia. A nivel de estaciones de monitoreo, ambas estaciones de monitoreo registraron una especie.

Cuadro 114. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

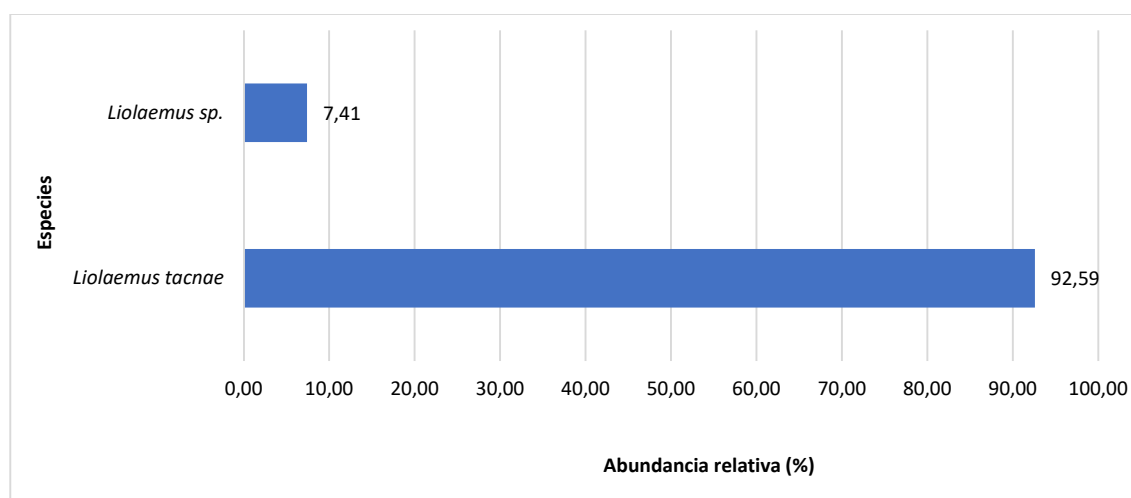
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15PC1	T14
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa		X
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus sp.</i>	lagartija	X	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registró un total de 27 individuos. La lagartija *Liolaemus tacnae* fue la que presentó la mayor abundancia, con 25 individuos (92.59 %) cada una, seguida de la *L. sp.* con dos (2) individuos (7.41 %).

Figura 157 Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad en general se obtuvo valores bajos (> 2bits/ind.). A nivel de estaciones de monitoreo, ambas presentan diversidad baja, con valores igual a cero como consecuencia del registro de una sola especie.

Cuadro 115. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O15PC1	1	2	0.00	0.00	0.00
T14	1	25	0.00	0.00	0.00
Total	2	27	0.26	0.14	0.38

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.2. ZONA DE ABASTECIMIENTO

5.2.3.4.2.1. PAJONAL ANDINO

En la zona de abastecimiento, para el monitoreo de la formación vegetal Pajonal andino se evaluaron las estaciones de monitoreo: T6, T15, T16 y T20.

A. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En esta cobertura se registró un total de dos (2) especies, una (1) de ellas correspondiente a la familia, Bufonidae, clase Amphibia y una (1) lagartija de la familia Liolaemidae, clase Reptilia.

Por estaciones de muestreo, todas presentaron la misma riqueza de especies, es decir, el registro de *Liolaemus cf-signifer*.

Cuadro 116. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Pajonal andino en temporada húmeda 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	T15	T16	T20	T6
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus cf-signifer</i>	lagartija, qalaiwa	x	x	X	X
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo			x	

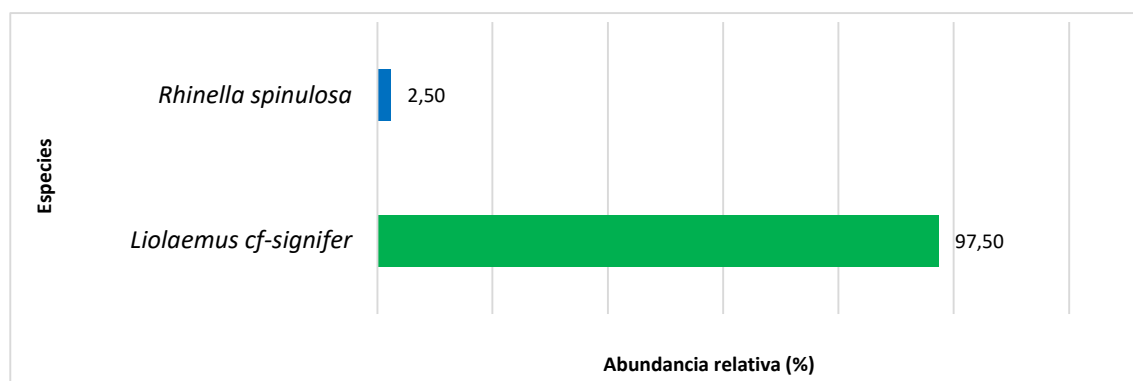
Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ABUNDANCIA

En la cobertura de Pajonal andino se registró un total de 40 individuos, de las cuales, 39 corresponden a la lagartija *Liolaemus cf. signifer* (97.50 %), seguido de *Rhinella spinulosa* con un individuo, registrado en la estación T20.

La estación de monitoreo T20 presentó la mayor abundancia con 17 y T6 zona de abastecimiento de agua con 10 individuos, seguida de T16 con ocho individuos y T15 con cinco individuos.

Figura 158 Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Pajonal andino en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

C. DIVERSIDAD

La diversidad en esta cobertura fue baja ($H' = 0.12$ bits/ind.), tomando en cuenta que hubo una dominancia alta de *Liolaemus cf. signifer* ($1-D = 0.05$ probits/ind.), además que la distribución de especies no fue equitativa ($J' = 0.17$)

Cuadro 117. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Pajonal andino en temporada húmeda 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
T15	1	5	0.00	0.00	0.00
T16	1	8	0.00	0.00	0.00
T20	2	17	0.64	0.44	0.92
T6	1	10	0.00	0.00	0.00
Total	1	40	0.12	0.05	0.17

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.5. ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

5.2.3.5.1. ESPECIES CATEGORIZADAS EN LA NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

Según la categoría de conservación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), la rana acuática *Telmatobius peruvianus* y la lagartija *Liolaemus tacnae* se encuentran como Vulnerables (VU), a nivel internacional, para la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza (IUCN), de la misma manera *T. peruvianus* se encuentra como Vulnerable (VU) y *Liolaemus tacnae* se encuentra como Casi Amenazado (NT). Las demás especies se encuentran en preocupación menor (LC). Para el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre-CITES, ninguna especie se encuentra en el algún apéndice de protección.

Cuadro 118. Especies de anfibios y reptiles en categorías de Conservación Nacional e Internacional en el área del proyecto en temporada húmeda 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Conservación			Endemismo
					D.S. N°004-2014-MINAGRI	IUCN (2021-3)	CITES (2022)	
Amphibia	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo	-	LC	-	
Amphibia	Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	rana acuática, k'ayra	VU	VU	-	E
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus cf-signifer</i>	lagartija, qalaiwa	-	LU	-	
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	VU	NT	-	E
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tachymenis peruviana</i>	culebra andina	-	LC	-	

Leyenda: Leyenda: Decreto Supremo 004-2014-MINAGRI. VU: vulnerable; NT: Casi Amenazado. LC: Importancia menor. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) en sus Apéndices I, II y III. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Las amenazas para *Telmatobius peruvianus* incluyen la pérdida de hábitat a través de las actividades mineras y agricultura y a pequeña escala la recolección para alimento y medicina. Al parecer también es muy susceptible a la Quitridiomycosis producida por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Catenazzi *et al.*, 2011).

Otra amenaza para los anfibios es el calentamiento global con el derretiendo rápido de los glaciares, incluso Seimon *et al.* (2017) describen la migración vertical de *Rhinella spinulosa* a estanques recién desglaciados hasta elevaciones de 5400 m en la Cordillera de los Andes de Vilcanota del Perú.

Por otro lado, actividades antrópicas como las actividades mineras realizadas en el rango de distribución de estas especies categorizadas pueden estar fragmentando la distribución y población de esta especie. Puede verse afectado por el calentamiento global, ya que necesita de bajas temperaturas para el desarrollo embrionario, y esta amenaza puede incrementar la temperatura del cuerpo de las hembras (Aguilar pers. Comm., 2014).

5.2.3.5.2. ESPECIES ENDÉMICAS

De todas las especies registradas en toda el área del proyecto, *Liolaemus tacnae* es endémicas para Perú. Es conocida de las regiones de Tacna, Moquegua y Arequipa (Troncoso-Palacios y Etheridge, 2012; Aguilar *et al.*, 2013; A. Quiroz pers comm, 2014). Tiene un rango altitudinal que va desde los 2911 hasta los 4500 m (Aguilar *et al.*, 2013; A Quiroz y Pérez pers. comm., 2014).

De igual manera, *Telmatobius peruvianus* se distribuye en los Andes del Sur del Perú, en los departamentos de Moquegua y Tacna. También presente en Putre, Chile, cerca a la frontera con Perú (Icochea *et al.*, 2010a).

5.2.3.5.3. ESPECIES POTENCIALES DE USO LOCAL

En el Perú, individuos *Liolaemus cf. signifer* han sido observados en los mercados de Puno y se piensa que no es solo un problema local (Aguilar *et al.*, 2017)

5.2.3.5.4. INTERACCIONES ECOLÓGICAS

Se reportaron gremios alimenticios artrópofagas (diferentes grupos de pequeños invertebrados) omnívoras, insectívora y herbívora.

Cuadro 119. Interacciones ecológicas de las especies de herpetofauna registradas en el proyecto en temporada húmeda húmeda 2022

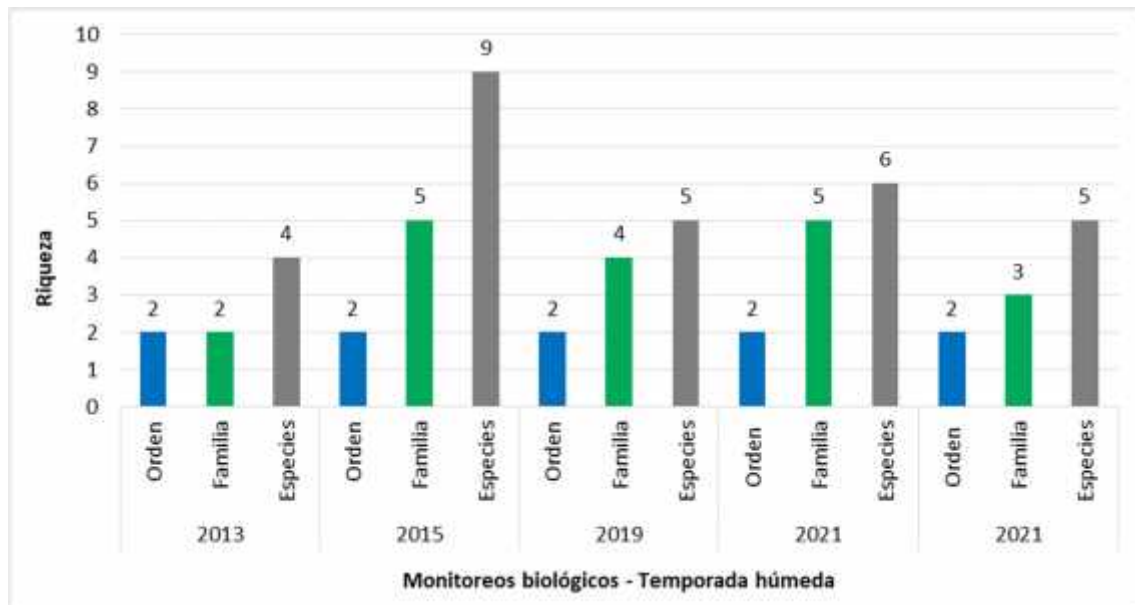
Familia	Especie	Nombre local	Gremio alimenticio
Liolaemidae	<i>Liolaemus cf. signifer</i>	Lagartija	Omnívora, insectívoro, herbívoro

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL MAP 10 TH VS LAS ANTERIORES CAMPAÑAS

Se realizó un análisis comparativo con datos de riqueza y abundancia del informe de Monitoreo Biológico de Temporada húmeda del año 2015, 2019, 2021 y el presente monitoreo de Temporada húmeda 2022. Asimismo, se incluye información de las campañas anteriores del 2007 y 2013. Par la ariqueza de especies se evidencia una disminución en la composición de especies comparado a la campaña pasada (MAP 8) a pesar de haberse evaluado tres estaciones de muestreo más, y esto se debe a que el esfuerzo de muestreo disminuyó, y que se aplicó solo un método de los dos evaluados hasta la campaña pasa, pudiéndose entender que esta situación disminuyó la probabilidad de registro de especies.

Figura 159 Riqueza anfibios y reptiles por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada húmeda 2013, 2015, 2019, 2021 y 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

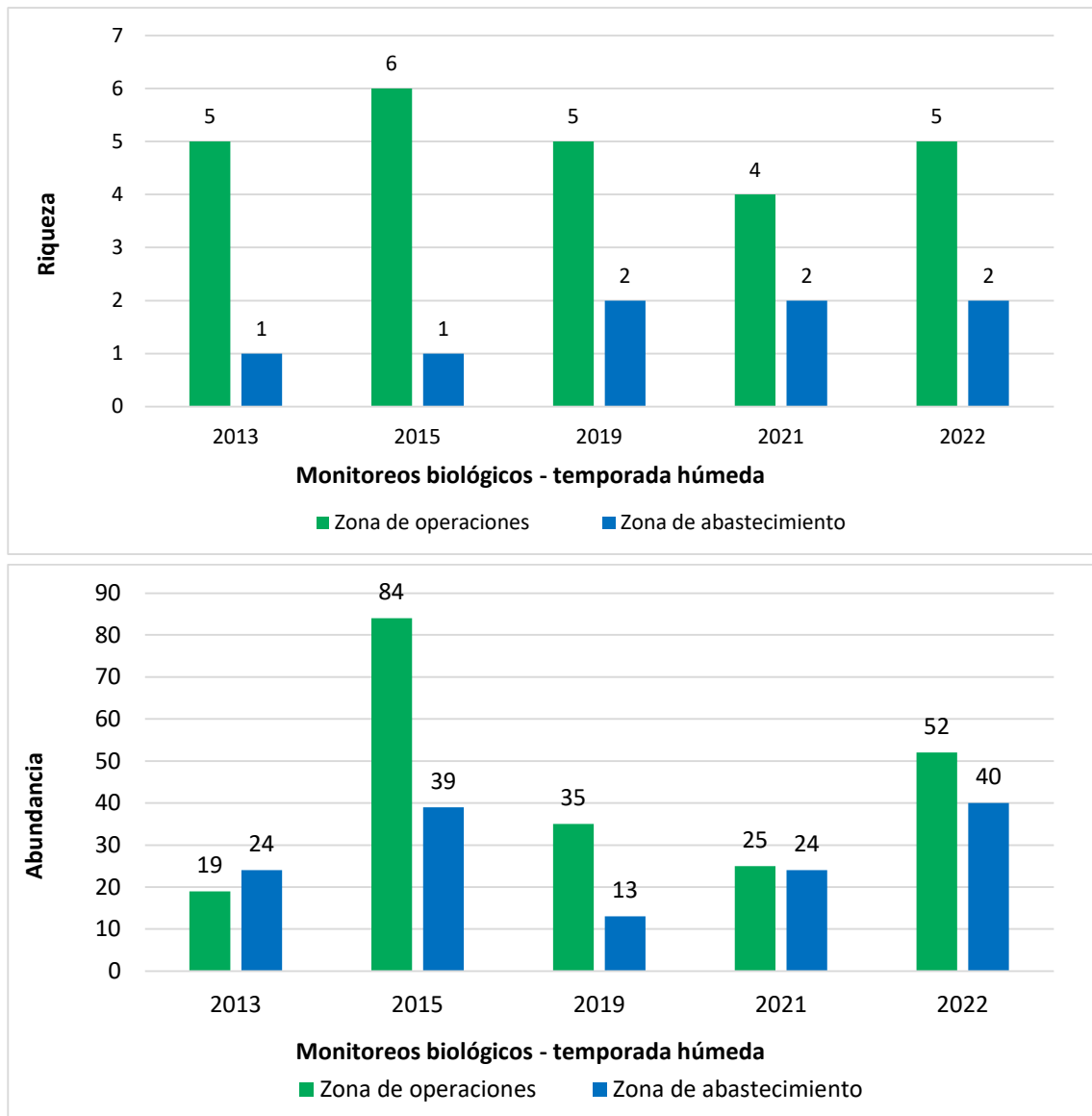
Comparativo histórico a nivel de riqueza y abundancia de especies por zonas durante los monitoreos de la Temporada húmeda 2013 (EIA), 2015 (MAP), 2019 (MAP), 2021 (MAP) y 2022 (MAP).

De los resultados obtenidos de los estudios biológicos realizados a partir del 2013 hasta la actualidad, para la Temporada húmeda se evidencia cambios en el tiempo de la riqueza de especies principalmente para la zona de operaciones, con una gradual disminución en la riqueza y abundancia de especies de anfibios y reptiles para el 2021, y ligera recuperación para la zona de operaciones, posiblemente como consecuencia del incremento de tres estaciones de monitoreo evaluadas.

Respecto a la zona de abastecimiento de agua, se evidencia que se mantiene la riqueza de especies en el tiempo, e incluso hay un incremento progresivo de la abundancia de las especies, principalmente de anuros, como respuesta a la presencia de fuentes de agua para la campaña del 2021 y de reptiles para la campaña 2022.

Es importante resalta que la abundancia de reptiles se puede deber a una mayor disponibilidad de alimento, esto quiere decir mayor disponibilidad de artrópodos en el área de estudio. Sin embargo, es importante resaltar el bajo registro de anuros en estadio renacuajo.

Figura 160 Riqueza y abundancia de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada húmeda 2013, 2015, 2019, 2021 y 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6. CONCLUSIONES PARA DIFUSIÓN

6.1. FLORA Y VEGETACIÓN

- Se concluye que el número de especies se mantiene comparándolo con la temporada húmeda 2021.
- En la temporada húmeda 2022 se reporta la estación F-22 con un alto índice de diversidad ($H'=3.01$ bits/ind.), y la estación O03c como aquella con el menor índice de diversidad ($H'=1.11$ bits/ind.). De acuerdo a los índices o parámetros de diversidad en los puntos monitoreados, para el índice de Shannon-Wiener se registró un valor máximo en la unidad de vegetación de Matorral (Ma) ($H'=3.654$ bits/ind.), mientras que el valor mínimo se registró en la unidad de vegetación de Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares (Pj Ps) ($H'=1.58$ bits/ind.), lo que implica que la diversidad varía según parches de las coberturas vegetales, probablemente condicionadas por aspectos de microsistemas.
- Los reportes de la temporada húmeda muestran que los órdenes de mayor número de especies son Asterales (29 especies), Poales (41 especies) y Caryophyllales (14 especies) distribuidos en las cuatro coberturas vegetales. Obteniendo mayores registros en la cobertura de matorral arbustivo.
- A nivel de familias taxonómicas, los reportes demuestran que las familias con mayor número de especies reportadas son Asteraceae (28 especies), Poaceae (31 especies) y Cactaceae (9 especies). Existiendo mayores reportes en las coberturas de matorral arbustivo y pajonal andino, que, por la temporada húmeda, son las coberturas que tienen a contar con una mayor riqueza de individuos, a nivel de cantidad y diversidad de especies.
- Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Poales (34 especies), Asterales (56 especies) y Caryophyllales (21 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las unidades de vegetación en temporada húmeda 2022.
- De las 32 estaciones de monitoreo evaluadas en la zona de abastecimiento en la temporada húmeda 2021, se identificó que la estación F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales) presenta el mayor número de individuos registrados, la estación F26-T1-Pj presenta el mayor número de especies, mientras que para el año 2022 la temporada húmeda se identificó que la estación F02-T1-Ca (Tb) presenta el mayor número de individuos registrados, las estaciones A25-T1-T6 (Tb) y F-22 presentan el mayor número de especies.
- De las 17 estaciones de monitoreo evaluadas en la zona de operaciones en la temporada húmeda 2021 y 2022, se identificó que la estación O15a presenta el mayor número de

especies, con mayor índice de Shanon, Simsonp y Pielou. Siendo esta estación una de una alta riqueza de especies.

- En el área de evaluación se identificaron 16 especies de importancia, según la normativa correspondiente,
- Del análisis comparativo estacional entre la temporada húmeda 2021 y temporada húmeda 2022, se puede evidenciar que la temporada húmeda del 2022 presentó una mayor riqueza de especies con una diferencia en 25 especies. Cabe señalar que las especies consideradas en esta comparación incluyen los registros cualitativos y registros oportunos realizados en el área de evaluación, razón por la cual los valores mostrados pueden llegar a diferir de los reportes de la temporada húmeda 2021. Además de que sólo 87 especies son reportadas como colectadas a través de métodos cuantitativos.

6.2. AVIFAUNA

- A nivel de todo el proyecto, se registró un total de cuarenta y uno (41) especies de aves y una abundancia total de 535 individuos, resgitrados en 19 estaciones de monitoreo.
- En cuanto a la abundancia por zonas, la zona de operaciones registró veinicinco (25) especies y 237 individuos, mientras que para la zona de abastecimiento fueron avistados veintiun (21) y 298 individuos. Esta diferencia de abundancia se puede haber debido a que en la zona de operaciones existen diferentes formaciones vegetales como los Matorral arbustivo, Bosque relicto de *Polylepis*, monte ribereño, que sirven de refugio además de que los provee de recursos alimenticios, además de contar con mayor numero de estación de monitoreo.
- La especie más abundante de la zona de operaciones fue el Fringilo de pecho cenizo” *Geospizopsis plebejus* con 56 individuos y para la zona de abastecimiento fue el “Chirigue verdoso” *Sicalis olivascens* con 97 individuos.
- Dentro de las interacciones ecológicas registradas se tienen a ocho (8) gremios tróficos entre los que sobresalen los insectívoros con trece (13) especies y los granívoros con once (11) especies.
- El “Ñandú Pestizo” *Rhea pennata* conocido también como Suri está categorizado en Peligro Crítico (CR) según legislación nacional.
- No se registró especie endémica.
- De todas las aves registradas, ocho (08) de ellas son de importancia socioeconómica, para fines de ornamentación, alimentación, cetrería, medicina tradicional, mascota y con uso comercial.
- En el análisis comparativo histórico se evidencia una disminución de las especies y su abundancia como respuesta a la disponibilidad de recursos o reducción de su hábitat, reubicación de las estaciones de monitoreo y disminución del esfuerzo de evaluación.

6.3. MASTOFAUNA

- El número total de especies de mamíferos menores (ratones) en toda el área del proyecto fue de doce (12) especies y 75 individuos, respecto a mamíferos medianos y mayores se registró un total de cinco (05) especies entre avistamientos y registros indirectos (pelos, fecas, huellas)
- La cobertura de Pajonal andino constituido por poblaciones de “ichu” y de grandes formaciones rocosas presentó la mayor riqueza con diez (10) especies de roedores, que utilizan las rocas como refugio.
- La comunidad de mamíferos menores para la zona de operaciones estuvo compuesta por siete (7) especies de roedores, mientras que para la zona de abastecimiento estuvo conformada por ocho (8) especies, todas las especies pertenecen a la familia Cricetidae.
- La comunidad de mamíferos medianos y mayores para la zona de operaciones estuvo conformada por cinco (5) especies distribuidas en tres (3) órdenes y cuatro (4) familias, mientras que para la zona de abastecimiento estuvo compuesta por tres (3) especies distribuidas en tres (3) órdenes y tres (3) familias.
- La especie de roedor más abundante de la zona de operaciones fue el “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* con 15 individuos, mientras que para la zona de abastecimiento fue “Ratón campestre de jelskii” *Abrothrix jelskii* con 13 individuos.
- Según la legislación nacional D.S. N° 004-2014-MINAGRI, tres (3) especies se encuentran dentro de esta lista, el “Guanaco” *Lama guanicoe* categorizado como Peligro Crítico (CR), la “Vicuña” *Vicugna vicugna* bajo la categoría de “Casi Amenazada” (NT) y la “Taruca” *Hippocamelus antisensis* categorizada como Vulnerable (VU). Estas especies están propensas a diversas amenazas como la caza y destrucción de hábitats. En toda el área de estudio estas especies fueron avistadas cercanas al campamento.
- En el análisis comparativo histórico se evidencia una disminución de las especies y su abundancia como respuesta a la disponibilidad de recursos o reducción de su hábitat, reubicación de las estaciones de monitoreo y disminución del esfuerzo de evaluación.

6.4. HERPETOFAUNA

- En toda el área de evaluación se registró un total de cinco (05) especies, de las cuales cinco (05) especies corresponden a la zona de operaciones y cuatro (04) a la zona de abastecimiento.
- La abundancia total fue de 92 individuos en toda la zona de evaluación. En la Zona de operaciones se reportaron 52 individuos, de los cuales, la lagartija *Liolaemus cf. signifer* fue las más abundante con 25 individuos cada uno. Cabe precisar que para la evaluación solo se consideraron individuos adultos, en la zona de abastecimiento se registró un total de 40 individuos, siendo la lagartija *Liolaemus cf. signifer*, la más abundante con 39 individuos.

- ☿ De acuerdo con la Legislación Nacional (DS. N°004-2014-MINAGRI), la rana *Telmatobius peruvianus* y la lagartija *Liolaemus tacnae* se encuentran como Vulnerables. Asimismo, esta lagartija es endémica para Perú, distribuyéndose para Arequipa, Moquegua y Tacna.
- ☿ En el análisis comparativo histórico se evidencia un aumento ligero y progresivo de las especies, principalmente reptiles, y su abundancia como respuesta a la disponibilidad de recursos o reducción de su hábitat, asimismo, ya no se registraron como temporadas pasadas estadios renacuajo probablemente por la disminución del esfuerzo de evaluación y métodos aplicados.



**MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL
CAMPAÑA 10 – TEMPORADA HUMEDA - 2022
DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO**

INFORME DE RESULTADOS

Elaborado para:



Elaborado por:



Av. Parque de las Leyendas 210, oficina 501, San Miguel.

Teléfonos: 396 3771/961888866/967635869

www.asilorza.com

gerencia@asilorza.com

Agosto, 2022

ÍNDICE

1.	GENERALIDADES.....	2
1.1	MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO (MAP QUELLAVECO)	2
1.1.1	CREACIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MAP QUELLAVECO.....	2
1.2	INFORMACIÓN DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO.....	2
1.2.1	INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO	2
1.2.2	UBICACIÓN DEL PROYECTO	3
1.2.3	ALCANCE	4
1.2.4	OBJETIVOS.....	4
1.2.5	MARCO LEGAL.....	4
2.	ACTIVIDADES DEL MAP QUELLAVECO CAMPAÑA 10 – TEMPORADA HÚMEDA 2022	6
2.1	DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO	6
2.1.1	ZONA DE ALTA MONTAÑA	6
2.1.2	ZONA DE OPERACIONES	6
2.1.3	ZONA DE PUERTO (ZONA MARÍTIMA)	7
2.2	RESUMEN DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREOS DEL MAP QUELLAVECO	7
2.2.1	PUNTOS DE CONTROL – CALIDAD DE AIRE	7
2.2.2	PUNTOS DE CONTROL – RUIDO AMBIENTAL Y VIBRACIONES	8
2.2.3	PUNTOS DE CONTROL – RADIACIONES NO IONIZANTES	8
2.2.4	PUNTOS DE CONTROL – CALIDAD DE SUELO	9
2.2.5	PUNTOS DE CONTROL – CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y MARINA	10
2.2.6	PUNTOS DE CONTROL – MONITOREO DE SEDIMENTOS	11
2.3	BITÁCORA DE LOS TRABAJOS DE CAMPO DEL MAP QUELLAVECO CAMPAÑA 10 – TEMPORADA HÚMEDA 2022	12
3.	METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	15
3.1	METODOLOGÍAS APLICADAS	15
3.1.1	CALIDAD DE AIRE	15
3.1.2	RUIDO AMBIENTAL	15
3.1.3	NIVELES DE VIBRACIÓN.....	15
3.1.4	RADIACIONES NO IONIZANTES	16
3.1.5	CALIDAD DE SUELO	16
3.1.6	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL.....	17
3.1.7	SEDIMENTOS.....	17
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	18
4.1	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y AGUA DE MAR	18
4.1.1	CATEGORÍA CORRESPONDIENTE A LOS RÍOS EVALUADOS	18
4.1.2	CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS	20
4.1.3	REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	35
4.2	CALIDAD DE SEDIMENTOS	108
4.2.1	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN.....	108
4.3	CALIDAD DE SUELO	115
4.3.1	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO	115
4.3.2	REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	120
4.4	CALIDAD DE AIRE	139
4.4.1	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AIRE.....	140
4.4.2	REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	144
4.5	RUIDO AMBIENTAL	149
4.5.1	RESULTADOS DE RUIDO AMBIENTAL.....	149
4.5.2	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE RUIDO AMBIENTAL	155

4.6	NIVELES DE VIBRACIÓN	155
4.6.1	RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE VIBRACIONES.....	155
4.6.2	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VIBRACIONES	158
4.7	RADIACIONES NO IONIZANTES	158
4.7.1	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN.....	159
4.7.2	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	159
5.	CONCLUSIONES	160
5.1	CALIDAD DE AGUA	160
5.1.1	ZONA DE ABASTECIMIENTO.....	160
5.1.2	ZONA DE OPERACIONES	163
5.1.3	AGUA DE MAR	165
5.2	SEDIMENTOS.....	165
5.3	CALIDAD DE SUELO	166
5.4	CALIDAD DE AIRE	166
5.5	CALIDAD DE RUIDO Y VIBRACIONES	167
5.6	RADIACIONES NO IONIZANTES	167









1. GENERALIDADES

1.1 MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO (MAP QUELLAVECO)

1.1.1 CREACIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MAP QUELLAVECO

Para el año 2013 se establece el Programa de Monitoreo Ambiental Participativo Quellaveco, estando relacionado bajo los compromisos N°5, 7 y 10 asumidos por el titular AAQ en la Mesa de Diálogo con diversas autoridades y actores locales. Por lo que, con fecha del 12 de junio del año 2013 se da la conformación del Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo, con las funciones de elaborar, supervisar y presentar los resultados obtenidos en el MAP Quellaveco.

Dicho subcomité está conformado por los siguientes representantes:

-  Anglo American (como titular del proyecto): 02 representantes.
-  Gobierno Regional de Moquegua: 02 representantes.
-  Municipalidad Provincial de Ilo: 01 representante.
-  Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto: 01 representante.
-  Municipalidad Provincial de Sánchez Cerro: 01 representante.
-  Sociedad Civil de Mariscal Nieto: 01 representante.
-  Sociedad Civil de Ilo: 01 representante.
-  Área de Influencia que incluye las comunidades campesinas de Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala: 01 representante.

1.2 INFORMACIÓN DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO

El Proyecto Minero Quellaveco, es el proyecto de explotación del yacimiento de cobre más grande de nuestro país a cargo de la empresa titular Anglo American Quellaveco (en adelante AAQ), el cual se encuentra distribuido entre los distritos de Carumas, Torata y Moquegua, pertenecientes a la provincia de Mariscal Nieto y, en los distritos de Ilo y El Algarrobal, perteneciente a la provincia de Ilo, en la región de Moquegua.

1.2.1 INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

De acuerdo con nuestra legislación ambiental, todo proyecto que quiera realizar trabajos en aras de la explotación de recursos naturales, debe solicitar y obtener una certificación ambiental a

través de los conocidos instrumentos de gestión ambiental (en adelante IGA), los cuales tienen un trabajo arduo desde el recojo de la información inicial conocida como línea base, en donde se recogen las características actuales del ambiente antes del inicio del proyecto, pasando por una evaluación rigurosa por parte de la Autoridad Competente hasta su aprobación, significando así, que, la actividad puede ser llevada a cabo siguiendo y estableciendo diversas medidas de prevención, mitigación y control con la finalidad de conservar y preservar la calidad ambiental del área donde se llevarán a cabo dichas actividades.

En la siguiente lista pueden conocer un poco más de todas las certificaciones ambientales que cuenta el proyecto minero Quellaveco.

Cuadro 1. Instrumentos de gestión ambiental aprobados

IGA aprobado	Resolución	Fecha
Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Minero Quellaveco	R.D. N° 266-2000-EM/DGAA	19-12-00
Primera Modificación del EIA del Proyecto Quellaveco	R.D. N° 140-2010-MEM/AAM	23-04-10
Segunda Modificación del EIA del Proyecto Quellaveco	R.D. N° 319-2010-MEM/AAM	05-10-10
Tercera Modificación del EIA del Proyecto Quellaveco (Optimización del Diseño y Operación de la Presa Vizcachas)	R.D. N° 377-2012-MEM/AAM	14-11-12
ITS para la modificación del EIA del Proyecto Minero Quellaveco	R.D. N° 244-2014-MEM-DGAAM	22-05-14
Cuarta Modificación del EIA del Proyecto Quellaveco (Ampliación de la capacidad de la planta concentradora de 85 000 a 127 500 TPD)	R.D. N° 339-2015-MEM/DGAAM	28-08-15
ITS para la Optimización de Componentes	R.D. N° 087-2017-SENACE/DCA	31-03-17

Fuente: AAQ, 2022.

1.2.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra distribuido en tres áreas respectivamente, i) una primera área que está relacionada directamente con el área de operaciones, la cual comprende las áreas de mina, planta y demás componentes mineros, ubicada entre los distritos de Torata y Moquegua, ambas pertenecientes a la provincia de Mariscal Nieto; ii) una segunda área que esta referida al proyecto de abastecimiento de agua (presa vizcachas) ubicada en el distrito de Carumas, en la provincia de Mariscal Nieto y, iii) una tercera área que corresponde a la ruta de transporte de concentrados, a la línea de suministro eléctrico y al área de puerto, ubicándose en los distritos de Moquegua, Ilo y El Algarrobal, pertenecientes a las provincias de Mariscal Nieto e Ilo, respectivamente, en la región de Moquegua.

1.2.3 ALCANCE

El alcance del presente informe corresponde al desarrollo e interpretación de los resultados obtenidos en la evaluación ambiental de la temporada húmeda 2022 correspondiente a la Campaña N°10 del MAP Quellaveco. Asimismo, considera también como alcance la representación gráfica de los resultados obtenidos en los monitoreos de calidad de agua superficial y de mar, sedimentos, suelo, aire, ruido, vibraciones y radiaciones no ionizantes, desarrollados en los puntos de monitoreo establecidos.

1.2.4 OBJETIVOS

1.2.4.1 OBJETIVO GENERAL

El presente informe de resultados tiene como objetivo general presentar los resultados obtenidos durante la evaluación de la calidad ambiental de las diferentes variables ambientales (agua, aire, ruido, vibraciones, suelo y radiaciones no ionizantes) correspondientes a la temporada húmeda de la campaña N°10 del MAP Quellaveco, realizado entre los días 07 y 22 de abril del presente año.

1.2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Asimismo, el presente informe también tiene los siguientes objetivos específicos:

- ☘ Detallar la bitácora de los trabajos realizados durante la presente campaña.
- ☘ Detallar los resultados obtenidos en la presente campaña.
- ☘ Analizar los resultados obtenidos en la evaluación de calidad de agua superficial.
- ☘ Analizar los resultados obtenidos en la evaluación de sedimentos.
- ☘ Analizar los resultados obtenidos en la evaluación de la calidad de aire.
- ☘ Analizar los resultados obtenidos en la evaluación de la calidad de suelo.
- ☘ Analizar los resultados obtenidos en la medición de ruido ambiental.
- ☘ Analizar los resultados obtenidos en la medición de los niveles de vibración.
- ☘ Analizar los resultados obtenidos en la medición de radiaciones no ionizantes.
- ☘ Realizar la comparación histórica de los resultados más resaltantes y en los puntos que no se cumplen los estándares y límites establecidos por la normativa ambiental.

1.2.5 MARCO LEGAL

El presente informe se enmarca dentro del siguiente marco legal.

Cuadro 2. Marco Legal

N°	Normativa Ambiental	Descripción
01	CONSTITUCION POLITICA DEL PERU	PROMULGADA EN EL AÑO 1993
02	LEY N°28611	LEY GENERAL DEL AMBIENTE
03	D.S. N°012-2009-MINAM	POLÍTICA NACIONAL DEL AMBIENTE
04	D.L. N°1055	MODIFICACIÓN DE LA LEY GENERAL DEL AMBIENTE
05	D.L. N°1055	MODIFICACIÓN DE LA LEY GENERAL DEL AMBIENTE
06	LEY N° 29325 Y SU REGLAMENTO APROBADO MEDIANTE EL D.S. N° 022-2009-MINAM	LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
07	LEY N° 30011	LEY QUE MODIFICA LA LEY 29325, LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
08	D.L. N° 1389	DECRETO LEGISLATIVO QUE FORTALECE EL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
09	D.S. N°003-2017-MINAM	APRUEBAN ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE
10	D.S. N°010-2019-MINAM	APRUEBAN EL PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE
11	D.S. N°085-2003-PCM	APRUEBAN ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO
12	D.S. N°011-2017-MINAM	APRUEBAN ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO
13	D.S. N° 004-2017-MINAM	APRUEBAN ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA Y ESTABLECEN DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS
14	D.S. N.º 010-2005-PCM	ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RADIACIONES NO IONIZANTES
15	D.S. N.º 011-2017-MINAM	ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA SUELO
16	R.M. N°085-2014-MINAM	APRUEBAN LA GUÍA PARA MUESTREO DE SUELO Y GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE DESCONTAMINACIÓN
17	D.S. N° 012-2017-MINAM	APRUEBAN CRITERIOS PARA LA GESTIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS
18	REESOLUCIÓN JEFATURAL N° 056-2018-ANA	APRUEBAN LA CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA CONTINENTALES SUPERFICIALES
19	RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 010-2016-ANA	APROBACIÓN DEL PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

Elaboración: ASILORZA, 2022.

2. ACTIVIDADES DEL MAP QUELLAVECO CAMPAÑA 10 – TEMPORADA HÚMEDA 2022

2.1 DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO

2.1.1 ZONA DE ALTA MONTAÑA

La primera zona de trabajo es la zona conocida como Alta Montaña, que se encuentra a una altitud aproximada entre los 4,000 a 4,500 msnm, en donde se encuentra el área de abastecimiento de agua para el proyecto minero, que consta de todo un esquema de captación de las aguas proveniente del río Titire (construcción de una bocatoma), el cual de acuerdo con lo registro desde la línea base hasta en los últimos monitoreos que se han venido ejecutando como parte del MAP Quellaveco, presente aguas no aptas para el consumo humana con alto contenido en metales como el hierro, boro, aluminio, entre otros, producto de encontrarse en zonas de actividad geotérmica.

Asimismo, en esta se encuentra uno de los componentes más grandes del proyecto, la presa Vizcachas, con una capacidad de 60 millones de m³, que tendrá como principal objetivo la captación de aguas excedentes provenientes de las lluvias y, de las cuales se prevé una pequeña fracción para la operación de la mina y el resto se considera para la comunidad de Moquegua.

2.1.2 ZONA DE OPERACIONES

La zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco se encuentra geográficamente emplazada en el valle del río Asana, aproximadamente a unos 40 km al noreste de la ciudad de Moquegua, entre los 1,700 y 4,630 msnm, abarcando un área aproximada de 39 300 hectáreas. Esta zona se encuentra sobre las cuencas del río Asana y de las quebradas de Papujune y Cortadera, en donde se encuentran principales componentes del proyecto tales como el tajo a cielo abierto, el depósito de desmontes, el túnel de desviación del río Asana, la planta concentradora, el depósito de relaves, entre otros.

De igual manera, esta zona comprende también el ámbito de la ciudad de Moquegua debido a la ruta del transporte del concentrado del mineral que atraviesa desde el distrito de Moquegua pasando hasta la ubicación del área de puerto que se encuentra en los distritos de El Algarrobal e Ilo. Asimismo, el suministro de energía eléctrica se encuentra en la ciudad de Moquegua.

2.1.3 ZONA DE PUERTO (ZONA MARÍTIMA)

Esta zona comprende el ámbito de influencia de ambas ciudades producto de la ruta de transporte de concentrados desde la zona de operaciones, pasando por la ciudad de Moquegua hasta la llegada a la ciudad de Ilo, precisamente en el puerto de ENGIE donde se llevará a cabo la construcción de la infraestructura de almacenamiento y embarque de concentrados.

2.2 RESUMEN DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREOS DEL MAP QUELLAVECO

En los siguientes cuadros líneas abajo se da a conocer la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo que corresponden a la malla de puntos del MAP Quellaveco, los cuales tienen la finalidad de realizar el seguimiento y verificación del estado de la calidad ambiental con respecto a las actividades que se vienen realizándose en el proyecto minero.

2.2.1 PUNTOS DE CONTROL – CALIDAD DE AIRE

La evaluación de la calidad del aire se lleva a cabo en un total de trece (13) puntos de monitoreo distribuidos tanto en la zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco, así como en las áreas de influencia del proyecto en mención y en las zonas de interés como las ciudades de Moquegua e Ilo.

Cuadro 3. Ubicación de Puntos de Calidad de Aire

PUNTOS DE CALIDAD DE AIRE				
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción / Lugar de Instalación	Coordenadas UTM Datum WGS84 (zona 19 Sur)	
			Este	Norte
Zona de Operaciones del Proyecto / Área de Influencia del Proyecto				
1	Ca-Tala	Comunidad Campesina de Tala	321147	8108719
2	Ca-Altarani	Altaranito	330218	8107538
3	Ca-Cortadera	A unos 250m de la Garita Puma	322300	8095300
4	Ca-Alto Coscore	Centro Poblado Altos Coscore	315495	8106196
5	Ca-Calientes	Anexo Calientes	314672	8104739
Zona de Abastecimiento de Agua del Proyecto				
6	Ca-Vizcachas	Vizcachas	355430	8159399
Zona de Ámbito de Moquegua				
7	Ca-San Antonio	Ubicado en San Antonio	293071	8096452
8	Ca-A-1 (SE Moquegua)	Cerca de la SE Moquegua	290940	8094975
9	Chen Chen	Chen Chen	292539	8096061
10	San Antonio	San Antonio	295701	8096530
11	E-3	San Antonio	295499	8095597
Zona de Ámbito de Ilo				

PUNTOS DE CALIDAD DE AIRE				
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción / Lugar de Instalación	Coordenadas UTM Datum WGS84 (zona 19 Sur)	
			Este	Norte
12	Ca-A-1 (Ilo)	Frente al terreno de Engie	267184	8034008
13	Ca-A-2 (Ilo)	Frente al terreno de Engie	266856	8034393

Elaboración: ASILORZA, 2022.

2.2.2 PUNTOS DE CONTROL – RUIDO AMBIENTAL Y VIBRACIONES

Para la evaluación de los niveles de ruido, así como para la determinación de los niveles de vibraciones se han establecido un total de doce (12) puntos de monitoreo distribuidos tanto en la zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco, así como en las áreas de influencia del proyecto en mención y en las zonas de interés como las ciudades de Moquegua e Ilo.

Cuadro 4. Ubicación de Puntos de Ruido Ambiental y Vibraciones

PUNTOS DE RUIDO AMBIENTAL Y NIVELES DE VIBRACIÓN					
Ítem	Punto de Monitoreo	Zonificación	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS84 (Zona 19 Sur)	
				Este	Norte
1	R-8 Tala	Zona Residencial	Comunidad Campesina de Tala	321053	8108742
2	R-7C Calientes	Zona Residencial	Anexo Calientes	314672	8104739
3	R-7B Alto Coscore	Zona Residencial	Localidad Alto Coscore	315429	8106229
4	R-10 Chilota	Zona Residencial	Comunidad Campesina Chilota	346832	8153516
5	R-11 Huachunta	Zona Residencial	Comunidad Campesina Huachunta	356132	8150668
6	R-4	Zona Comercial	Chen Chen	293136	8095755
7	R-5	Zona Comercial	San Antonio	295719	8096603
8	R-1	Zona Residencial	Chen Chen	291870	8095718
9	R-2	Zona Residencial	San Antonio	293760	8094375
10	R-3	Zona Residencial	Anexo Calientes	315179	8104166
11	RP-1	Zona Industrial	Zona industrial frente a Engie	268390	8033140
12	RP-5	Zona Industrial	Zona industrial frente a Engie	266161	8034910

Elaboración: ASILORZA, 2022.

2.2.3 PUNTOS DE CONTROL – RADIACIONES NO IONIZANTES

Debido a la inclusión de la línea de suministro eléctrico para el Proyecto Minero Quellaveco se han establecido tres (03) puntos de monitoreo que buscan realizar el seguimiento de los niveles de radiaciones no ionizantes en dichos componentes, los cuales se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Ubicación de Puntos de Radiaciones No Ionizantes

PUNTOS DE RADIACIONES NO IONIZANTES					
Ítem	Punto de Monitoreo	Zonificación	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS84 (Zona 19 Sur)	
				Este	Norte
1	R-1	Zona Residencial	Chen Chen	291870	8095718
2	R-2	Zona Residencial	San Antonio	293760	8094375
3	R-3	Zona Residencial	Anexo Calientes	315179	8104166

Elaboración: ASILORZA, 2022.

2.2.4 PUNTOS DE CONTROL – CALIDAD DE SUELO

La evaluación de suelo tiene la finalidad de verificar y realizar el seguimiento de la calidad del suelo presente en la zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco, por lo que, se establecieron un total de quince (15) puntos de monitoreo distribuidos de acuerdo con la ubicación de los principales componentes del proyecto minero.

Cuadro 6. Ubicación de Puntos de Calidad de Suelo

PUNTOS DE CALIDAD DE SUELO				
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción Referencial	Coordenadas UTM Datum WGS84 (Zona 19 Sur)	
			Este	Norte
1	QU-4	A unos 200m apróx de la Qda Millune, área arriba del polvorín	329807	8108350
2	QU-10	A unos 500m apróx del Mirador Barreda	328813	8107402
3	QU-11	A unos 300m apróx del Canal de Abastecimiento	328307	8110612
4	QU-18	A unos 200m de la carretera en la Qda Quellaveco	327137	8107187
5	QU-28	A unos 350m de la poza C-4	323564	8106691
6	QU-36	A unos 3km de la poza C-4	321073	8106169
7	QU-44	A unos 350m de la Qda Papujune	318952	8103832
8	QU-57	A unos 50m apróx del acceso a Cortadera	322590	8100607
9	QU-59	A unos 70m apróx del acceso a Cortadera	320887	8100693
10	QU-82	A unos 30m apróx del acceso a Cortadera	318738	8099943
11	QU-101	A unos 50m del área de estacionamiento	318148	8097846
12	QU-166	A unos 900m apróx de la Qda Los Chalsos	320278	8095985
13	QU-167	A unos 800m apróx de la Qda Los Chalsos	322070	8096421
14	QU-201	A unos 900km de la Qda Charaque	326755	8111354
15	QU-216	A unos 350m del acceso al botadero	325283	8110080

Elaboración: ASILORZA, 2022.

2.2.5 PUNTOS DE CONTROL – CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y MARINA

La evaluación de la calidad de agua se realiza en un total de 39 puntos de monitoreo, dentro de los cuales se debe diferenciar entre los puntos de monitoreo en agua superficial (ríos, quebradas, etc.) y la evaluación dentro del ámbito marino-costero. Del primero se tiene establecido un total de 35 de puntos de monitoreo, mientras que, para la segunda evaluación se tiene un total de cuatro (04) puntos de monitoreo.

Cuadro 7. Ubicación de Puntos de Calidad de Agua Superficial

PUNTOS DE CALIDAD DE AGUA						
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción	Referencia	Componente	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19S	
					Este	Norte
Zona de Abastecimiento de Agua – Proyecto Minero Quellaveco						
1	PGB-1	Río Vizcachas	Salida del Canal Pasto Grande	Agua superficial	368765	8150825
2	QLVIZ-8	Río Vizcachas	Aguas arriba de la zona de abastecimiento de agua	Agua superficial	359080	8157053
3	VIZ-1	Río Vizcachas	Aguas abajo de la zona de abastecimiento de agua	Agua superficial	350546	8161346
4	VIZ-2	Río Vizcachas	Aguas abajo de la zona de abastecimiento de agua	Agua superficial	349836	8161271
5	TIT-1	Río Titire	Aguas abajo del Puente “Bello”	Agua superficial	352239	8169941
6	CHL-8	Río Chilota	Aguas abajo del río Chilota	Agua superficial	349337	8157950
7	CHL-4	Río Chilota	Aguas arriba del río Chilota	Agua superficial	348994	8152100
8	QLCHR-01	Río Chincune	Aguas arriba del río Chincune	Agua superficial	357870	8159562
9	HUA-20	Río Calazaya	Aguas arriba del río Calazaya	Agua superficial	355553	8158648
10	HAS-2	Quebrada s/n en Pampa	Misma quebrada antes de la confluencia	Agua superficial	355003	8150122
11	HAS-3	Quebrada Vilaje	Misma quebrada antes de la confluencia	Agua superficial	359031	8150074
Zona de Operaciones Mineras – Proyecto Minero Quellaveco						
12	AS-1	Río Asana	Aguas arriba del río Asana	Agua superficial	331045	8107820
13	ALT-4	Quebrada Altarani	Antes de la confluencia del río Asana	Agua superficial	330645	8107397
14	P-1	Quebrada Millune	Aguas arriba de la Quebrada Millune	Agua superficial	329578	8108793
15	P-10	Quebrada Sarallenque	Aguas arriba de la Quebrada Sarallenque	Agua superficial	328851	8109515
16	P-11	Río Asana	Ingreso del Túnel del río Asana	Agua superficial	329803	8107688
17	P-12	Río Asana	Salida del Túnel del río Asana	Agua superficial	323118	8108112
18	Q-CH	Río Charaque	Aguas arriba del río Charaque	Agua superficial	325307	8111144

PUNTOS DE CALIDAD DE AGUA						
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción	Referencia	Componente	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19S	
					Este	Norte
19	AS-3	Río Asana	Aguas abajo del río Asana	Agua superficial	319613	8107940
20	CH-3	Río Charaque	Aguas arriba del río Charaque	Agua superficial	321998	8109036
21	COS-1	Río Coscore	Después de la confluencia del río Asana con río Charaque	Agua superficial	319066	8107928
22	COS-2	Río Coscore	Aguas abajo del río Coscore	Agua superficial	311069	8106045
23	COS-3	Río Coscore	Cerca de Alto Coscore	Agua superficial	316564	8107452
24	COS-4	Río Coscore	Cerca de Bajo Coscore	Agua superficial	312899	8106650
25	TUM-3	Río Tumilaca	Aguas arriba del río Tumilaca	Agua superficial	308705	8106585
26	TUM-4	Río Tumilaca	A la altura del Puente del río Tumilaca	Agua superficial	304585	8105304
27	COC-1	Quebrada Cocotea	Quebrada Cocotea	Agua superficial	304336	8106211
28	CAP-1	Río Capillune	Agua arriba del río Capillune	Agua superficial	326840	8102473
29	CAP-2	Río Huancanane	Aguas arriba del río Huancanane	Agua superficial	313872	8104466
30	CAP-3	Río Huancanane	Aguas abajo del río Huancanane	Agua superficial	310255	8105918
31	MQ-3	Río Moquegua	Aguas arriba del río Moquegua	Agua superficial	291101	8098064
32	13172RTumi	Río Tumilaca	Aguas abajo del río Tumilaca	Agua superficial	300020	8100959
33	13172RMoque1	Río Moquegua	A la altura del puente "Montalvo"	Agua superficial	290125	8095445
34	13172RMoque2	Río Moquegua	Carretera el Pacae	Agua superficial	286441	8079848
35	13172Rosmo1	Río Osmore	A la altura de la bocATOMA de la EPS	Agua superficial	266686	8057260
Zona marítima						
36	P-1	Mar frente Engie	Mar frente a la Bahía de Engie	Agua de mar	264650	8033129
37	P-5	Mar frente Engie	Mar frente a la Bahía de Engie	Agua de mar	265136	8031832
38	P-9	Mar frente Engie	Mar frente a la Bahía de Engie	Agua de mar	266771	8030889
39	P-13	Mar frente Engie	Mar frente a la Bahía de Engie	Agua de mar	268262	8030363

Elaboración: ASILORZA, 2022.

2.2.6 PUNTOS DE CONTROL – MONITOREO DE SEDIMENTOS

La ubicación de los puntos de monitoreo en la evaluación de sedimentos corresponde a los mismos puntos de monitoreo considerados para la evaluación de calidad de agua, por lo que,

ambas evaluaciones comparten puntos con la misma denominación y ubicación en coordenadas UTM Datum WGS84, tal como se presenta en el cuadro en el numeral 2.2.4.

2.3 BITÁCORA DE LOS TRABAJOS DE CAMPO DEL MAP QUELLAVECO CAMPAÑA 10 – TEMPORADA HÚMEDA 2022

Los trabajos de campo correspondientes a la temporada húmeda de la campaña N°10 del MAP Quellaveco se dieron inicio desde el 07 hasta el 22 del mes de abril del presente año. En el siguiente cuadro se busca dar a conocer la planificación de los trabajos día a día durante la realización de la presente campaña.

Durante el desarrollo del monitoreo se contó con la participación de representantes de las autoridades que conforman el subcomité tales como el Gobierno Regional de Moquegua, la Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto, Municipalidad Provincial de Ilo, Municipalidad Provincial de Sanchez Cerro, así como representantes de la Sociedad Civil de Moquegua e Ilo y, representante del Área de Influencia Directa.

Figura 2.1. Reuniones de inicio de los trabajos de campo



Fuente: ASILORZA, 2022.

Figura 2.2. Explicación de las diversas actividades del monitoreo ambiental



Fuente: ASILORZA, 2022.

Figura 2.3. Explicación de las metodologías y protocolos de los trabajos de monitoreo



Fuente: ASILORZA, 2022.

Figura 2.4. Participación de la población de la comunidad campesina de Titire



Fuente: ASILORZA, 2022.

Figura 2.5. Participación de los acreditados durante los trabajos de campo



Fuente: ASILORZA, 2022.

3. METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS

3.1 METODOLOGÍAS APLICADAS

3.1.1 CALIDAD DE AIRE

La metodología de monitoreo se encuentra basada en lo dispuesto en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental de Aire aprobado mediante D.S. N° 010-2019-MINAM que establece los criterios y aspectos técnicos para la correcta toma de datos, así como estandariza los métodos que resultan aplicables al monitoreo de calidad de aire, detallando los procedimientos de instalación, operación y mantenimiento de los equipos de monitoreo, con la finalidad de asegurar información de calidad y confiable de las concentraciones de los elementos atmosféricos de una determinada área.

Normas de referencia:

- Decreto Supremo N°010-2019-MINAM: Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del aire.
- Decreto Supremo N°003-2017-MINAM: Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire.

3.1.2 RUIDO AMBIENTAL

Las mediciones de ruido se realizaron mediante la utilización de un sonómetro tipo 1 debidamente calibrado ante INACAL según lo señalado en la Norma Técnica Peruana (NTP) 1996-1:2020 Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Parte 1: Índices básicos y procedimientos de evaluación, así como también la Norma ISO 1996- 2:2020 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels).

Normas de referencia:

- Decreto Supremo N°085-2003-PCM: Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.
- Norma Técnica Peruana (NTP) 1996-1:2020, Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Parte 1: Índices básicos y procedimientos de evaluación.
- Norma ISO 1996-2:2020, Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels.

3.1.3 NIVELES DE VIBRACIÓN

Las vibraciones se midieron con un vibrómetro cuyo componente principal es un transductor o acelerómetro en contacto con la superficie vibrante que convierte las vibraciones mecánicas en

una señal eléctrica. Esta señal se trata adecuadamente en los circuitos del equipo de medida obteniendo los niveles de aceleración expresada en m/s² o rad/m². La normativa carece de una especificación del tiempo de medición en su protocolo de medición, por ello recomendó que el periodo de medición sea de un tiempo de 5 a 20 min para que sea representativo, por ello las mediciones se realizaron en un periodo de 15 minutos.

Normas de referencia:

- ISO 2631-1:2008. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo, Parte 1: Requerimientos generales.
- ISO 2631-2:2012. Evaluación de exposición humana a vibraciones del cuerpo entero, Parte 2: Vibración continua inducida por shock de instalaciones (1 a 80 Hz).

3.1.4 RADIACIONES NO IONIZANTES

Debemos mencionar que, actualmente en nuestro país no contamos con una metodología que nos indique cuáles son los procedimientos y criterios que se debe seguir para realizar la evaluación de radiaciones no ionizantes. Debido a esto, para la presente evaluación se ha tomado como referencia normas internacionales, específicamente, al Protocolo de Medición de Campos Electromagnéticos (Líneas de Alta Tensión Eléctrica), recomendado en el Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines (IEEE 644, 1994).

Normas de referencia:



- Protocolo de Medición de Campos Electromagnéticos (Líneas de Alta Tensión Eléctrica), recomendado en el Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines (IEEE 644, 1994)
- Decreto Supremo N°010-2005-PCM: Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes.

3.1.5 CALIDAD DE SUELO

La metodología empleada para el levantamiento de muestras de calidad de suelo se basa en lo descrito en la “Guía para el Muestreo de Suelos” aprobada mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM, donde se indica el tipo de muestreo y técnica de muestreo de acuerdo con el uso del suelo (suelo agrícola, suelo residencial/parque y suelo comercial/industrial/extractivo de acuerdo con lo establecido en el D.S. N°011-2017-MINAM).

Respecto a la técnica de muestreo, se ha aplicado muestras superficiales de suelo que llegan hasta una profundidad aproximada de 10 cm. Asimismo, este proceso se complementa con la homogenización de diferentes particiones de muestras de suelo para asegurar la representatividad de la muestra previo al llenado de los frascos para el análisis.




Normas de referencia:

-  Resolución Ministerial N°085-2014-MINA: Aprueban Guía de Muestreo para Suelos.
-  Decreto Supremo N°011-2017-MINAM: Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelos.

3.1.6 CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

El procedimiento para llevar a cabo el Monitoreo de Calidad de Agua se encuentra descrito en los Procedimientos de muestreo, conservación y transporte muestras de calidad de agua acreditados ante INACAL por parte de CERPER (laboratorio acreditado), así como también en lo establecido en el “*Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos*”, publicado y aprobado por la Autoridad Nacional de Agua – ANA mediante Resolución Jefatural N°010-2016-ANA, el cual establece como de uso obligatorio a nivel nacional para el desarrollo de monitoreos de calidad de agua de los cuerpos hídricos tanto continentales (ríos, lagos, lagunas, quebradas, entre otros) como los marino-costeros (playas, estuarios, manglares, entre otros).


Normas de referencia:

-  Resolución Jefatural N°056-2018-ANA: Aprueban Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales.
-  Resolución Jefatural N°010-2016-ANA: Aprueban Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
-  Decreto Supremo N°004-2017-MINAM: Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

3.1.7 SEDIMENTOS

En la actualidad, no se cuenta con un marco legal que nos establezca los procedimientos o criterios a tomar durante el muestreo y recojo de sedimentos, por lo cual, se tomará como base la metodología y procedimiento de campo del Laboratorio CERPER, cuya metodología se encuentra validada y acreditada internacionalmente.

Manual de Muestreo de Suelos y Sedimentos de CERPER:

-  Código 8006-I. Versión 01/2022

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados del monitoreo de calidad ambiental desarrollado en el trabajo de campo correspondiente a la campaña N°10 - Temporada Húmeda 2022.

Cabe indicar que, los trabajos de campo del monitoreo de calidad ambiental se han llevado a cabo bajo lo establecido en las diversas metodologías, protocolos y guías que se encuentran vigentes en nuestra normativa nacional, así como la utilización de métodos internacionalmente aceptados.

Para esta oportunidad, el laboratorio encargado ha sido el Laboratorio Certificaciones del Perú – CERPER S.A., el cual se encuentra acreditado mediante INACAL, además de contar con certificaciones a nivel internacional, las cuales acreditan los métodos de ensayo y procedimientos de muestreo realizados durante los trabajos de campo.

4.1 CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y AGUA DE MAR

La evaluación de la calidad de agua considera tanto los ríos y/o quebradas que se encuentran en las zonas de trabajo del Proyecto Minero Quellaveco, tales como la zona de abastecimiento de agua del proyecto (zona de alta montaña) y la zona de operaciones mineras. Adicionalmente a estos puntos, se considera mantener los puntos establecidos por el Subcomité en el año 2019, que abarca puntos de monitoreo en los ríos Coscore, Huancanane, Tumilaca, Moquegua y Osmore en el ámbito de influencia de la ciudad de Moquegua.

4.1.1 CATEGORÍA CORRESPONDIENTE A LOS RÍOS EVALUADOS

La determinación de las categorías asignadas a los cuerpos de agua ha seguido lo señalado en la Resolución Jefatural N°056-2018-ANA, la cual aprueba la Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales.

Cuadro 4.1. Asignación de la categoría a los puntos de monitoreo de calidad de agua

Puntos de Monitoreo	Componente	Cuerpo Receptor	Categoría ⁽¹⁾
PGB-1	Agua Superficial	Río Vizcachas	Categoría 3
QLVIZ-8	Agua Superficial	Río Vizcachas	Categoría 3
VIZ-1	Agua Superficial	Río Vizcachas	Categoría 3
VIZ-2	Agua Superficial	Río Vizcachas	Categoría 3
TIT-1	Agua Superficial	Río Titire	Categoría 3

Puntos de Monitoreo	Componente	Cuerpo Receptor	Categoría ⁽¹⁾
CHL-8	Agua Superficial	Río Chilota	Categoría 3
CHL-4	Agua Superficial	Río Chilota	Categoría 3
QLCHR-01	Agua Superficial	Río Chincune	Categoría 3
HUA-20	Agua Superficial	Río Calazaya	Categoría 3
HAS-2	Agua Superficial	Quebrada s/n en Pampa Huachunta	Categoría 3
HAS-3	Agua Superficial	Quebrada Vilaje	Categoría 3
AS-1	Agua Superficial	Río Asana	Categoría 3
ALT-4	Agua Superficial	Quebrada Altarani	Categoría 3
P-1	Agua Superficial	Quebrada Millune	Categoría 3
P-10	Agua Superficial	Quebrada Sarallenque	Categoría 3
P-11	Agua Superficial	Río Asana	Categoría 3
P-12	Agua Superficial	Río Asana	Categoría 3
Q-CH	Agua Superficial	Río Charaque	Categoría 3
AS-3	Agua Superficial	Río Asana	Categoría 3
CH-3	Agua Superficial	Río Charaque	Categoría 3
COS-1	Agua Superficial	Río Coscore	Categoría 3
COS-2	Agua Superficial	Río Coscore	Categoría 3
COS-3	Agua Superficial	Río Coscore	Categoría 3
COS-4	Agua Superficial	Río Coscore	Categoría 3
TUM-3	Agua Superficial	Río Tumilaca	Categoría 3
TUM-4	Agua Superficial	Río Tumilaca	Categoría 3
COC-1	Agua Superficial	Quebrada Cocotea	Categoría 3
CAP-1	Agua Superficial	Río Capillune	Categoría 3
CAP-2	Agua Superficial	Río Huancanane	Categoría 3
CAP-3	Agua Superficial	Río Huancanane	Categoría 3
MQ-3	Agua Superficial	Río Moquegua	Categoría 3
13172RTumi	Agua Superficial	Río Tumilaca	Categoría 3
13172RMoque1	Agua Superficial	Río Moquegua	Categoría 3
13172RMoque2	Agua Superficial	Río Moquegua	Categoría 3
13172Rosmo1	Agua Superficial	Río Osmore	Categoría 3
P-1	Agua de mar	Mar frente de la Bahía de Engie	Categoría 2
P-5	Agua de mar	Mar frente de la Bahía de Engie	Categoría 2
P-9	Agua de mar	Mar frente de la Bahía de Engie	Categoría 2
P-13	Agua de mar	Mar frente de la Bahía de Engie	Categoría 2

(1) R.J. N°056-2018-ANA.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua – ANA

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.2 CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS

En los siguientes cuadros se detallan los resultados obtenidos para la evaluación de calidad de agua superficial en 33 puntos de monitoreo y cuatro (04) puntos de monitoreo para calidad de agua de mar. Asimismo, es importante mencionar que, dos puntos de monitoreo, tanto el QLCHR-01 y el HUA-20, ubicados en el río Chincune y río Calazaya, respectivamente; el primero de ellos se encontraba inaccesible por los trabajos que se venían realizando representando un riesgo para los evaluadores, mientras que, el segundo se encontraba ya inundado producto del embalse de la presa Vizcachas.

Cuadro 4.2. Resultados de Calidad de agua – Zona de Alta Montaña - Campaña 10 Temporada Húmeda

PARÁMETROS	UND.	L.D.M.	ECA ¹	ZONA DE ALTA MONTAÑA								
				RIO VIZCACHAS				QUEBRABADA S/N PAMPA HUACHUNTA	QUEBRADA VILAJE	RIO CHILOTA		RIO TITIRE
				PBG-1	QLVIZ-8	VIZ-1	VIZ-2	HAS-2	HAS-3	CHL-8	CHL-4	TIT-1
				Informes de Ensayo	2-01342/22	2-01341/22	2-01341/22	2-01341/22	2-01342/22	2-01342/22	2-01341/22	2-01343/22
Fecha de muestreo	19/04/2022	18/04/2022	20/04/2022	20/04/2022	19/04/2022	19/04/2022	18/04/2022	20/04/2022	20/04/2022			
Aceites y Grasas*	mg/L	0.50	5	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Alcalinidad Total*	mg CaCO ₃ /L	0.80	NA	<0.80	<0.80	16.6	30.2	9.77	11.8	31.3	26.3	<0.80
Caudal ²	m ³ /s	NA	NA	0.7	1.1045	0.255	1.214	0.041	0.027	0.7797	0.744	1.55
Cianuro Total*	mg/L	0.001	NA	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cianuro WAD*	mg/L	0.001	0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Color*	UC	1.0	100	<1.0	<1.0	4.46	15	2.88	14.6	20.3	16.8	<1.0
Conductividad*	µS/cm	NA	2500	548	488	229	180.7	109.7	79.1	169.3	102.2	2690
Cromo Hexavalente*	mg/L	0.001	NA	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)*	mg/L	2.00	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Demanda Química de Oxígeno*	mg/L	2.5	40	<2.5	<2.5	8.15	<2.5	<2.5	3.77	6.47	4.85	<2.5
Detergentes (SAAM)*	mg/L	0.025	0.2	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Dureza total*	mg/L	1	NA	88.3	86.3	50.1	41	32.1	17	35	26	242
Huevos de helmintos ²	Huevo/l	NA	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Oxígeno Disuelto*	mg/L	NA	≥ 4	6.96	6.78	6.66	7.26	6.96	7.96	6.11	8.33	7.38
pH*	Unidad de pH	NA	6,5 – 8,5	4.18	4.64	7.69	7.05	7.28	7.31	7.73	7.59	4.22
Potencial Redox**	mV	NA	NA	347	312	147	199	168	206	263	220	360
Sólidos Suspendidos Totales*	mg/L	2.5	NA	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	2.51	<2.5	40.7
Sólidos Totales Disueltos*	mg/L	2.5	NA	350	313	152	126	74.5	39.5	117	64.5	1690
Temperatura*	°C	NA	Δ3	9.9	14.6	19.3	12.4	16.4	6.1	18.9	5.8	10.9
Turbidez*	NTU	1	NA	1.98	2.05	2.35	2.52	1.6	1.52	3.2	2.45	68.7
Aniones²												
Bromuro	mg/L	0.007	NA	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Cloruro	mg/L	0.04	500	56.3	50.9	18.1	16.2	0.436	0.249	18.6	0.918	533
Fluoruro	mg/L	0.002	1	0.265	0.226	0.133	0.101	0.06	0.05	0.1	0.075	0.454
Nitrato	mg/L	0.002	100	0.072	0.083	<0.002	<0.002	0.013	<0.002	0.017	<0.002	0.363
Nitrito	mg/L	0.001	100	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Sulfato	mg/L	0.04	1000	148	130	49.2	24.4	32.4	11.2	17.1	16.1	515
Fosfato/ P-Ortofosfato	mg/L	0.03	NA	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Bifenilos Policlorados (PCB) ²	µg/L	0.0014	0.04	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014
Metales Disueltos - ICP OES²												

PARÁMETROS	UND.	L.D.M.	ECA ¹	ZONA DE ALTA MONTAÑA									
				RIO VIZCACHAS				QUEBRABADA S/N PAMPA HUACHUNTA	QUEBRADA VILAJE	RIO CHILOTA		RIO TITIRE	
				Puntos de Monitoreo	PBG-1	QLVIZ-8	VIZ-1	VIZ-2	HAS-2	HAS-3	CHL-8	CHL-4	TIT-1
				Informes de Ensayo	2-01342/22	2-01341/22	2-01341/22	2-01341/22	2-01342/22	2-01342/22	2-01341/22	2-01343/22	2-01343/22
				Fecha de muestreo	19/04/2022	18/04/2022	20/04/2022	20/04/2022	19/04/2022	19/04/2022	18/04/2022	20/04/2022	20/04/2022
Aluminio	mg/L	0.003	NA	6.91	5.03	0.041	0.03	<0.003	<0.003	0.02	0.008	30.5	
Antimonio	mg/L	0.00007	NA	<0.00007	<0.00007	<0.00007	0.00089	<0.00007	<0.00007	0.00181	<0.00007	0.00016	
Arsénico	mg/L	0.00003	NA	0.00355	0.00197	0.0039	0.04861	0.00884	0.00036	0.08856	0.03939	0.04506	
Bario	mg/L	0.00007	NA	0.05064	0.0521	0.03363	0.01763	0.0189	0.01477	0.00989	0.0077	0.03206	
Berilio	mg/L	0.00001	NA	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	
Bismuto	mg/L	0.00005	NA	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	
Boro	mg/L	0.002	NA	1.09	0.993	0.358	0.311	<0.002	<0.002	0.234	0.059	7.07	
Cadmio	mg/L	0.00005	NA	0.00291	0.00246	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.01154	
Calcio	mg/L	0.02	NA	22	20.7	12.6	10.7	7.89	4	9.58	6.02	68.5	
Cobalto	mg/L	0.00004	NA	0.02489	0.02048	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.09695	
Cobre	mg/L	0.00004	NA	0.01508	0.01127	0.00132	0.00096	<0.00004	0.00143	0.001	0.00058	1.28	
Cromo	mg/L	0.0003	NA	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	
Estaño	mg/L	0.00003	NA	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	
Estroncio	mg/L	0.00005	NA	0.24714	0.24185	0.12143	0.12772	0.07464	0.043	0.14333	0.04836	1.38	
Fosforo	mg/L	0.02	NA	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Hierro	mg/L	0.00009	NA	0.61373	0.20681	0.03362	0.18636	0.03585	0.0763	0.24616	0.18646	4450	
Litio	mg/L	0.00005	NA	0.3063	0.2605	0.0777	0.0405	0.002	0.0013	0.0273	0.0118	1.3	
Magnesio	mg/L	0.002	NA	7.07	6.81	4.01	2.92	2.65	1.38	2.37	2.3	15.6	
Manganeso	mg/L	0.00006	NA	1.26	1.18	0.0654	0.03623	0.00108	0.00672	0.01534	0.01156	1.57	
Mercurio	mg/L	0.000003	NA	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	
Molibdeno	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00094	<0.00004	<0.00004	0.00146	0.0006	0.00005	
Níquel	mg/L	0.00002	NA	0.02345	0.02063	0.00203	0.00073	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.07309	
Plata	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	
Plomo	mg/L	0.00004	NA	0.00307	0.00151	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00057	
Potasio	mg/L	0.02	NA	9.83	9.52	5.95	4.07	3.82	2.05	3.79	3.07	23.9	
Selenio	mg/L	0.00006	NA	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.00404	
Sílice	mg/L	0.05	NA	8.76	10.4	10.5	18.5	25.2	18.1	22.7	23	21.1	
Sodio	mg/L	0.003	NA	48.6	44.3	20.4	17.5	6.1	4.24	19.7	8.65	391	
Talio	mg/L	0.00003	NA	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	0.00201	
Telurio	mg/L	0.00006	NA	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	
Titanio	mg/L	0.0001	NA	0.0005	<0.0001	0.0005	0.0015	<0.0001	<0.0001	0.0009	0.0003	<0.0001	
Uranio	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00212	
Vanadio	mg/L	0.00003	NA	<0.00003	<0.00003	0.00079	0.00184	0.0052	0.00076	0.00335	0.00191	0.00025	

PARÁMETROS	UND.	L.D.M.	ECA ¹	ZONA DE ALTA MONTAÑA									
				RIO VIZCACHAS				QUEBRABADA S/N PAMPA HUACHUNTA	QUEBRADA VILAJE	RIO CHILOTA		RIO TITIRE	
				Puntos de Monitoreo	PBG-1	QLVIZ-8	VIZ-1	VIZ-2	HAS-2	HAS-3	CHL-8	CHL-4	TIT-1
				Informes de Ensayo	2-01342/22	2-01341/22	2-01341/22	2-01341/22	2-01342/22	2-01342/22	2-01341/22	2-01343/22	2-01343/22
Fecha de muestreo	19/04/2022	18/04/2022	20/04/2022	20/04/2022	19/04/2022	19/04/2022	18/04/2022	20/04/2022	20/04/2022				
Wolframio	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	
Zinc	mg/L	0.00004	NA	0.26468	0.3168	0.00406	0.00306	0.00115	0.00283	0.00082	0.00149	0.79818	
Metales Totales ICPOES²													
Aluminio	mg/L	0.003	5	7,27	5,29	0,122	0,104	<0,003	<0,003	0,086	0,044	30,8	
Antimonio	mg/L	0.00007	NA	<0,00007	<0,00007	<0,00007	0,00092	<0,00007	<0,00007	0,00191	<0,00007	0,00135	
Arsénico	mg/L	0.00003	0.1	0,00372	0,00206	0,00399	0,04983	0,00922	0,00043	0,09322	0,04432	0,20462	
Bario	mg/L	0.00007	0.7	0,05169	0,05509	0,03574	0,01874	0,01957	0,01479	0,01182	0,00957	0,03572	
Berilio	mg/L	0.00001	0.1	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	
Bismuto	mg/L	0.00005	NA	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	
Boro	mg/L	0.002	1	1,12	1,04	0,382	0,327	<0,002	<0,002	0,270	0,062	7,07	
Cadmio	mg/L	0.00005	0.01	0,00297	0,00264	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,01162	
Calcio	mg/L	0.02	NA	22,0	21,6	13,0	11,1	7,98	4,09	9,61	6,16	69,4	
Cobalto	mg/L	0.00004	0.05	0,02598	0,02186	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,09704	
Cobre	mg/L	0.00004	0.2	0,01592	0,01198	0,00138	0,00140	<0,00004	0,07704	0,00104	0,00066	1,31	
Cromo	mg/L	0.0003	0.1	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	
Estaño	mg/L	0.00003	NA	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	
Estroncio	mg/L	0.00005	NA	0,25332	0,25348	0,12316	0,13030	0,07599	0,04520	0,14828	0,04871	1,41	
Fosforo	mg/L	0.02	NA	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Hierro	mg/L	0.00009	5	0,67219	0,22993	0,10538	0,30471	0,05860	0,12390	0,42522	0,40399	21,3	
Litio	mg/L	0.00005	2.5	0,31951	0,26303	0,09034	0,04353	0,00345	0,00225	0,02791	0,01387	1,31	
Magnesio	mg/L	0.002	NA	7,41	7,17	4,01	2,96	2,73	1,48	2,39	2,38	16,1	
Manganeso	mg/L	0.00006	0.2	1,31	1,23	0,07389	0,04291	0,00150	0,00740	0,02344	0,01924	1,58	
Mercurio	mg/L	0.000003	0.001	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	
Molibdeno	mg/L	0.00004	NA	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00097	<0,00004	<0,00004	0,00152	0,00064	0,00267	
Níquel	mg/L	0.00002	0.2	0,02477	0,02201	0,00205	0,00082	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	0,07358	
Plata	mg/L	0.00004	NA	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	
Plomo	mg/L	0.00004	0.05	0,00312	0,00172	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00101	
Potasio	mg/L	0.02	NA	10,3	9,77	6,04	4,13	4,00	2,24	3,80	3,20	24,2	
Selenio	mg/L	0.00006	0.02	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,00410	
Sílice	mg/L	0.05	NA	9,41	11,0	10,6	18,6	26,1	19,5	23,2	24,1	21,5	
Sodio	mg/L	0.003	NA	50,7	46,8	20,5	18,0	6,15	4,31	19,8	8,88	402	
Talio	mg/L	0.00003	NA	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,00213	
Telurio	mg/L	0.00006	NA	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	

PARÁMETROS	UND.	L.D.M.	ECA ¹	ZONA DE ALTA MONTAÑA									
				RIO VIZCACHAS				QUEBRABADA S/N PAMPA HUACHUNTA	QUEBRADA VILAJE	RIO CHILOTA		RIO TITIRE	
				Puntos de Monitoreo	PBG-1	QLVIZ-8	VIZ-1	VIZ-2	HAS-2	HAS-3	CHL-8	CHL-4	TIT-1
				Informes de Ensayo	2-01342/22	2-01341/22	2-01341/22	2-01341/22	2-01342/22	2-01342/22	2-01341/22	2-01343/22	2-01343/22
Fecha de muestreo	19/04/2022	18/04/2022	20/04/2022	20/04/2022	19/04/2022	19/04/2022	18/04/2022	20/04/2022	20/04/2022				
Titanio	mg/L	0.0001	NA	0,0025	<0,0001	0,0017	0,0027	<0,0001	<0,0001	0,0036	0,0030	0,0031	
Uranio	mg/L	0.00004	NA	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00222	
Vanadio	mg/L	0.00003	NA	<0,00003	<0,00003	0,00097	0,00214	0,00563	0,00081	0,00350	0,00235	0,00626	
Wolframio	mg/L	0.00004	NA	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	
Zinc	mg/L	0.00004	2	0,27230	0,23709	0,00475	0,00434	0,00222	0,00420	0,00204	0,00211	0,81399	
Microbiológicos													
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1.8	2 000	<1.8	<1.8	23	20	<1.8	<1.8	23	<1.8	<1.8	
Coliformes Totales	NMP/100ml	1.8	NA	230	130	78	1100	1300	2400	330	2400	<1.8	
Enterococos Fecales o Enterococos Intestinales	NMP/100ml	1.8	2 000	<1.8	<1.8	<1.8	4	4.5	7.8	2	4.5	<1.8	
Escherichia coli	NMP/100ml	1.8	1 000	<1.8	<1.8	13	6.8	<1.8	<1.8	23	4	<1.8	

(1): Estándar de Calidad Ambiental para Agua Categoría 3 "Riego de Vegetales y Bebida de animales", aprobado por D.S. 004-2017-MINAM

(2'): Parámetro comparado con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, Categoría 3 "Riego y bebida de animales", aprobado por D.S. N°015-2015-MINAM

L.D.M.: Limite de Detección del Método

L.C.M.: Limite de Cuantificación del Método

(*): Ensayo acreditado por INACAL-DA

(**): Ensayo acreditado por el IAS

(<): Por debajo del Limite de Detección y/ Cuantificación del Método del Laboratorio.

NA: No Aplica parámetro para la categoría

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Excedencia con respecto al ECA para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 3)

Cuadro 4.3. Resultados de Calidad de agua – Zona de Operaciones - Campaña 10 Temporada Húmeda (Parte I)

PARÁMETROS	UND.	L.C.M.	ECA ¹	ZONA DE OPERACIONES										
				RIO ASANA				QUEBRADA ALTARANI	QUEBRADA MILLUNE	QUEBRADA SARALLENQUE	RIO CHARAQUE		RIO CAPILLUNE	
				Puntos de Monitoreo	AS-1	P-11	P-12	AS-3	ALT-4	P-1	P-10	Q-CH	CH-3	CAP-1
				Informes de Ensayo	2-01335/22	2-01335/22	2-01336/22	2-01338/22	2-01335/22	2-01339/22	2-01339/22	2-01336/22	2-01337/22	2-01340/22
				Fecha de muestreo	11/04/2022	11/04/2022	12/04/2022	14/04/2022	11/04/2022	16/04/2022	16/04/2022	12/04/2022	13/04/2022	17/04/2022
Aceites y Grasas*	mg/L	0.58	5	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	
Alcalinidad Total*	mg CaCO ₃ /L	0.80	NA	22	20.8	15.8	16.5	20.5	<0.80	17.7	21.1	267	25.6	
Caudal ²	m ³ /s	NA	NA	0.4904	0.8235	0.61	0.6887	0.2769	0.1526	0.015	0.0687	0.0375	0.0131	
Cianuro Total*	mg/L	0.001	NA	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Cianuro WAD*	mg/L	0.001	0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Color*	UC	1.0	100	8.85	8.35	6.29	5.54	8.99	1.12	5.54	5.4	6.4	2.19	
Conductividad*	µS/cm	NA	2500	159.7	128.1	150.7	157.7	138.4	561	49.3	73.5	96.4	92.3	
Cromo Hexavalente*	mg/L	0.001	NA	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)*	mg/L	2.00	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	
Demanda Química de Oxígeno*	mg/L	2.5	40	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	
Detergentes (SAAM)*	mg/L	0.025	0.2	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	
Dureza total*	mg/L	1	NA	47.9	36.8	45.1	50.3	13.2	148	11.7	14.4	29.3	25.9	
Huevos de helmintos ²	Huevo/l	NA	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Oxígeno Disuelto*	mg/L	NA	≥ 4	7.92	7.34	8.19	7.86	7.13	7.29	7.56	6.89	8.06	7.53	
pH*	Unidad de pH	NA	6,5 – 8,5	8.12	7.77	7.49	7.62	7.81	4.27	8.04	7.46	7.66	7.43	
Potencial Redox**	mV	NA	NA	206	165	228	203	207	360	167	182	230	211	
Sólidos Suspendidos Totales*	mg/L	2.5	NA	<2.5	<2.5	14.6	8.55	<2.5	89	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	
Sólidos Totales Disueltos*	mg/L	2.5	NA	106	86.5	98.5	106	39.5	381	32.5	48.5	29.5	59.5	
Temperatura*	°C	NA	Δ3	8.3	13.6	9.1	13	13.8	12.4	10.7	14.9	10.9	13.1	
Turbidez*	NTU	1	NA	1.52	5.42	10.2	8.38	3.11	56.8	4.99	2.47	2.95	2.03	
Aniones²														
Bromuro	mg/L	0.007	NA	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	
Cloruro	mg/L	0.04	500	0.595	0.611	0.774	1.33	0.579	0.937	0.715	1.03	1.76	1.16	
Fluoruro	mg/L	0.002	1	0.08	0.066	0.082	0.094	0.037	0.431	0.032	0.049	0.057	0.062	
Nitrato	mg/L	0.002	100	<0.002	<0.002	0.004	<0.002	<0.002	0.074	<0.002	<0.002	0.012	<0.002	
Nitrito	mg/L	0.001	100	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Sulfato	mg/L	0.04	1000	44.3	31.9	42.4	46.6	5.45	289	3.11	10.4	13.4	12.8	
Fosfato/ P-Ortofosfato	mg/L	0.03	NA	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
Bifenilos Policlorados (PCB) ²	µg/L	0.0014	0.04	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	
Metales Disueltos - ICP OES²														

PARÁMETROS	UND.	L.C.M.	ECA ¹	ZONA DE OPERACIONES										
				RIO ASANA				QUEBRADA ALTARANI	QUEBRADA MILLUNE	QUEBRADA SARALLENQUE	RIO CHARAQUE		RIO CAPILLUNE	
				Puntos de Monitoreo	AS-1	P-11	P-12	AS-3	ALT-4	P-1	P-10	Q-CH	CH-3	CAP-1
				Informes de Ensayo	2-01335/22	2-01335/22	2-01336/22	2-01338/22	2-01335/22	2-01339/22	2-01339/22	2-01336/22	2-01337/22	2-01340/22
				Fecha de muestreo	11/04/2022	11/04/2022	12/04/2022	14/04/2022	11/04/2022	16/04/2022	16/04/2022	12/04/2022	13/04/2022	17/04/2022
Aluminio	mg/L	0.003	NA	0.042	0.041	0.255	0.246	0.02	20.4	0.096	0.039	0.034	<0.003	
Antimonio	mg/L	0.00007	NA	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	
Arsénico	mg/L	0.00003	NA	0.00078	0.00092	0.00068	0.00064	0.00109	0.0003	0.00097	0.00096	0.0012	0.001	
Bario	mg/L	0.00007	NA	0.01278	0.01005	0.01715	0.0155	0.00799	0.02766	0.01067	0.01336	0.02059	0.02471	
Berilio	mg/L	0.00001	NA	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	
Bismuto	mg/L	0.00005	NA	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	
Boro	mg/L	0.002	NA	0.043	0.049	0.053	0.049	0.039	0.037	0.028	0.037	0.047	0.048	
Cadmio	mg/L	0.00005	NA	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	
Calcio	mg/L	0.02	NA	15.3	11.6	14.5	14.3	4.49	42.2	3.33	5.22	7.29	7.02	
Cobalto	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00434	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	
Cobre	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	0.0021	0.00149	<0.00004	0.01039	<0.00004	<0.00004	0.00065	<0.00004	
Cromo	mg/L	0.0003	NA	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	
Estaño	mg/L	0.00003	NA	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	
Estroncio	mg/L	0.00005	NA	0.11344	0.08578	0.11164	0.11835	0.03847	0.48545	0.04066	0.05741	0.07553	0.066	
Fosforo	mg/L	0.02	NA	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Hierro	mg/L	0.00009	NA	0.12874	0.15378	0.18351	0.07858	0.19415	0.6415	0.03461	0.02066	0.01131	0.00986	
Litio	mg/L	0.00005	NA	<0.00005	0.0015	0.0015	0.0019	0.0005	0.0044	<0.00005	0.0009	<0.00005	<0.00005	
Magnesio	mg/L	0.002	NA	3.36	2.52	3.12	3.12	0.936	9.7	1.18	1.8	2.55	2.25	
Manganeso	mg/L	0.00006	NA	0.02248	0.01431	0.14878	0.11469	0.01059	0.58719	0.00147	0.00063	0.00129	0.00159	
Mercurio	mg/L	0.000003	NA	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	
Molibdeno	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	0.00093	0.00128	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00066	0.00088	0.0008	
Níquel	mg/L	0.00002	NA	0.00114	0.00066	0.00101	0.00087	<0.00002	0.00511	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	
Plata	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	
Plomo	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	0.00022	0.0001	<0.00004	0.00016	0.00056	<0.00004	<0.00004	<0.00004	
Potasio	mg/L	0.02	NA	1.92	2.02	2.29	2.28	2.05	3.54	2.66	2.65	3.08	2.34	
Selenio	mg/L	0.00006	NA	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	
Sílice	mg/L	0.05	NA	17.3	16	17.8	16.4	14.6	32.6	17.5	15.2	15.3	10.4	
Sodio	mg/L	0.003	NA	7.42	6.59	7.37	7.75	4.67	14.3	3.97	5.07	5.7	5.66	
Talio	mg/L	0.00003	NA	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	
Titanio	mg/L	0.00006	NA	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	
Telurio	mg/L	0.0001	NA	<0.0001	<0.0001	0.0003	<0.0001	<0.0001	0.0014	0.0022	0.0003	0.0001	<0.0001	
Uranio	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	

PARÁMETROS	UND.	L.C.M.	ECA ¹	ZONA DE OPERACIONES										
				RIO ASANA				QUEBRADA ALTARANI	QUEBRADA MILLUNE	QUEBRADA SARALLENQUE	RIO CHARAQUE		RIO CAPILLUNE	
				Puntos de Monitoreo	AS-1	P-11	P-12	AS-3	ALT-4	P-1	P-10	Q-CH	CH-3	CAP-1
				Informes de Ensayo	2-01335/22	2-01335/22	2-01336/22	2-01338/22	2-01335/22	2-01339/22	2-01339/22	2-01336/22	2-01337/22	2-01340/22
				Fecha de muestreo	11/04/2022	11/04/2022	12/04/2022	14/04/2022	11/04/2022	16/04/2022	16/04/2022	12/04/2022	13/04/2022	17/04/2022
Vanadio	mg/L	0.00003	NA	0.00165	0.00275	0.00229	0.00177	0.0046	0.00069	0.0041	0.00366	0.00351	0.00174	
Wolframio	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	
Zinc	mg/L	0.00004	NA	0.00486	0.00475	0.00684	0.00346	<0.00004	0.04781	0.00317	<0.00004	<0.00004	<0.00004	
Metales Totales ICPOES²														
Aluminio	mg/L	0.003	5	0,152	0,137	1,38	1,20	0,064	26,8	0,272	0,129	0,080	<0,003	
Antimonio	mg/L	0.00007	NA	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	
Arsénico	mg/L	0.00003	0.1	0,00098	0,00103	0,00112	0,00111	0,00122	0,00212	0,00101	0,00100	0,00132	0,00111	
Bario	mg/L	0.00007	0.7	0,01418	0,01300	0,02139	0,01832	0,01037	0,06654	0,01437	0,01586	0,02283	0,02498	
Berilio	mg/L	0.00001	0.1	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	
Bismuto	mg/L	0.00005	NA	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	
Boro	mg/L	0.002	1	0,110	0,052	0,066	0,060	0,051	0,064	0,051	0,056	0,049	0,050	
Cadmio	mg/L	0.00005	0.01	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	
Calcio	mg/L	0.02	NA	15,5	12,1	14,6	14,6	4,81	43,6	4,31	5,30	7,49	7,08	
Cobalto	mg/L	0.00004	0.05	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00508	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	
Cobre	mg/L	0.00004	0.2	<0,00004	<0,00004	0,01450	0,00165	<0,00004	0,01558	<0,00004	<0,00004	0,00235	<0,00004	
Cromo	mg/L	0.0003	0.1	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	
Estaño	mg/L	0.00003	NA	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	
Estroncio	mg/L	0.00005	NA	0,11490	0,09160	0,12096	0,11905	0,04201	0,51994	0,04295	0,05959	0,07934	0,06820	
Fosforo	mg/L	0.02	NA	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Hierro	mg/L	0.00009	5	0,31499	0,30279	0,55615	0,43219	0,26622	4,26	0,13278	0,06202	0,03965	0,01242	
Litio	mg/L	0.00005	2.5	<0,00005	0,00187	0,00241	0,00202	0,00239	0,00656	<0,00005	0,00115	<0,00005	<0,00005	
Magnesio	mg/L	0.002	NA	3,40	2,67	3,15	3,15	0,993	10,6	1,28	1,82	2,66	2,28	
Manganeso	mg/L	0.00006	0.2	0,02731	0,02033	0,15630	0,12165	0,01363	0,64564	0,00512	0,00173	0,00227	0,00176	
Mercurio	mg/L	0.000003	0.001	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	
Molibdeno	mg/L	0.00004	NA	<0,00004	<0,00004	0,00138	0,00131	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00067	0,00090	0,00089	
Níquel	mg/L	0.00002	0.2	0,00132	0,00068	0,00163	0,00092	<0,00002	0,00661	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	
Plata	mg/L	0.00004	NA	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	
Plomo	mg/L	0.00004	0.05	<0,00004	<0,00004	0,00072	0,00055	<0,00004	0,00169	0,00159	<0,00004	<0,00004	<0,00004	
Potasio	mg/L	0.02	NA	1,97	2,20	2,39	2,33	2,11	4,03	2,96	2,74	3,24	2,46	
Selenio	mg/L	0.00006	0.02	<0,00006	0,00189	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,00253	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	
Sílice	mg/L	0.05	NA	17,7	16,0	18,2	16,9	14,6	40,2	18,9	15,2	15,5	10,7	
Sodio	mg/L	0.003	NA	7,85	7,04	7,43	7,79	5,13	15,5	4,32	5,18	6,31	5,89	

PARÁMETROS	UND.	L.C.M.	ECA ¹	ZONA DE OPERACIONES										
				RIO ASANA				QUEBRADA ALTARANI	QUEBRADA MILLUNE	QUEBRADA SARALLENQUE	RIO CHARAQUE		RIO CAPILLUNE	
				Puntos de Monitoreo	AS-1	P-11	P-12	AS-3	ALT-4	P-1	P-10	Q-CH	CH-3	CAP-1
				Informes de Ensayo	2-01335/22	2-01335/22	2-01336/22	2-01338/22	2-01335/22	2-01339/22	2-01339/22	2-01336/22	2-01337/22	2-01340/22
				Fecha de muestreo	11/04/2022	11/04/2022	12/04/2022	14/04/2022	11/04/2022	16/04/2022	16/04/2022	12/04/2022	13/04/2022	17/04/2022
Talio	mg/L	0.00003	NA	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	
Telurio	mg/L	0.00006	NA	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	
Titanio	mg/L	0.0001	NA	0,0014	0,0023	0,0182	0,0088	0,0034	0,2110	0,0128	0,0033	0,0034	0,0014	
Uranio	mg/L	0.00004	NA	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	
Vanadio	mg/L	0.00003	NA	0,00186	0,00323	0,00326	0,00264	0,00507	0,01044	0,00448	0,00418	0,00359	0,00201	
Wolframio	mg/L	0.00004	NA	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	
Zinc	mg/L	0.00004	2	0,00645	0,00587	0,00856	0,00381	<0,00004	0,04909	0,00515	<0,00004	<0,00004	<0,00004	
Microbiológicos														
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1.8	2 000	13	<1.8	2	<1.8	4.5	<1.8	23	<1.8	20	2	
Coliformes Totales	NMP/100ml	1.8	NA	1300	330	7.8	23	490	68	45	330	2400	330	
Enterococos Fecales o Enterococos Intestinales	NMP/100ml	1.8	2 000	7.8	4.5	2	<1.8	13	20	45	7.8	23	4.5	
Escherichia coli	NMP/100ml	1.8	1 000	13	<1.8	2	<1.8	<1.8	<1.8	23	<1.8	23	<1.8	

(1): Estándar de Calidad Ambiental para Agua Categoría 3 "Riego de Vegetales y Bebida de animales", aprobado por D.S. 004-2017-MINAM

(2'): Parámetro comparado con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, Categoría 3 "Riego y bebida de animales", aprobado por D.S. N°015-2015-MINAM

L.D.M.: Limite de Detección del Método

L.C.M.: Limite de Cuantificación del Método

(*): Ensayo acreditado por INACAL-DA

(**): Ensayo acreditado por el IAS

(<): Por debajo del Límite de Detección y/ Cuantificación del Método del Laboratorio.

NA: No Aplica parámetro para la categoría

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Excedencia con respecto al ECA para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 3)

Cuadro 4.4. Resultados de Calidad de agua – Zona de Operaciones - Campaña 10 Temporada Húmeda (Parte II)

PARÁMETROS	UND.	L.D.M.	ECA ¹	ZONA DE ÁMBITO DE MOQUEGUA													
				RIO COSCORE				RIO HUANCANANE		RIO TUMILACA			RIO MOQUEGUA			RIO OSMORE	
				Puntos de Monitoreo	COS-1	COS-3	COS-4	COS-2	CAP-2	CAP-3	TUM-3	TUM-4	13172RTumi	MQ-3	3172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1
				Informes de Ensayo	2-01338/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22
Fecha de muestreo	14/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	08/06/2022	08/06/2022	07/06/2022	07/06/2022	10/04/2022	10/04/2022	10/04/2022	10/04/2022				
Aceites y Grasas*	mg/L	0.50	5	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	
Alcalinidad Total*	mg CaCO ₃ /L	0.80	NA	17.6	15.9	16.4	17.1	104	71.7	22.8	32.4	62.3	118	138	223	183	
Caudal ²	m ³ /s	NA	NA	0.7958	0.8254	0.813	0.8568	0.02	0.025	0.873	0.671	0.8265	0.9594	0.8099	0.7222	0.8085	
Cianuro Total*	mg/L	0.001	NA	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.0038	<0.001	
Cianuro WAD*	mg/L	0.001	0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.0037	<0.001	
Color*	UC	1.0	100	4.89	4.32	2.88	3.96	4.75	3.88	3.81	3.88	4.89	4.03	4.89	13.4	13.4	
Conductividad*	µS/cm	NA	2500	159.4	174.4	134.4	180.3	1 950	1 013	216	253	330	759	896	2 020	1969	
Cromo Hexavalente*	mg/L	0.001	NA	<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	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)*	mg/L	2.00	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	3.5	<2.00	
Demanda Química de Oxígeno*	mg/L	2.5	40	<2.5	3.37	<2.5	<2.5	2.81	3.12	<2.5	2.63	<2.5	<2.5	<2.5	10.6	4.3	
Detergentes (SAAM)*	mg/L	0.025	0.2	<0.025	<0.025	0.1398	<0.025	0.0377	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	
Dureza total*	mg/L	1	NA	50.3	53.5	41.1	56.3	435	233	65.1	76.9	109	232	278	631	575	
Huevos de helmintos ²	Huevo/l	NA	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Oxígeno Disuelto*	mg/L	NA	≥ 4	7.87	8.26	8.3	7.78	7.14	7.79	7.47	8.01	7.47	8.5	8.15	9.1	10.42	
pH*	Unidad de pH	NA	6,5 – 8,5	7.59	7.76	7.47	7.94	8.91	8.21	7.92	7.91	8.44	8.1	8.14	8.62	8.78	
Potencial Redox**	mV	NA	NA	254	219	214	162	192	162	178	4.198	177	230	196	197	202	
Sólidos Suspendidos Totales*	mg/L	2.5	NA	8.39	5.91	7.45	3.76	2.63	<2.5	4.39	2.88	2.51	10.5	7.87	9.59	<2.5	
Sólitos Totales Disueltos*	mg/L	2.5	NA	104	120	89.5	117	1273	677	147	169	226	484	567	1302	1257	
Temperatura*	°C	NA	Δ3	12.3	15.0	12.4	18.4	17.7	16.8	18.4	16.2	22.4	19.1	21.4	25	24.7	
Turbidez*	NTU	1	NA	7.18	77.6	338	17.2	1.17	1.81	3.71	<1	2.7	5.87	4.68	8.43	1.42	
Aniones																	
Bromuro	mg/L	0.007	NA	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	
Cloruro	mg/L	0.04	500	1.5	2.84	1.74	2.11	330	151	6.2	7.94	8.46	64.3	94.1	283	277	
Fluoruro	mg/L	0.002	1	0.091	0.118	0.113	0.114	1.25	0.624	0.127	0.142	0.129	0.248	0.266	0.305	0.236	
Nitrato	mg/L	0.002	100	<0.002	0.079	0.006	0.007	0.068	0.014	0.002	0.002	<0.002	0.962	1.09	4.82	1.8	
Nitrito	mg/L	0.001	100	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.018	0.048	0.526	<0.001	
Sulfato	mg/L	0.04	1000	45.4	54.7	33.2	54.4	314	183	60.2	46.5	42.3	157	204	415	397	
Fosfato/ P-Ortofosfato	mg/L	0.03	NA	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.358	<0.03	
Bifenilos Policlorados (PCB) ²	µg/L	0.0014	0.04	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	

PARÁMETROS	UND.	L.D.M.	ECA ¹	ZONA DE ÁMBITO DE MOQUEGUA														
				RIO COSCORE				RIO HUANCANANE		RIO TUMILACA			RIO MOQUEGUA			RIO OSMORE		
				Puntos de Monitoreo	COS-1	COS-3	COS-4	COS-2	CAP-2	CAP-3	TUM-3	TUM-4	13172RTumi	MQ-3	3172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1	
				Informes de Ensayo	2-01338/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22
				Fecha de muestreo	14/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	08/06/2022	08/06/2022	07/06/2022	07/06/2022	10/04/2022	10/04/2022	10/04/2022	10/04/2022	10/04/2022
Aluminio	mg/L	0.003	NA	0.255	0.147	0.131	0.176	<0.003	0.047	0.217	0.198	0.121	0.038	0.037	0.007	<0.003		
Antimonio	mg/L	0.00007	NA	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007		
Arsénico	mg/L	0.00003	NA	0.00078	0.00075	0.00077	0.00093	0.00738	0.00806	0.00133	0.00205	0.0032	0.00588	0.00683	0.00882	0.01041		
Bario	mg/L	0.00007	NA	0.01673	0.01587	0.01013	0.01645	0.13478	0.07685	0.01881	0.02431	0.03491	0.07357	0.07475	0.08535	0.08023		
Berilio	mg/L	0.00001	NA	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001		
Bismuto	mg/L	0.00005	NA	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005		
Boro	mg/L	0.002	NA	0.047	0.05	0.052	0.056	3.87	2	0.081	0.134	0.167	0.792	0.882	1.39	1.45		
Cadmio	mg/L	0.00005	NA	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005		
Calcio	mg/L	0.02	NA	14.6	16.2	11.5	17.5	143	78.1	20	24.1	35	75.2	89.1	201	184		
Cobalto	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00038	<0.00004	<0.00004	<0.00004		
Cobre	mg/L	0.00004	NA	0.00204	0.00161	0.0011	0.00171	0.00272	0.00205	0.00176	0.00203	0.00191	0.00241	0.00189	0.00228	0.00215		
Cromo	mg/L	0.0003	NA	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003		
Estaño	mg/L	0.00003	NA	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003		
Estroncio	mg/L	0.00005	NA	0.11678	0.12219	0.08795	0.12741	1.15	0.59237	0.14503	0.1693	0.22556	0.58583	0.66879	1.5	1.44		
Fosforo	mg/L	0.02	NA	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.351	<0.02		
Hierro	mg/L	0.00009	NA	0.07484	0.01753	0.01421	0.01955	0.01307	0.00852	0.02204	0.02584	0.02214	0.0067	0.01202	0.03836	0.02759		
Litio	mg/L	0.00005	NA	0.0015	0.001	0.0011	0.001	0.4868	0.2168	0.0059	0.0138	0.0094	0.1177	0.1039	0.1082	0.0993		
Magnesio	mg/L	0.002	NA	3.17	3.4	2.47	3.57	15.8	9.44	3.85	4.13	4.98	9.96	10.9	25.6	26.6		
Manganeso	mg/L	0.00006	NA	0.10429	0.05119	0.02718	0.04489	0.00777	0.00957	0.04236	0.04298	0.05106	0.0803	0.05662	0.11017	0.02549		
Mercurio	mg/L	0.000003	NA	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003		
Molibdeno	mg/L	0.00004	NA	0.00121	0.00142	0.00096	0.00155	0.00842	0.00607	0.00167	0.00183	0.00228	0.0014	0.00212	0.00465	0.00494		
Níquel	mg/L	0.00002	NA	0.00098	0.00076	0.00025	0.00049	<0.00002	0.00026	0.00052	0.00033	0.00033	0.00182	0.0012	0.00059	0.0004		
Plata	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004		
Plomo	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.0005	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004		
Potasio	mg/L	0.02	NA	2.34	2.43	1.98	2.51	5.89	4.48	2.64	2.76	3.01	6.33	6.36	10.1	9.92		
Selenio	mg/L	0.00006	NA	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.00117	0.00112	<0.00006	0.00121	<0.00006	<0.00006	0.00301	0.00282		
Sílice	mg/L	0.05	NA	16	16.2	14.7	16.1	10.7	12.5	15.9	16.4	16.5	18.6	18.9	18.8	17.6		
Sodio	mg/L	0.003	NA	7.85	8.14	7.06	8.53	218	116	11.4	15	19.7	61.5	74.9	196	200		
Talio	mg/L	0.00003	NA	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003		
Titanio	mg/L	0.00006	NA	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006		

PARÁMETROS	UND.	L.D.M.	ECA ¹	ZONA DE ÁMBITO DE MOQUEGUA														
				RIO COSCORE				RIO HUANCANANE		RIO TUMILACA			RIO MOQUEGUA			RIO OSMORE		
				Puntos de Monitoreo	COS-1	COS-3	COS-4	COS-2	CAP-2	CAP-3	TUM-3	TUM-4	13172RTumi	MQ-3	3172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1	
				Informes de Ensayo	2-01338/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22
				Fecha de muestreo	14/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	08/06/2022	08/06/2022	07/06/2022	07/06/2022	10/04/2022	10/04/2022	10/04/2022	10/04/2022	10/04/2022
Telurio	mg/L	0.0001	NA	<0.0001	0.001	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001		
Uranio	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.01183	0.00287	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00231	0.00299	0.00967	0.00801		
Vanadio	mg/L	0.00003	NA	0.00194	0.00164	0.00221	0.00195	0.00325	0.00291	0.002	0.00212	0.00267	0.00431	0.00568	0.00755	0.00569		
Wolframio	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00091	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004		
Zinc	mg/L	0.00004	NA	0.00398	0.00225	0.00213	0.00215	<0.00004	<0.00004	0.00132	0.00323	0.00186	0.00581	0.00463	0.00185	0.00054		
Metales Totales ICPOES²																		
Aluminio	mg/L	0.003	5	1,26	0,792	1,18	1,04	<0,003	0,117	0,968	0,799	0,417	0,661	0,288	0,091	<0,003		
Antimonio	mg/L	0.00007	NA	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007		
Arsénico	mg/L	0.00003	0.1	0,00120	0,00112	0,00122	0,00131	0,00796	0,00823	0,00159	0,00220	0,00349	0,00765	0,00703	0,00897	0,01073		
Bario	mg/L	0.00007	0.7	0,02085	0,01243	0,01878	0,01882	0,14087	0,07864	0,02049	0,02464	0,03527	0,07785	0,07764	0,09266	0,08168		
Berilio	mg/L	0.00001	0.1	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001		
Bismuto	mg/L	0.00005	NA	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005		
Boro	mg/L	0.002	1	0,057	0,099	0,051	0,100	3,95	2,03	0,087	0,159	0,184	0,835	0,936	1,49	1,45		
Cadmio	mg/L	0.00005	0.01	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005		
Calcio	mg/L	0.02	NA	14,7	11,5	17,0	17,8	145	80,8	20,3	24,5	35,9	76,7	91,1	210	191		
Cobalto	mg/L	0.00004	0.05	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00091	<0,00004	<0,00004	<0,00004		
Cobre	mg/L	0.00004	0.2	0,00285	0,00168	0,00320	0,00291	0,00352	0,00214	0,00257	0,00241	0,00250	0,00609	0,00236	0,00242	0,00219		
Cromo	mg/L	0.0003	0.1	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003		
Estaño	mg/L	0.00003	NA	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003		
Estroncio	mg/L	0.00005	NA	0,12140	0,09236	0,13154	0,13078	1,19	0,59764	0,14778	0,17231	0,22662	0,61089	0,67548	1,52	1,45		
Fosforo	mg/L	0.02	NA	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,650	<0,02		
Hierro	mg/L	0.00009	5	0,41721	0,19776	0,28320	0,21503	0,03097	0,03716	0,17797	0,16088	0,12343	0,19658	0,11849	0,13315	0,04242		
Litio	mg/L	0.00005	2.5	0,00327	0,00148	0,00122	0,00229	0,51822	0,22702	0,00918	0,01391	0,01213	0,12674	0,10792	0,11274	0,10354		
Magnesio	mg/L	0.002	NA	3,27	2,53	3,57	3,71	16,4	9,78	3,92	4,26	5,12	10,1	11,4	26,6	28,1		
Manganeso	mg/L	0.00006	0.2	0,11627	0,04092	0,06171	0,05503	0,01489	0,01373	0,04944	0,04915	0,06454	0,12218	0,08570	0,15568	0,03353		
Mercurio	mg/L	0.000003	0.001	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003		
Molibdeno	mg/L	0.00004	NA	0,00127	0,00102	0,00149	0,00156	0,00861	0,00624	0,00185	0,00212	0,00239	0,00156	0,00215	0,00468	0,00505		
Níquel	mg/L	0.00002	0.2	0,00098	0,00030	0,00077	0,00067	<0,00002	0,00029	0,01016	0,00055	0,00114	0,00230	0,00379	0,00066	0,00050		
Plata	mg/L	0.00004	NA	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004		
Plomo	mg/L	0.00004	0.05	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00051	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004		

PARÁMETROS	UND.	L.D.M.	ECA ¹	ZONA DE ÁMBITO DE MOQUEGUA														
				RIO COSCORE				RIO HUANCANANE		RIO TUMILACA			RIO MOQUEGUA			RIO OSMORE		
				Puntos de Monitoreo	COS-1	COS-3	COS-4	COS-2	CAP-2	CAP-3	TUM-3	TUM-4	13172RTumi	MQ-3	3172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1	
				Informes de Ensayo	2-01338/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01333/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22	2-01334/22
				Fecha de muestreo	14/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	09/04/2022	08/06/2022	08/06/2022	07/06/2022	07/06/2022	10/04/2022	10/04/2022	10/04/2022	10/04/2022	10/04/2022
Potasio	mg/L	0.02	NA	2,47	2,00	2,52	2,62	5,93	4,63	2,65	2,84	3,43	6,58	6,52	10,3	10,3		
Selenio	mg/L	0.00006	0.02	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,00155	0,00229	<0,00006	0,00148	<0,00006	<0,00006	0,00389	0,00318		
Sílice	mg/L	0.05	NA	17,2	15,5	17,8	17,2	10,9	12,9	17,0	16,8	16,9	19,1	19,5	18,9	17,7		
Sodio	mg/L	0.003	NA	8,04	7,25	8,62	8,84	223	120	11,6	15,1	19,7	65,4	76,6	203	210		
Talio	mg/L	0.00003	NA	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003		
Titanio	mg/L	0.00006	NA	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006		
Telurio		0.0001	NA	0,0089	0,0016	0,0045	0,0018	<0,0001	<0,0001	0,0021	0,0033	0,0032	0,0073	0,0028	0,0021	<0,0001		
Uranio	mg/L	0.00004	NA	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,01226	0,00296	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00247	0,00308	0,00974	0,00828		
Vanadio	mg/L	0.00003	NA	0,00261	0,00247	0,00229	0,00237	0,00330	0,00310	0,00231	0,00235	0,00287	0,00493	0,00635	0,00764	0,00573		
Wolframio		0.00004	NA	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00110	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004		
Zinc	mg/L	0.00004	2	0,00401	0,00390	0,00298	0,00268	<0,00004	<0,00004	0,00265	0,00435	0,00833	0,01459	0,00651	0,00221	0,00192		
Microbiológicos																		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1.8	2 000	2	23	<1.8	230	2	7.8	23	23	230	2300	3300	2300	230		
Coliformes Totales	NMP/100ml	1.8	NA	490	23	270	5400	1100	230	230	2200	230	4900	24000	4900	780		
Enterococos Fecales o Enterococos Intestinales	NMP/100ml	1.8	2 000	<1.8	4.5	<1.8	<1.8	2	13	4.5	13	45	790	2400	<1.8	130		
Escherichia coli	NMP/100ml	1.8	1 000	<1.8	<1.8	<1.8	23	<1.8	<1.8	23	23	230	2300	3300	2300	230		

(1): Estándar de Calidad Ambiental para Agua Categoría 3 "Riego de Vegetales y Bebida de animales", aprobado por D.S. 004-2017-MINAM

(2'): Parámetro comparado con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, Categoría 3 "Riego y bebida de animales", aprobado por D.S. N°015-2015-MINAM

L.D.M.: Limite de Detección del Método

L.C.M.: Limite de Cuantificación del Método

(*): Ensayo acreditado por INACAL-DA

(**): Ensayo acreditado por el IAS

(<): Por debajo del Límite de Detección y/ Cuantificación del Método del Laboratorio.

NA: No Aplica parámetro para la categoría

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Excedencia con respecto al ECA para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 3)

Cuadro 4.5. Resultados de Calidad de agua – Zona de Agua de Mar - Campaña 10 Temporada Húmeda

PARÁMETROS	UNID.	L.D.M.	ECA ¹	ZONA DE AGUA DE MAR														
				P-1			P-5			P-9			P-13					
				Informes de Ensayo			2-01496/22			2-01495/22			2-01495/22			2-01495/22		
				Fecha de muestreo			03/05/2022			03/05/2022			03/05/2022			03/05/2022		
				Nivel de medición			P-1(S)	P-1(M)	P-1(P)	P-5(S)	P-5(M)	P-5(P)	P-9(S)	P-9(M)	P-9(P)	P-13(S)	P-13(M)	P-13(P)
Aceites y Grasas	mg/L	0.1	2.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			
Alcalinidad Total	mg/L	0.8	NA	118.4	119.8	118.5	119.2	118.6	118.3	118.9	118.2	118.7	118.17	119.51	118.38			
Conductividad	µS/cm	NA	NA	53700	53200	53500	53700	53600	52500	53300	53600	52900	53300	53300	53200			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2.0	10	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2			
Dureza total	mg/L	1	NA	6386	6436	6634	6485	6634	6436	6436	6386	6436	6436	6436	6465			
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)-agua	mg/L	0.10	0.01	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010			
Oxígeno Disuelto	mg/L	NA	≥ 2.5	8.51	7.28	5.59	7.92	6.91	6.91	7.56	5.84	4.66	8.91	9.05	9.37			
pH	Unidad de pH	NA	6.8 - 8.5	7.93	7.88	7.79	7.87	7.81	7.75	7.88	7.77	7.65	7.94	7.93	7.89			
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2.5	70	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	2.83			
Sólitos Totales Disueltos	mg/L	2.5	NA	34600	34660	35050	35600	35340	34300	35300	35200	35480	35260	35360	35620			
Sulfuro	mg/L	0.00	0.05	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			
Temperatura	°C	NA	Δ3	16	15.8	15.8	16	15.7	16.6	16.7	16.5	16.8	16.9	16.9	17.3			
Turbidez	NTU	1	NA	<1	1.22	1.02	1.37	1.18	1.12	3.97	3.85	4.05	1.09	4.4	4.41			
Aluminio	mg/L	0.003	NA	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003			
Antimonio	mg/L	0.00007	0.64	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007			
Arsénico	mg/L	0.00003	0.05	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003			
Bario	mg/L	0.00007	NA	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007	<0.00007			
Berilio	mg/L	0.00001	NA	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001			
Bismuto	mg/L	0.00005	NA	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005			
Boro	mg/L	0.002	NA	<0.002	4.65	4.53	4.53	4.63	5.01	4.51	4.97	4.67	4.55	4.5	4.86			
Cadmio	mg/L	0.00005	NA	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005			
Calcio	mg/L	0.02	NA	437	437	429	424	424	440	430	438	436	428	434	420			
Cobalto	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004			
Cobre	mg/L	0.00004	0.05	0.01531	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004			
Cromo	mg/L	0.0003	NA	<0.0003	<0.0003	0.124	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003			
Estaño	mg/L	0.00003	NA	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003			
Estroncio	mg/L	0.00005	NA	8.68	8.63	8.47	8.22	8.29	8.67	8.46	8.64	8.62	8.41	8.47	8.09			
Fosforo	mg/L	0.02	NA	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02			

PARÁMETROS	UNID.	L.D.M.	ECA ¹	ZONA DE AGUA DE MAR														
				P-1			P-5			P-9			P-13					
				Informes de Ensayo			2-01496/22			2-01495/22			2-01495/22			2-01495/22		
				Fecha de muestreo			03/05/2022			03/05/2022			03/05/2022			03/05/2022		
				Nivel de medición			P-1(S)	P-1(M)	P-1(P)	P-5(S)	P-5(M)	P-5(P)	P-9(S)	P-9(M)	P-9(P)	P-13(S)	P-13(M)	P-13(P)
Hierro	mg/L	0.00009	NA	<0.00009	0.05002	0.94546	0.01435	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.03523	0.01793	0.03116			
Litio	mg/L	0.00005	NA	0.12949	0.16735	0.17625	0.18259	0.16993	0.16216	0.17868	0.16453	0.14742	0.14758	0.17488	0.1872			
Magnesio	mg/L	0.002	NA	1393	1395	1373	1371	1336	1411	1380	1409	1400	1357	1399	1364			
Manganeso	mg/L	0.00006	NA	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006			
Mercurio	mg/L	0.00003	0.0018	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003			
Molibdeno	mg/L	0.00004	NA	0.01117	0.01306	0.01236	0.01236	0.01157	0.01201	0.01167	0.0114	0.01146	0.01192	0.01157	0.01137			
Níquel	mg/L	0.00002	0.074	0.00771	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.01375	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002			
Plata	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004			
Plomo	mg/L	0.00004	0.03	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004			
Potasio	mg/L	0.02	NA	418	426	411	413	406	421	412	426	421	408	421	399			
Selenio	mg/L	0.00006	NA	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006			
Sílice	mg/L	0.05	NA	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05			
Sodio	mg/L	0.003	NA	11619	11692	11614	11416	11292	11783	11513	11891	11602	11485	11789	11619			
Talio	mg/L	0.00003	NA	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003			
Titanio	mg/L	0.00006	NA	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006			
Telurio	mg/L	0.0001	NA	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			
Uranio	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004			
Vanadio	mg/L	0.00003	NA	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003			
Wolframio	mg/L	0.00004	NA	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004			
Zinc	mg/L	0.00004	0.12	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004			

(1): Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Superficial aprobado mediante Decreto Supremo N°004-2017-MINAM.

LMD: Límite de Detección del laboratorio.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Excedencia con respecto al ECA para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 2)

4.1.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

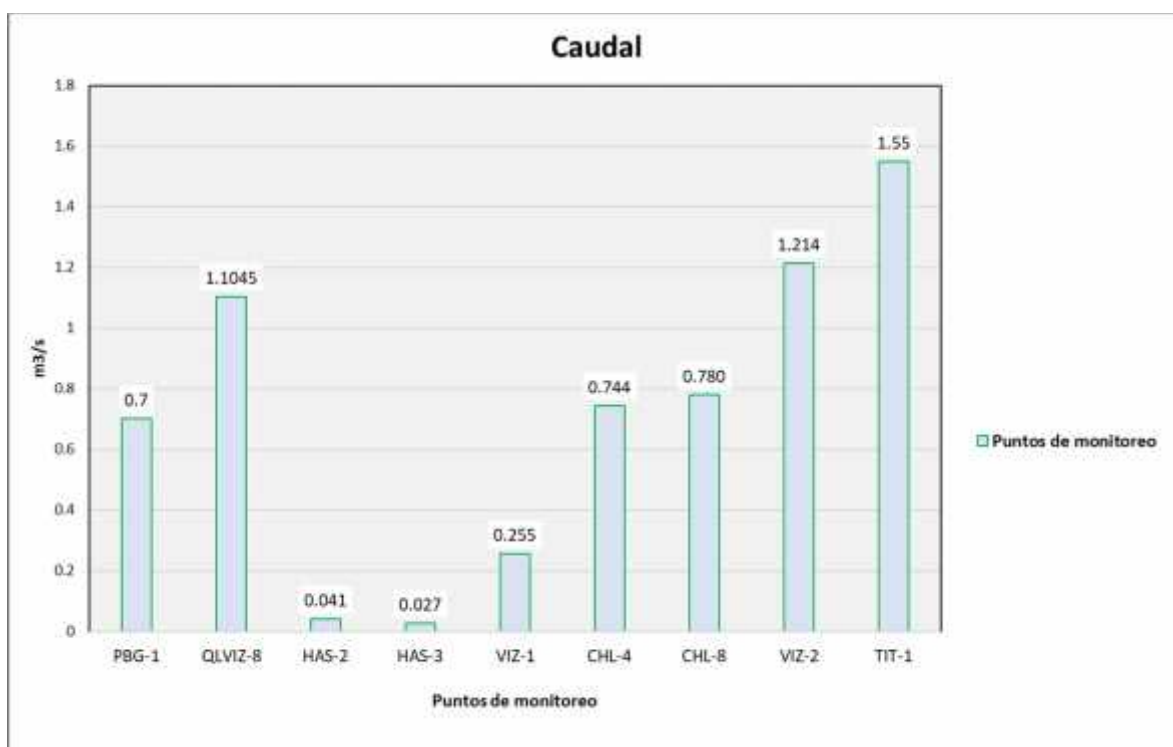
En los siguientes gráficos se detalla las concentraciones halladas en los puntos de monitoreo de calidad de agua.

4.1.3.1 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL – ZONA DE ALTA MONTAÑA

4.1.3.1.1 CAUDAL

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de caudal, presentados en las estaciones de monitoreo evaluadas, los cuales presentan los siguientes valores:

Figura 4.1. Resultados de Caudal – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como podemos observar en la gráfica anterior, los puntos de monitoreo están distribuidos en el sentido de aguas arriba hacia aguas abajo (en el gráfico sentido de izquierda a derecha) de la zona de abastecimiento de agua para el Proyecto (presa Vizcachas), donde se observan caudales característicos de una temporada seca. Para el río Vizcachas tenemos un caudal de 0.70 m³/s desde el punto de monitoreo PGB-1, ubicado antes de la presa Vizcachas, y, conforme va dirigiéndose aguas abajo del proyecto obtenemos caudales de 1.1045 m³/s para el punto de monitoreo QLVIZ-8.

De igual manera, para las quebradas aportantes al río Vizcachas, como son la Quebrada Vilaje (punto de monitoreo HAS-3) y la Quebrada S/N Pampa Huachunta (punto de monitoreo HAS-2), los cuales presentan caudales $0.027 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.041 \text{ m}^3/\text{s}$.

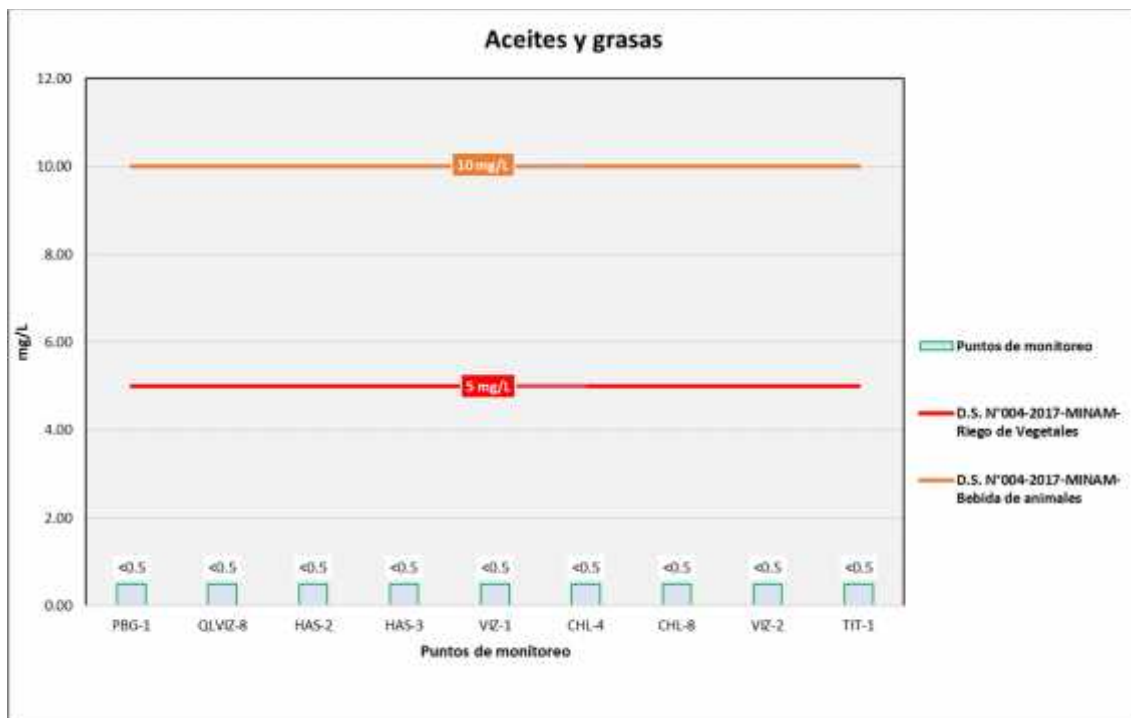
Para el caso del río Chilota se ha obtenido caudales de $0.744 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.780 \text{ m}^3/\text{s}$ para los puntos CHL-4 (ubicado aguas arriba) y CHL-8 (ubicado aguas abajo), respectivamente. Asimismo, el caudal registrado para el río Titire (punto TIT-1) es de $1.550 \text{ m}^3/\text{s}$.

Por último, para los puntos ubicados aguas abajo del río Vizcachas, VIZ-1 y VIZ-2, este último ubicado en el puente del mismo nombre, se han obtenido caudales de $0.255 \text{ m}^3/\text{s}$ y $1.550 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

4.1.3.1.2 ACEITES Y GRASAS

Los análisis de aceites y grasas (AyG) procedentes de los puntos de monitoreo arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (0.50 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores por debajo de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados proveniente de aceites domésticos o de efluentes industriales, tal que el parámetro de aceites y grasas es un conjunto de sustancias químicas que no son solubles en agua.

Figura 4.2. Resultados de Aceites y Grasas – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

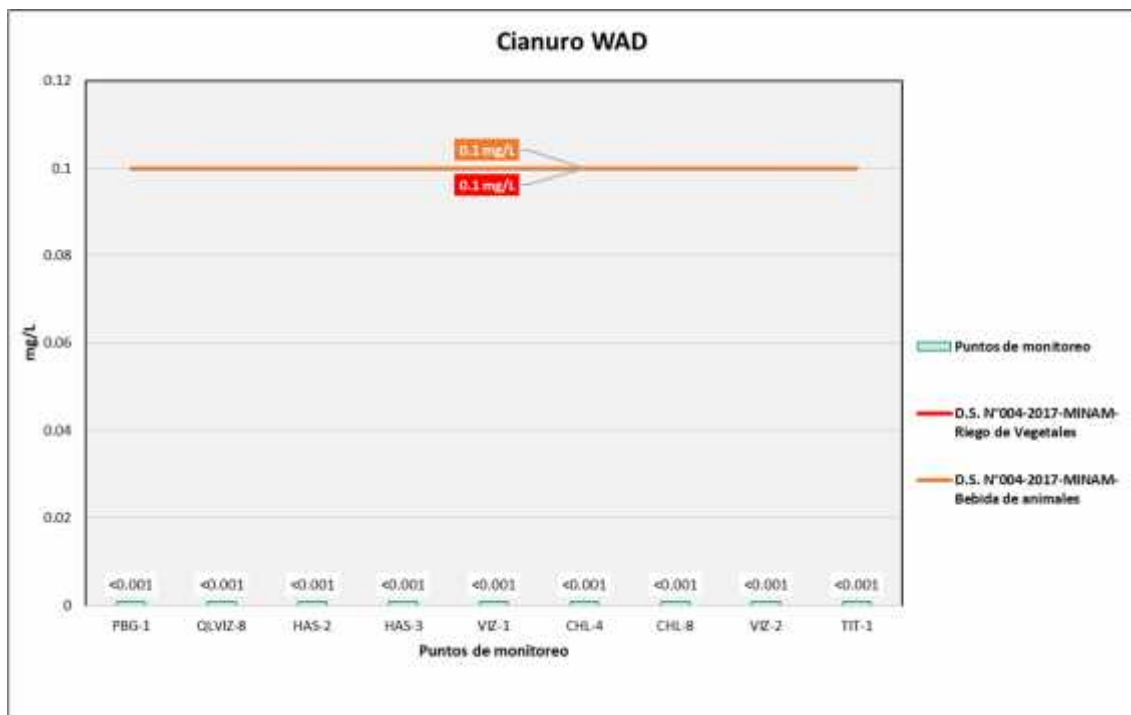
Como se puede observar los resultados de AyG obtenidos en los puntos de monitoreo de Alta Montaña se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio (0.50 mg/l) y, por consiguiente, por debajo del valor establecido de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA AyG = 10.0 mg/L).

4.1.3.1.3 CIANURO WAD

El parámetro Cianuro WAD es una sustancia que se disocia del complejo de cianuro, usualmente presente con un pH con tendencia a la acidez (valores entre 4 y 5 pH), siendo sus principales fuentes proveedoras de actividad de procesamiento de plata y oro. Es esta misma actividad aurífera la que emite gran cantidad de este parámetro a los cuerpos hídricos dado que es un insumo requerido para la extracción de este mineral.

Los análisis de Cianuro WAD procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (0.001 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados. Por lo que, dichos valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cianuro WAD = 0.1 mg/L), pudiendo concluir que en las cuencas de dichos cuerpos de agua no hay indicios de presencia de la actividad aurífera.

Figura 4.3. Resultados de Cianuro WAD – Zona de Alta Montaña



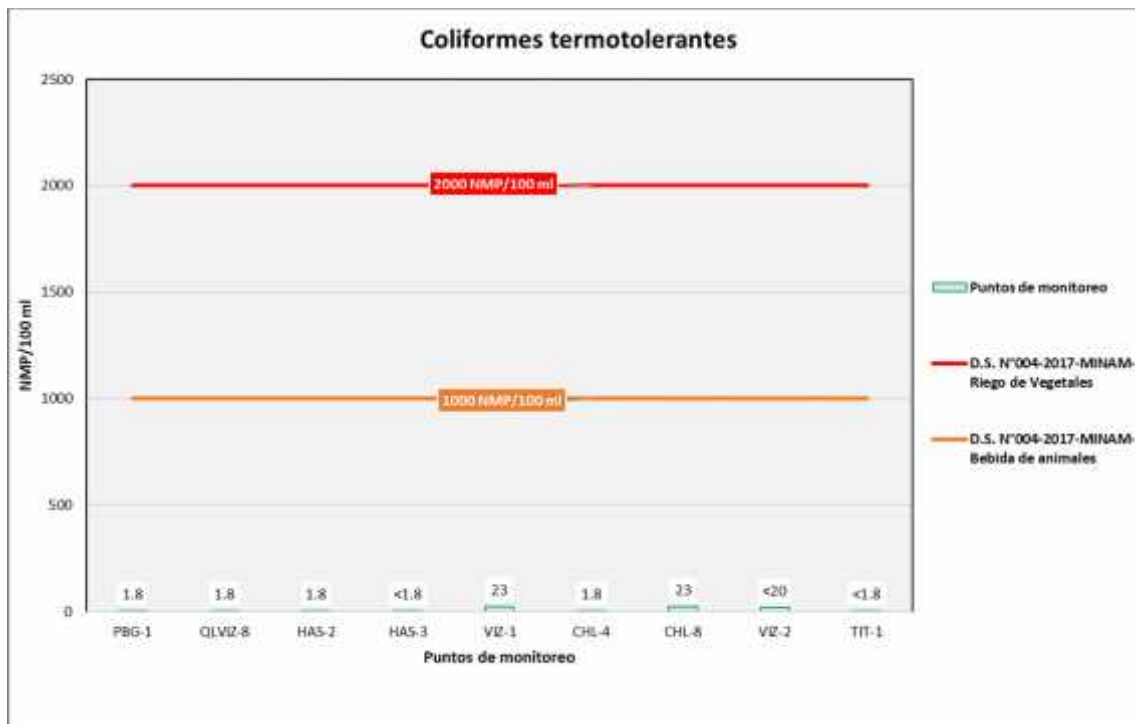
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.4 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Tal como se muestra en la siguiente figura, los valores de Coliformes Termotolerantes se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Coliformes Termotolerantes = 2000 NMP/100ml), lo que evidencia una ausencia de materia fecal o restos de excrementos en los cuerpos hídricos evaluados.

Figura 4.4. Resultados de Coliformes – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

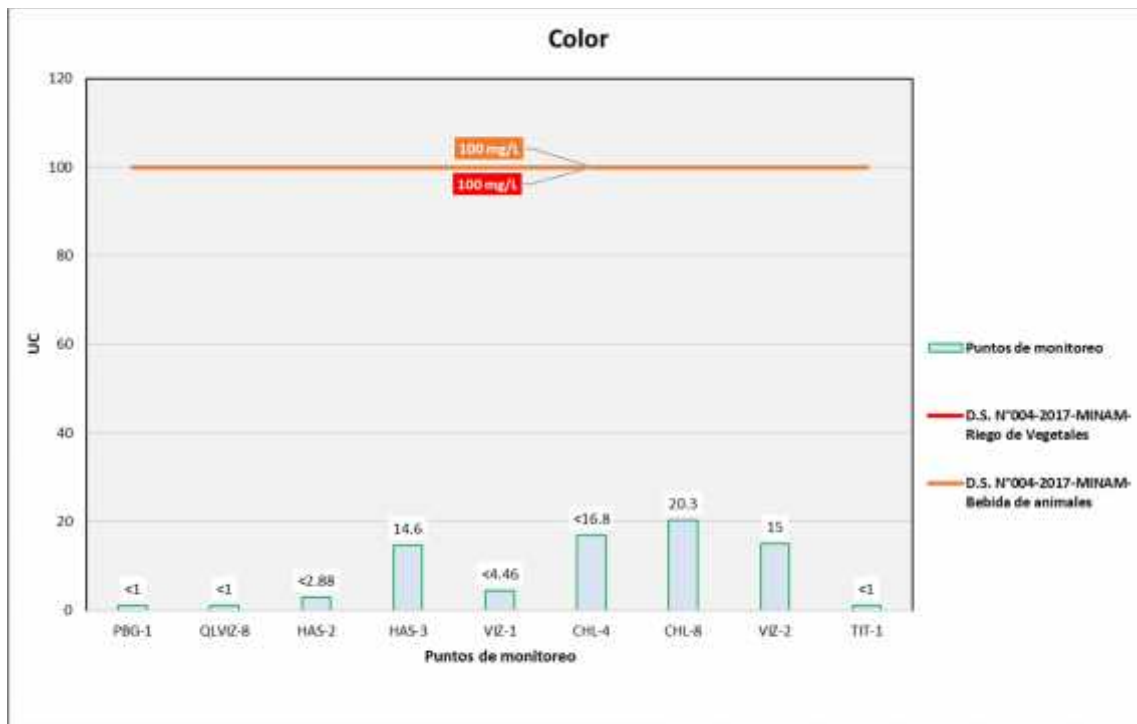
4.1.3.1.5 COLOR

El parámetro color es junto con la turbidez, un indicador de la calidad del agua, dado que nos proporciona características desde el punto de vista organoléptico. Dicho parámetro en las fuentes de agua puede tener su origen por la presencia o cantidad de la materia orgánica, así como la presencia de metales pesados o sustancias que pueden encontrarse disueltas o en suspensión.

La diferenciación entre color verdadero del agua y color aparente recae en que, el primero depende exclusivamente del agua y de aquellas sustancias disueltas en ella; mientras que, el segundo incluye también las partículas en suspensión, cuyas concentraciones o presencia está destinada a determinar el nivel de turbidez en el agua.

La determinación de los resultados de Color procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arroja valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (1 UC). Asimismo, dichos valores de Color se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Color = 100 UC), lo que evidencia una ausencia de materia orgánica, o en su defecto poca carga orgánica en los cuerpos de agua, así como la ausencia de sustancias disueltas que podrían estar generando una coloración específica en dichos cuerpos hídricos.

Figura 4.5. Resultados de Color – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

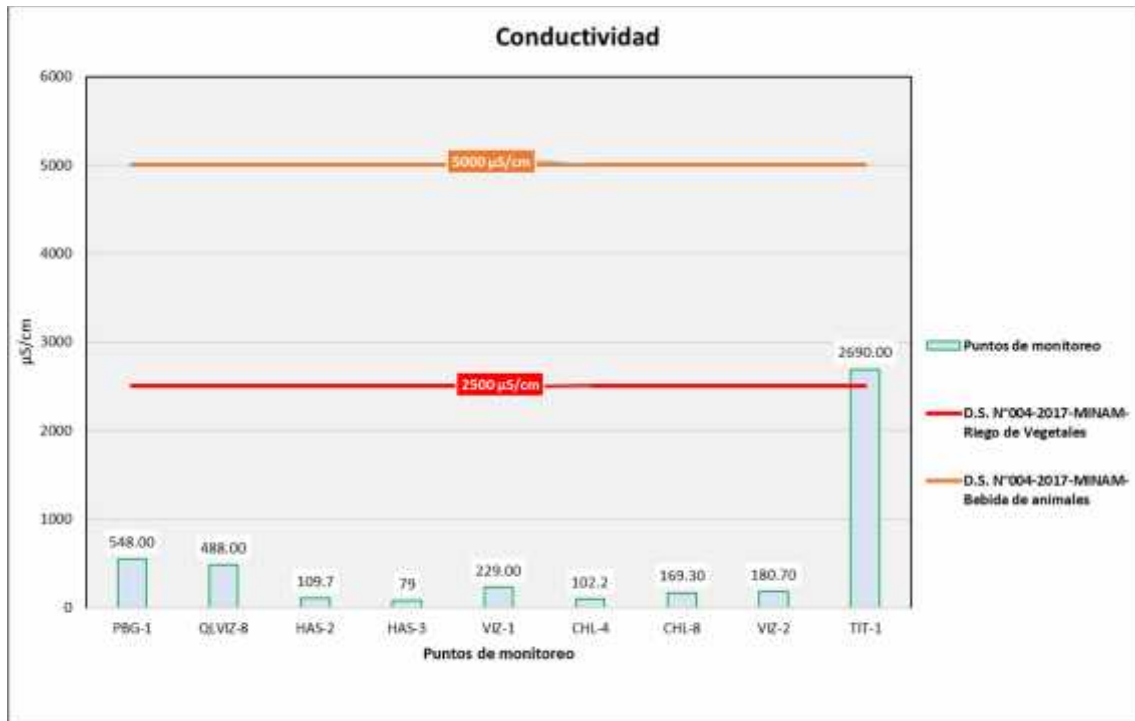
4.1.3.1.6 CONDUCTIVIDAD

Se entiende como conductividad eléctrica a la capacidad del agua para transportar la energía eléctrica, expresada en unidades de CE (Siemens/metro = $\mu\text{S}/\text{m}$). Este parámetro está relacionado directamente con la cantidad proporcional de sales presentes en los cuerpos hídricos, cuya disolución en el agua genera iones capaces de conducir corrientes eléctricas.

Los resultados de Conductividad Eléctrica procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Conductividad Eléctrica = 2 500 $\mu\text{S}/\text{m}$), sin embargo, hay que precisar que, el punto de monitoreo TIT-1, correspondiente al río Titire, presenta valores elevados en cuanto al parámetro de conductividad, el cual puede tener su origen en la presencia de actividad

geotérmica (aguas termales) que aportan con carga iónica de metales como: boro, hierro, aluminio, entre otros característicos de este tipo de agua (Ver Mapa GT-01-A).

Figura 4.6. Resultados de Conductividad – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER., 2022.

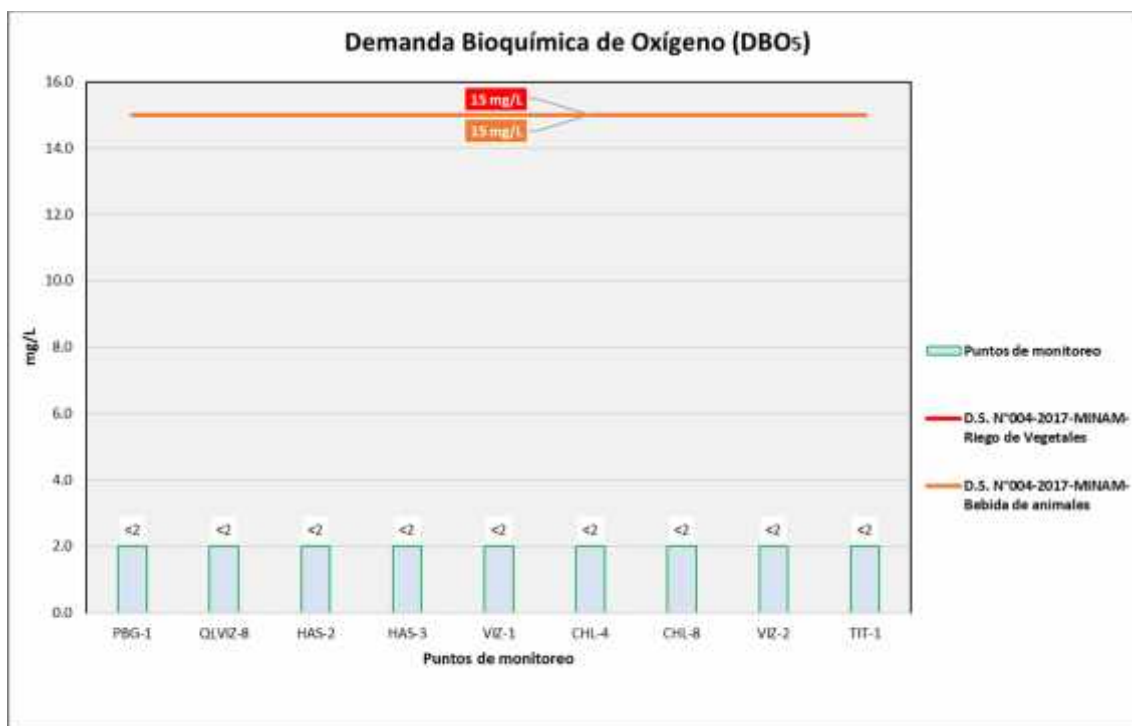
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.7 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)

La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador que sirve para determinar la presencia de elementos biológicos en el agua, midiendo los requerimientos de oxígeno que demandan las poblaciones de microorganismos en fuentes hídricas.

Los resultados de DBO₅ procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA DBO₅ = 15 mg/L).

Figura 4.7. Resultados de DBO5 – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER., 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

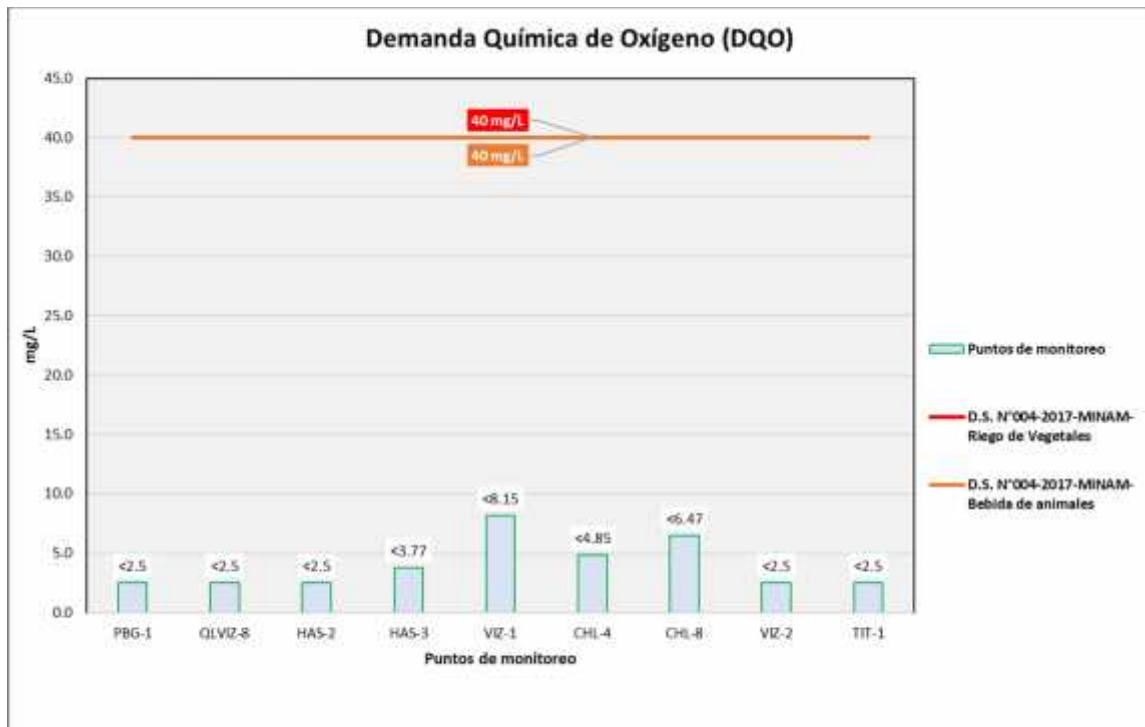
4.1.3.1.8 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Podemos definir a la demanda química de oxígeno (DQO) como la cantidad requerida de oxígeno necesario para la oxidación de la materia orgánica, produciendo como resultado en moléculas de dióxido de carbono y agua.

La DQO es una medición indirecta de la cantidad de materia orgánica en una muestra. Con esta prueba, podemos medir prácticamente todos los compuestos orgánicos que requieren un reactivo para pasar por el proceso de digestión.

Los resultados de DQO procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA DQO = 40 mg/L).

Figura 4.8. Resultados de DQO – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

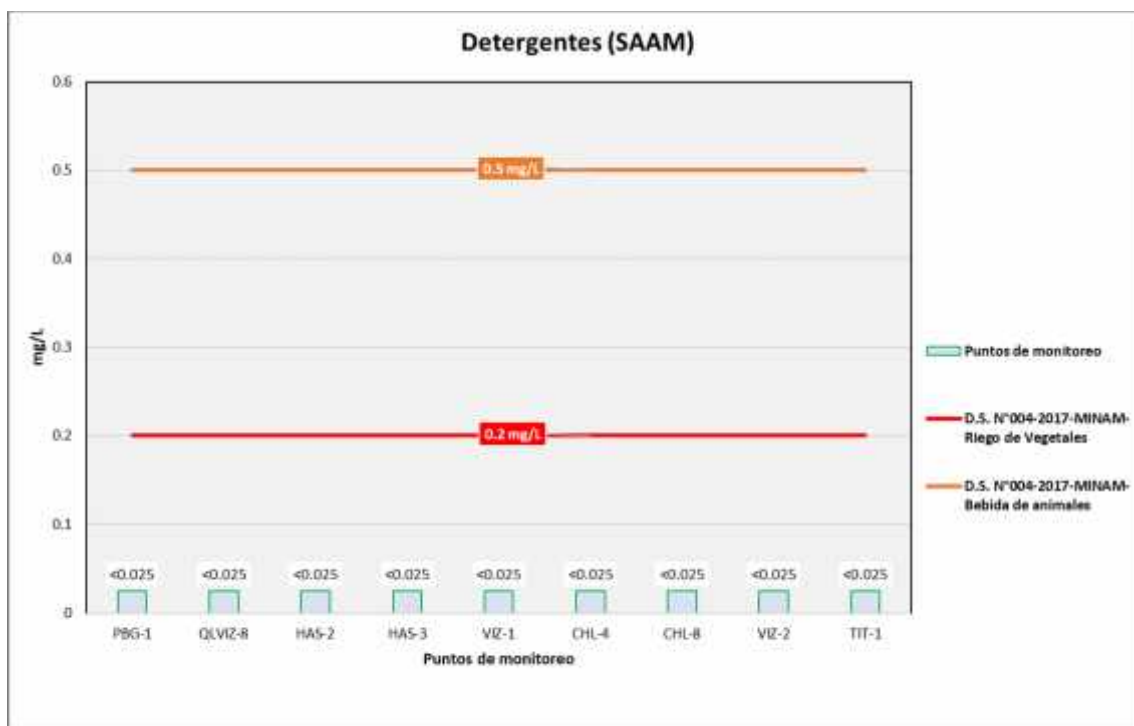
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.9 DETERGENTES (SAAM)

Los detergentes son sustancias químicas con la capacidad de reducir la tensión superficial del agua donde se encuentran disueltos generando lo que se conoce como espuma. Estos detergentes contienen entre 20% o 30% de una sustancia activa denominada surfactante, el cual en grandes cantidades en fuentes naturales de agua producen una alta toxicidad, efectos nocivos y hasta procesos de eutrofización en dichos cuerpos de agua.

Los resultados de SAAM procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA SAAM = 0.2 mg/L), lo que nos evidenciaría una ausencia de este contaminante en dichos cuerpos de agua y, por consiguiente, una ausencia de actividades que emplean estas sustancias contaminadoras en el agua.

Figura 4.9. Resultados de Detergentes (SAAM) – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

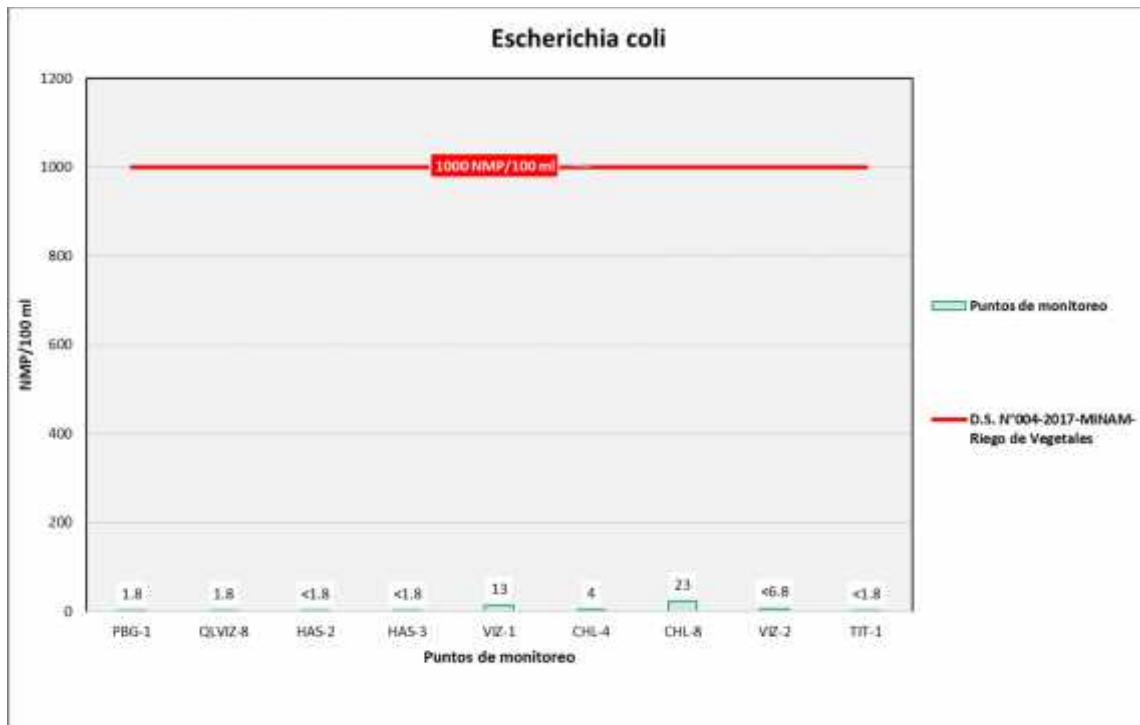
4.1.3.1.10 ESCHERICHIA COLI

De acuerdo con la OMS (2017), la Escherichia coli (abreviado en E. coli) es un tipo de bacteria habitual en los intestinos del ser humano y otros mamíferos. Si bien la gran mayoría de las cepas de esta bacteria son inofensivas, algunas de estas pueden causar grandes enfermedades gastrointestinales producto de la ingesta de alimentos o agua contaminada con esta bacteria.

La presencia de esta bacteria en los cuerpos hídricos se debe principalmente a la actividad humana, con la emisión de aguas negras provenientes de los sistemas de alcantarillado o desagüe de las grandes urbes.

Tal como se muestra en la figura líneas abajo, los valores de Escherichia coli se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Escherichia coli = 1 000 NMP/100ml), lo que evidencia una ausencia de materia fecal o restos de excrementos en los cuerpos hídricos evaluados, asimismo, indicar que, en la actualidad no se ha evidenciado un sistema de alcantarillado o tratamiento para las aguas negras procedentes de las comunidades campesinas de la zona de alta montaña.

Figura 4.10. Resultados Escherichia coli – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.11 HUEVOS DE HELMINTOS

Los huevos de helmintos se encuentran en el ambiente y son de gran importancia en salud pública, debido a su mínima dosis infectiva y a su alta resistencia a diversas condiciones ambientales, como la temperatura, el pH y la humedad, así como a la desinfección con cloro. Dichos microorganismos son utilizados hoy en día como indicadores de presencia de materia fecal en los cuerpos de agua.

Los análisis de huevos de helmintos procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<1.0 Huevos/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Huevos de Helmintos = 1.0 Huevos/L).

Figura 4.11. Resultados Huevos de helmintos – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

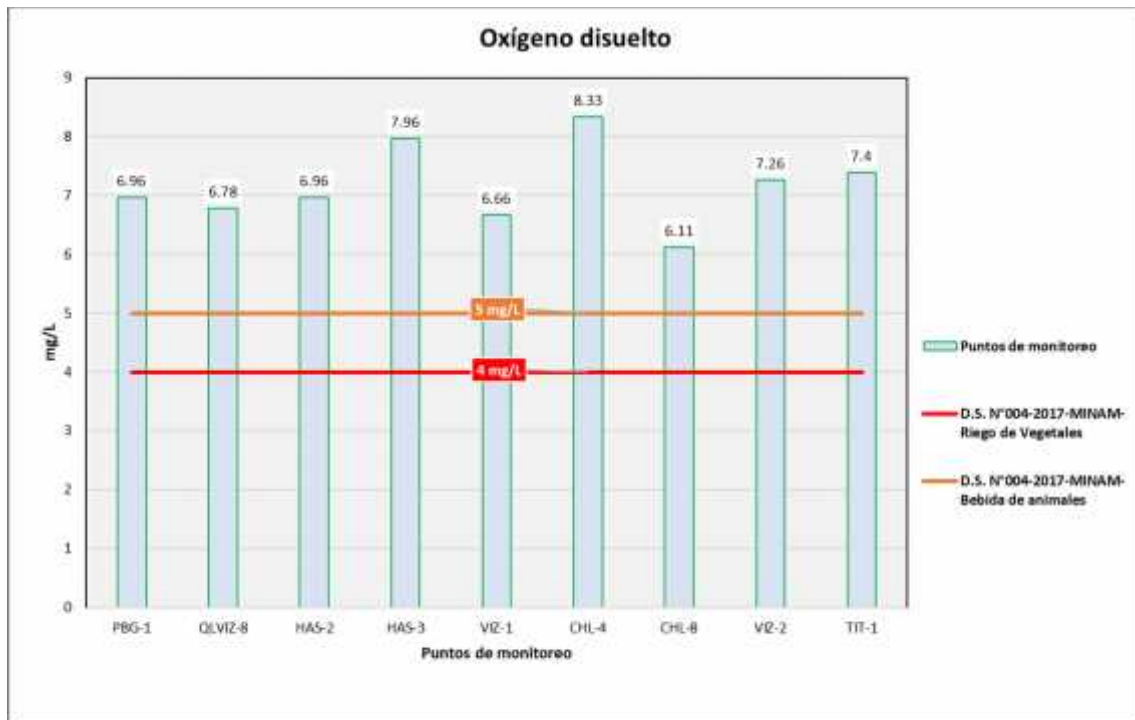
4.1.3.1.12 OXÍGENO DISUELTO

Se define al oxígeno disuelto como la cantidad de oxígeno gaseoso que se encuentra disuelto en las fuentes de agua, siendo este elemento importante para el desarrollo de formas de vida como peces, plantas, algas y otros microorganismos, en otras palabras, nos sirve como un indicador para evaluar la capacidad de las fuentes de agua para mantener estable la presencia de vida acuática.

Este parámetro tiene una relevancia importante para los ecosistemas acuáticos, debido a que cuando su concentración es alta, es más probable que el entorno sea sano y estable, ya que permite mantener diversidad de organismos, mientras que, si su concentración es baja, esta no permite una correcta degradación de la materia orgánica, pudiendo producir a la larga un proceso de eutrofización en los cuerpos de agua.

De acuerdo a las estaciones evaluadas, se aprecia que, en la zona de alta montaña, los resultados obtenidos cumplen con el Estándar de Calidad de Agua, establecidos mediante el D.S. N°004-2017-MINAM.

Figura 4.12. Resultados Oxígeno Disuelto – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

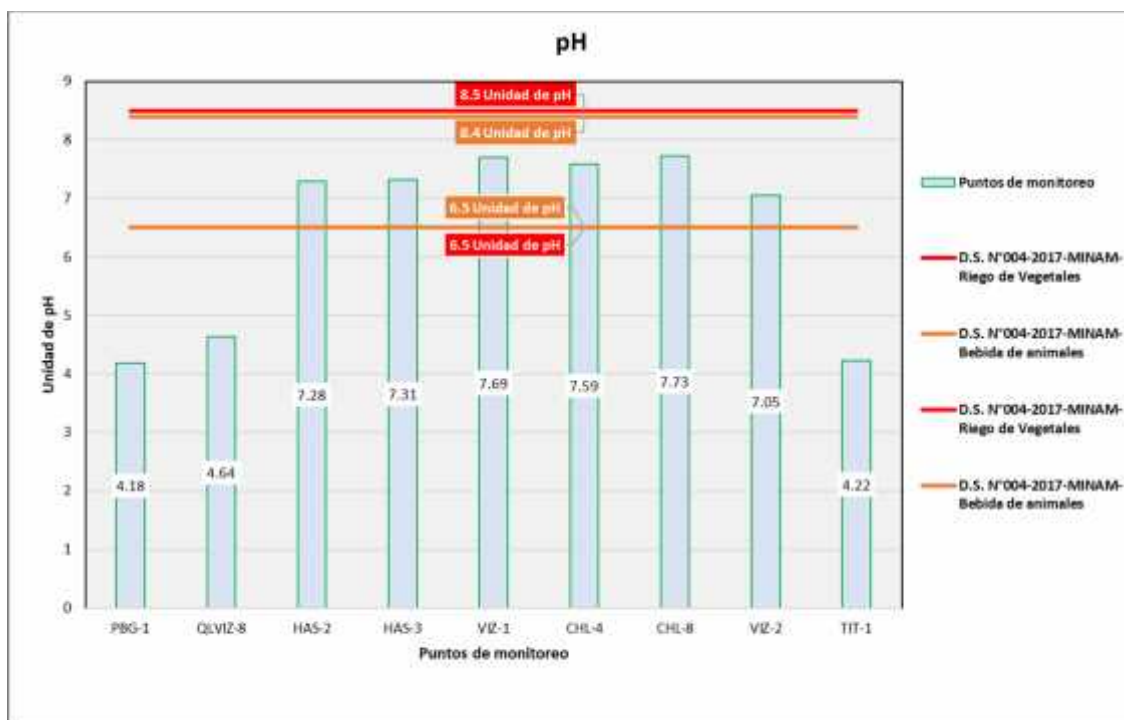
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.13 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)

El potencial de hidrógeno se define como el indicador de la presencia de iones libres del hidrógeno, siendo el resultado de su medición una comparación entre el número de protones (H^+) e iones hidroxilo (H^-), determinando en base a su resultado el nivel de acidez o alcalinidad de los cuerpos de agua. El grado de pH presente en los cuerpos de agua es un indicador importante al momento de determinar el estado de conservación de dichos ecosistemas acuáticos, dado que tiene relevancia en el crecimiento y desarrollo de la vida acuática. La tendencia a acidez o alcalinidad en las fuentes de agua tiene su origen tanto de manera natural como producto de la intervención antrópica producto de vertimientos de actividades industriales.

Tal como se muestra en la figura líneas abajo, los valores de pH obtenidos se encuentran en el rango normal establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua por Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA pH = 6,5 – 8,5), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua. Sin embargo, los resultados obtenidos en el punto de monitoreo TIT-1, PGB-1 y QLVIZ-8, se encuentran por debajo del valor establecido en los ECA para agua, debiéndose esto por la actividad geotérmica y/o por el embalse de Pasto Grande, respectivamente.

Figura 4.13. Resultados pH – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

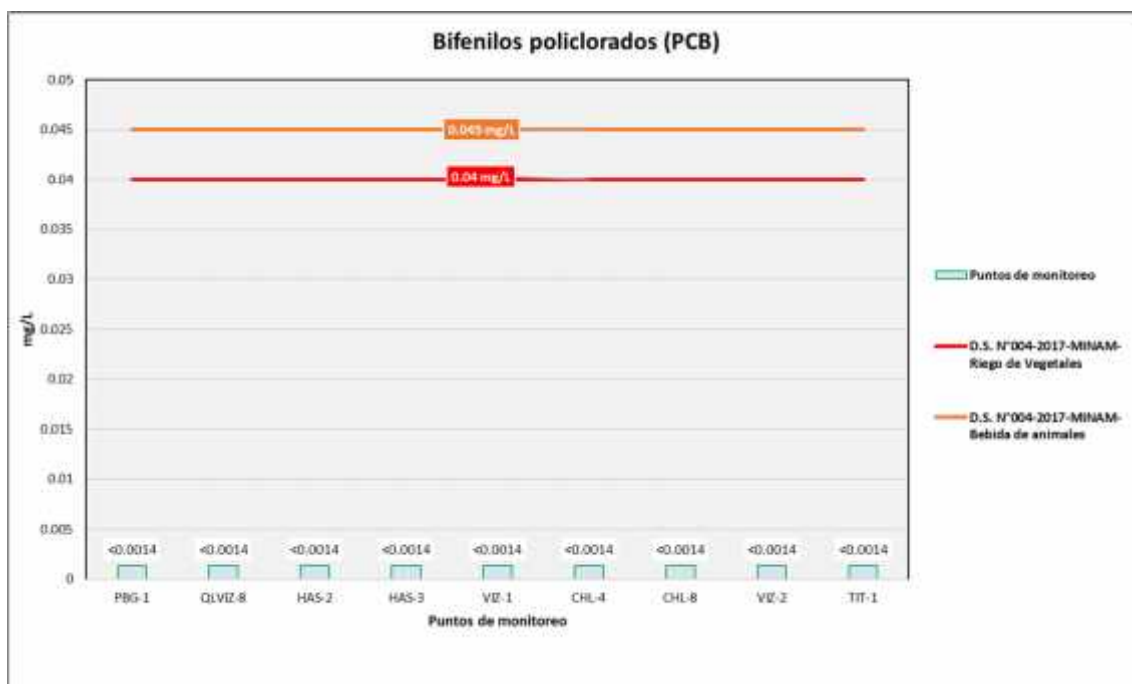
4.1.3.1.14 BIFENILOS POLICLORADOS

Los bifenilos policlorados (también conocidos como PBC), son un grupo o conjunto de compuestos químico orgánicos, de los cuales no se registran evidencias de fuentes naturales, dado que estos ingresan al medio ambiente a través de vías de propagación en la atmósfera o fuentes hídricas, dado que algunos compuestos de PBC son volátiles existiendo así de forma gaseosa en el ambiente.

Estos contaminantes tienen su origen en la utilización como refrigerantes y lubricantes en transformadores, equipos electrónicos, entre otros, paralizando su producción a fines de los años 70's debido a su acumulación en el ambiente y el grado de toxicidad que ocasionan tanto en la salud humana como en seres vivos. Hoy en día, son liberados al medio ambiente producto de la incineración o combustión de desechos electrónicos con contenidos de PCB en su interior.

Los análisis de PCB procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores elevados del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0.014 µg/L), pudiendo evidenciar unos valores elevados de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por encima de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA PCB = 0.040 µg/L).

Figura 4.14. Resultados PCB – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

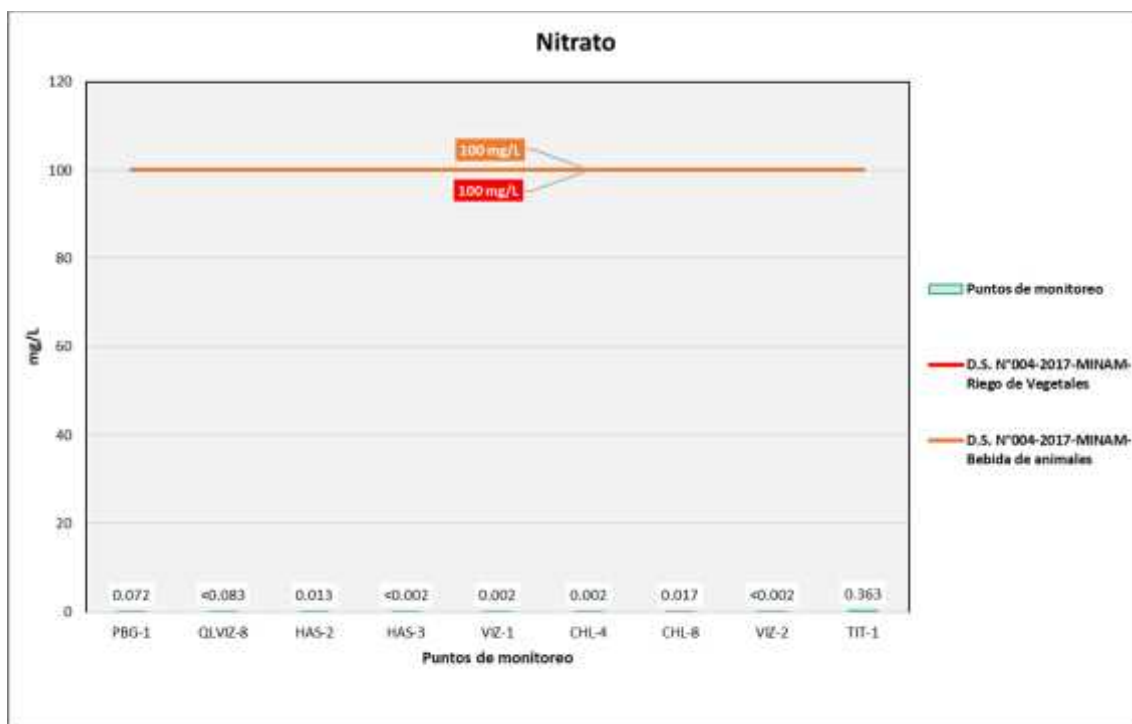
4.1.3.1.15 NITRATOS

El Nitrato (NO_3N) es un contaminante que existe de manera natural proveniente principalmente de las aguas subterráneas y que forma parte del ciclo del nitrógeno. Este contaminante proviene de la oxidación de los nitritos por acción de la bacteria *Nitrobacter*, disminuyendo su nivel de toxicidad y siendo utilizado como una fuente de alimento para organismos vivos.

Si bien este contaminante se encuentra de manera natural en fuentes de agua superficiales y subterráneas, tiende a encontrarse en concentraciones por debajo de los 2 mg/L, lo cual no representa un peligro para el desarrollo y continuidad de la vida acuática. Asimismo, el aumento de los niveles de concentración de este contaminante puede tener su origen en la actividad agrícola y en suelos destinados a la producción ganadera, dado que las fuentes más comunes de nitratos son en fertilizantes, compost, suelos rurales, pozos sépticos, entre otros, pudiendo inferir que, en aquellos cuerpos de agua cercanos a comunidades campesinas que tengan como actividad principal la agricultura y ganadería.

Los valores de Nitratos obtenidos se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua por Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Nitratos = 100 mg/L), lo que puede indicar la baja concentración de este contaminante en los cuerpos de agua y una correcta conservación y desarrollo del ambiente acuático.

Figura 4.15. Resultados Nitratos – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

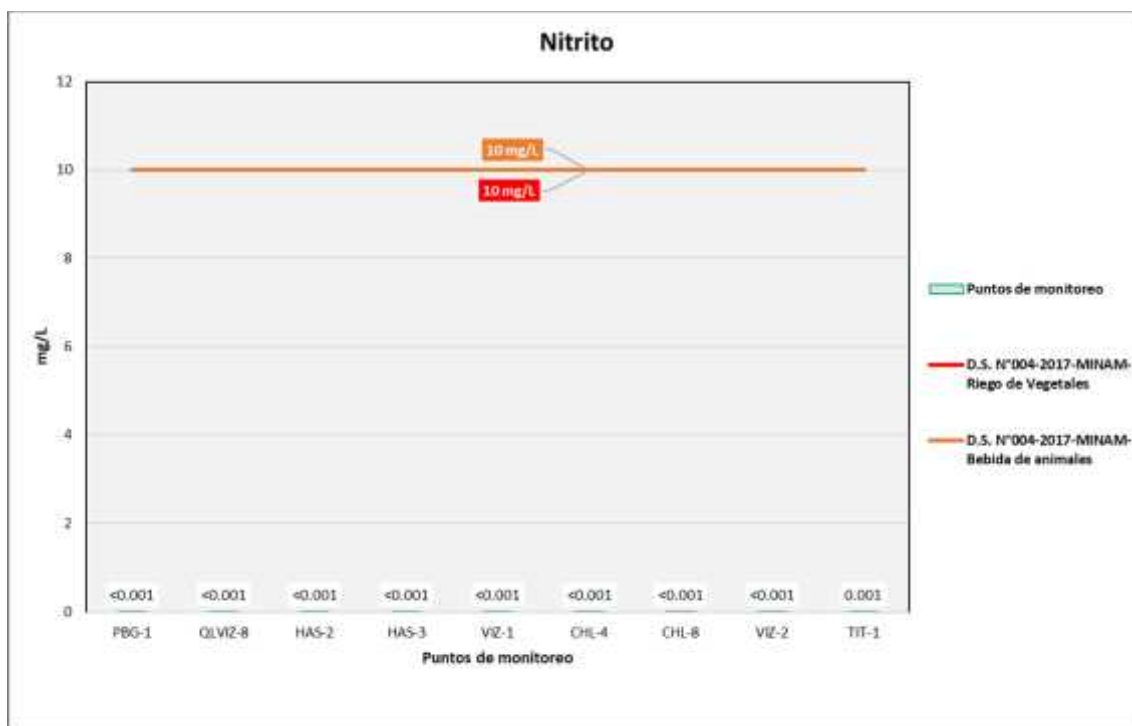
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.16 NITRITOS

Los Nitritos (NO_2N) tienen su origen del proceso llamado nitrificación, que consiste en la oxidación de un compuesto de amonio a nitrito a través de la acción de la bacteria denominada *Nitrosoma*. Estos contaminantes a diferencia de los nitratos tienen un nivel alto de toxicidad siendo más perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente si es que se encuentra en altas concentraciones en fuentes naturales de agua. Los efectos en salud por altas concentraciones de nitritos van desde la disminución de la capacidad de transportar oxígeno en el flujo sanguíneo, dado que el nitrito reacciona con la hemoglobina generando un compuesto llamado metahemoglobina, compuesto causante de dicha disminución.

Los valores de Nitritos obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Nitritos = 10 mg/L), lo que puede indicar la baja concentración de este contaminante en los cuerpos de agua y una correcta conservación y desarrollo del ambiente acuático.

Figura 4.16. Resultados Nitritos – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

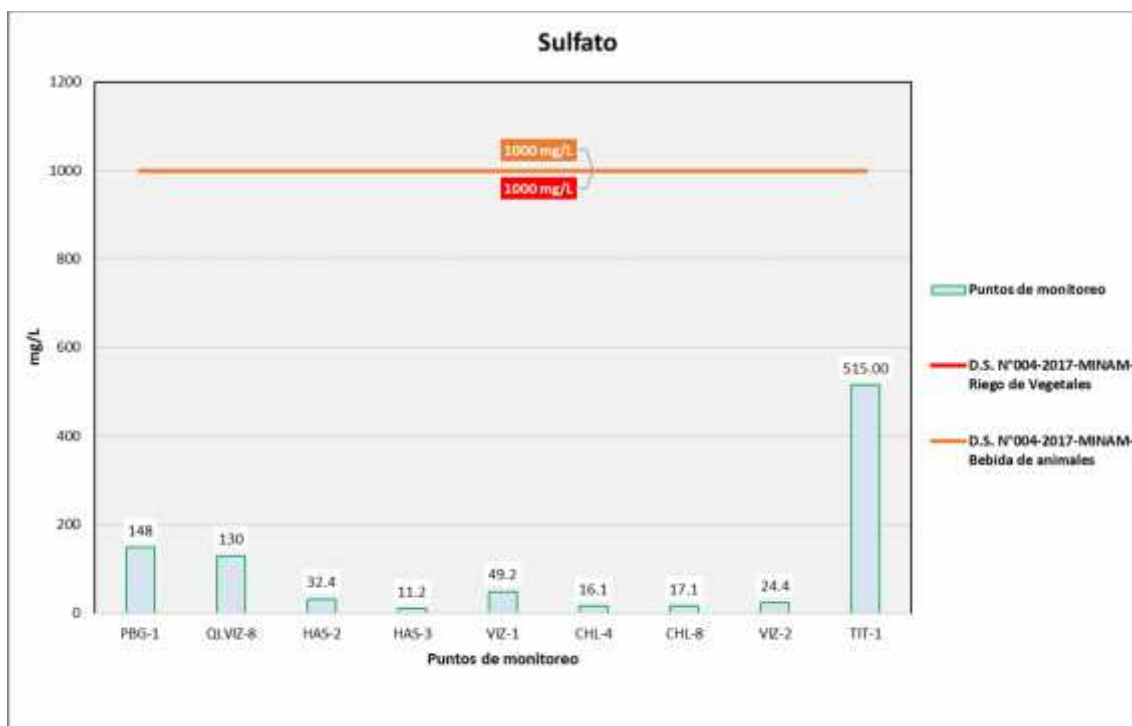
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.17 SULFATOS

Los Sulfatos (SO_4) son compuestos que se encuentran en casi todas las fuentes naturales de agua, teniendo su origen a partir de la oxidación de las menas o rocas con presencia de sulfato, así como la presencia de efluentes industriales o acumulación de residuos proveniente de la actividad industrial. La presencia de este compuesto de manera natural puede deberse a la infiltración de formaciones rocosas o suelos con contenido de minerales sulfatados, que llegan a disolverse en las aguas subterráneas, para posteriormente, llegar a los cuerpos de agua superficiales.

Tal como se muestra en la figura líneas abajo, los valores de Sulfatos obtenidos se encuentran por debajo del valor establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Sulfato = 1 000 mg/l), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua. Sin embargo, los resultados obtenidos en el punto de monitoreo TIT-1 (río Titire) si bien se encuentran cumpliendo el valor establecido en los ECA para agua, presenta un valor más alto al resto de los puntos de monitoreo, debiéndose posiblemente a la actividad geotérmica propia del lugar.

Figura 4.17. Resultados Sulfatos – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

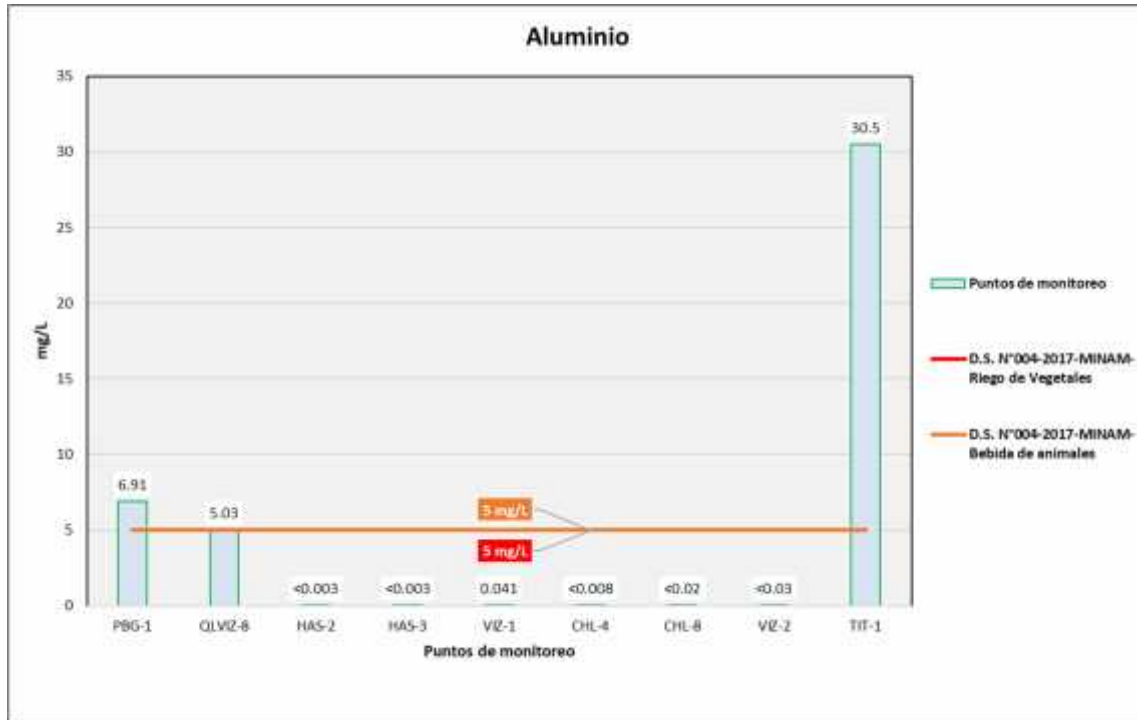
4.1.3.1.18 ALUMINIO

El Aluminio (Al) es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre, constituyendo el 8% de esta. Este metal es un componente natural tanto en las aguas superficiales como en las aguas subterráneas, siendo incluso utilizado como un agente floculante en el tratamiento de aguas, en su composición de Sulfato de Aluminio. La OMS (1997) no reconoce al Aluminio como un agente nocivo para la salud debido a la poca información que existe en torno a la exposición de este componente, así como su velocidad de absorción en el organismo. Sin embargo, la ingesta de este componente natural en grandes concentraciones puede llegar a ocasionar efectos secundarios tales como daños al sistema nervioso central, pérdida de memoria, entre otros.

Los valores de Aluminio (Al) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua por Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Al = 5,0 mg/L), a excepción del punto de monitoreo PGB-1 (Río Vizcachas), lo que podría indicarnos que en la quebrada existe la presencia de rocas sedimentarias (bauxita), lo cual producto de la erosión provocada por el caudal de la quebrada desgasta las rocas generando una liberación de óxidos de hierro y aluminio, incrementando el valor de aluminio en el cuerpo de agua. Adicionalmente, es importante mencionar que, el PGB-1 y el QLVIZ-8, podría también tener influencia por la presencia del embalse de Pasto Grande, debido a que, es un colector de otros

ríos, que tienen incidencias de actividad geotermal. Y en el caso del punto TIT-1 (río Titire), la excedencia en el parámetro mencionado, se considera como producto de la influencia de la actividad geotérmica que presenta aguas arriba del río Titire.

Figura 4.18. Resultados de Aluminio – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

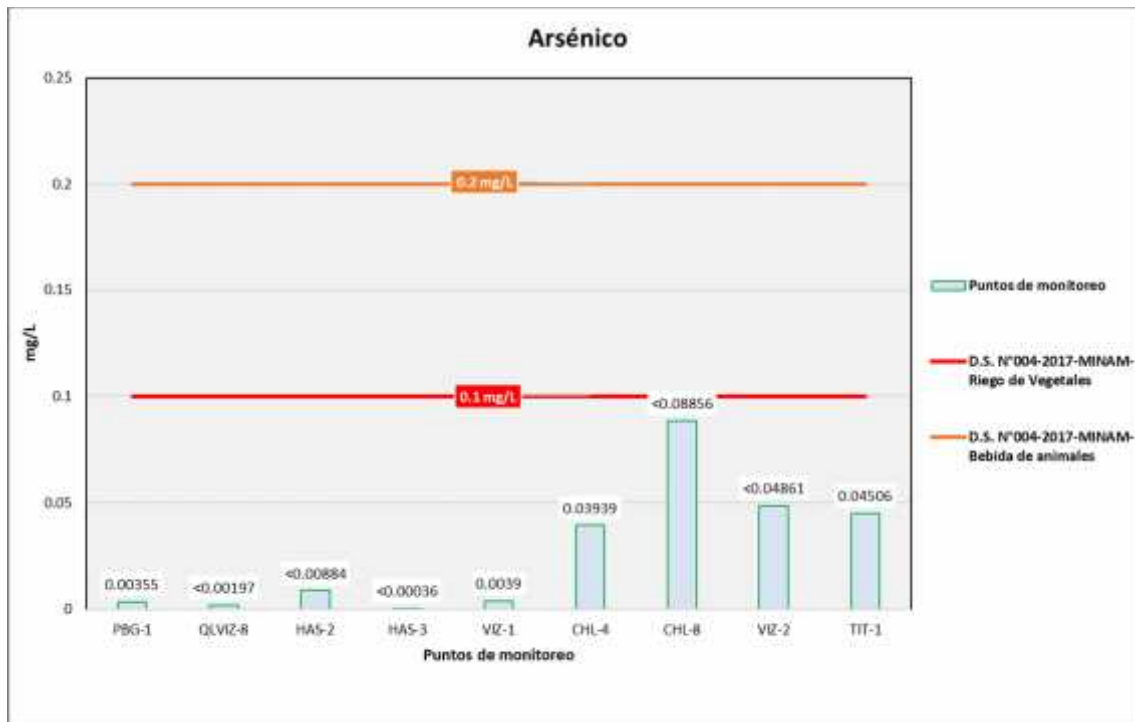
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.19 ARSÉNICO

El elemento Arsénico (As) es un componente natural de la corteza terrestre, por lo que, este se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente. Si bien este elemento puede encontrarse de manera natural en el ambiente, generalmente tiene origen en las descargas de efluentes de actividades industriales, dado que el arsénico es utilizado industrialmente para el procesamiento de vidrio, pigmentos, industria textil, en el proceso de curtido de pieles y productos farmacéuticos. Asimismo, de manera natural este elemento puede encontrarse como un componente secundario de varios minerales sulfurados como son la pirita, galena, entre otras rocas ígneas o sedimentarias, pudiendo incrementar las concentraciones del arsénico cuando entra en contacto con los cuerpos de agua.

Los valores de Arsénico (As) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA As = 0.1 mg/L).

Figura 4.19. Resultados de Arsénico – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

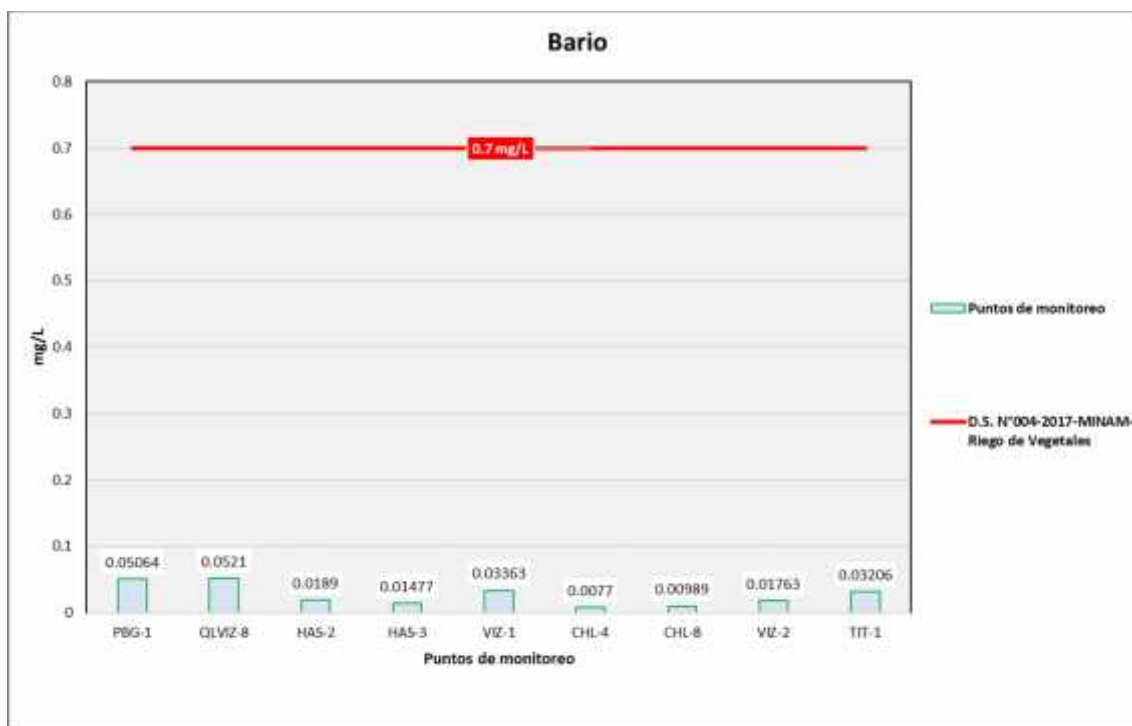
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.20 BARIO

El elemento Bario (Ba) se encuentra presente de manera natural en el medio ambiente, adoptando la forma en diferentes compuestos de bario, siendo la composición de estos compuestos en forma de polvos o cristales, generalmente en depósitos minerales subterráneos. Asimismo, debido a su poca disolución en el agua, es muy probable que el componente bario se encuentre de manera natural en bajas concentraciones en los cuerpos de agua, siendo su principal fuente de contaminación la actividad antrópica, específicamente de actividades como la perforación de pozos petroleros o en la industria de la cerámica.

Los valores de Bario (Ba) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Ba = 0.7 mg/L).

Figura 4.20. Resultados de Bario – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

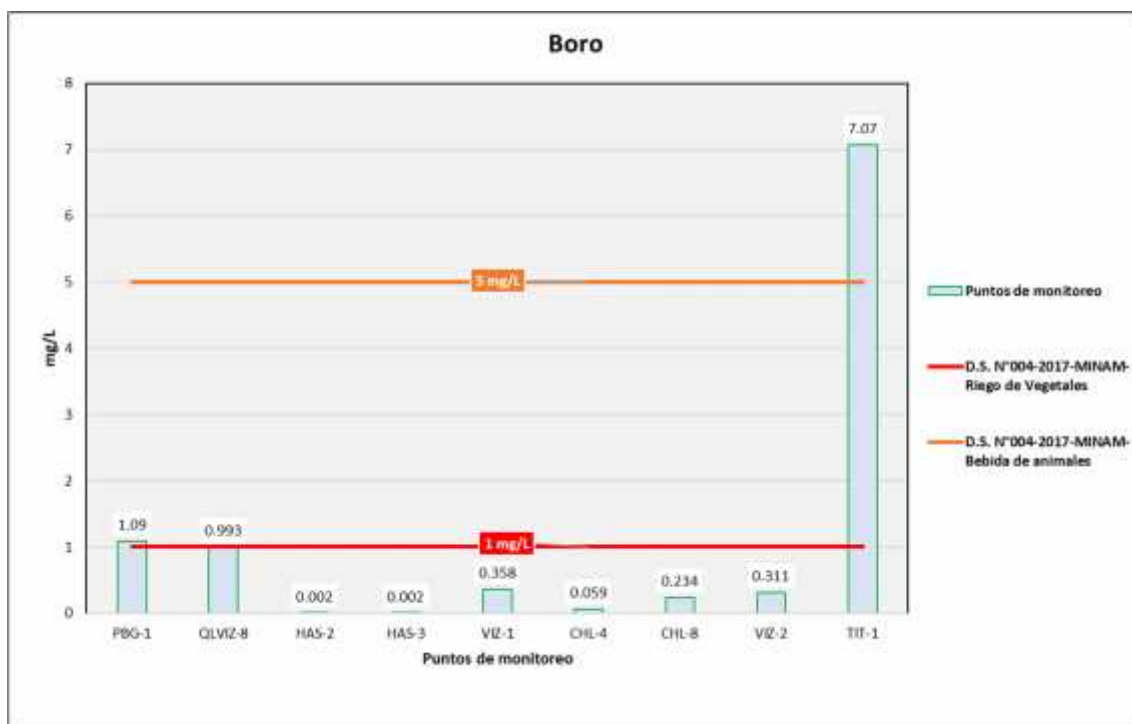
4.1.3.1.21 BORO

El Boro (B) es un elemento que existe en el ambiente de manera natural, se puede encontrar generalmente en los océanos, en rocas sedimentarias, en el carbón y en algunos casos se encuentra presente en suelos. La presencia de este elemento en las fuentes de agua se da producto de la meteorización de rocas con concentraciones de boro o por influencia de la actividad geotérmica tales como erupciones volcánicas o aguas termales. Asimismo, puede tener su origen producto de la acción de las actividades industriales ya que se encuentra contenido en fertilizantes y herbicidas. Si bien el boro es un elemento que para las plantas es considerado como un nutriente esencial, estas solo requieren una cantidad específica para su crecimiento óptimo, por lo que, las altas concentraciones de boro pueden ocasionar efectos como dificultad para el desarrollo de plantas, asimismo, para ciertos organismos dentro de los ecosistemas acuáticos puede resultar nocivo en las primeras etapas de su desarrollo como en el caso de peces.

Los valores de Boro (B) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA B = 1 mg/L), sin embargo, las concentraciones halladas para el punto de monitoreo TIT-1 y PGB-1, se encuentran excediendo el valor establecido en los ECA para agua, debiéndose este incremento

por la actividad geotérmica (aguas termales con alta concentración de boro) y/o por el embalse de Pasto Grande.

Figura 4.21. Resultados de Boro – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.22 CADMIO

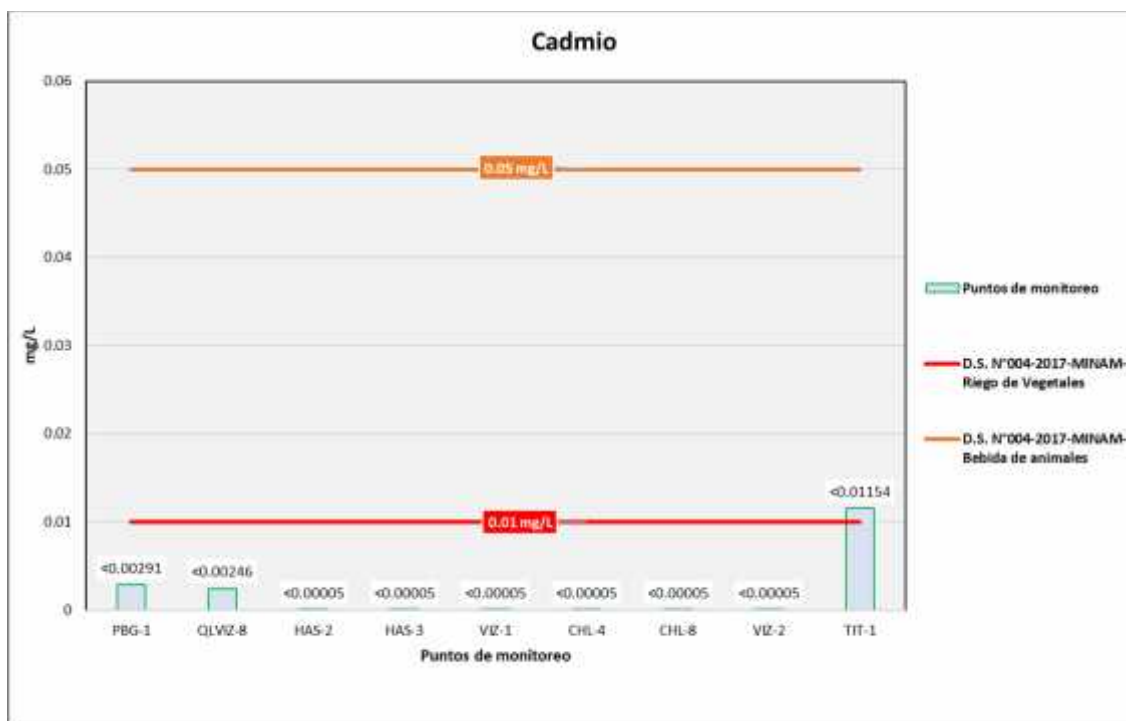
A diferencia de los otros metales evaluados, el Cadmio (Cd) no se encuentra usualmente de manera natural en el medio ambiente, siendo mayor el número de compuestos de cadmio que son arrojados por actividades industriales tales como la minería (principal fuente de los efluentes de esta actividad), en la producción y uso de fertilizantes fosfatados, entre otras.

La presencia natural de este elemento en el agua tiene su principal fuente en el desgaste de rocas y erosión de rocas con presencia de cadmio, así como la deposición de polvo con contenido de dicho elemento proveniente de emisiones de contaminantes industriales.

Los análisis de Cadmio procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0.0001 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cd = 0.01 mg/L). Sin embargo, las concentraciones halladas para el punto de monitoreo TIT-1, se encuentran excediendo el valor establecido en los ECA para agua,

debiéndose este incremento por la actividad geotérmica (aguas termales con alta concentración de metales como boro, hierro, aluminio, entre otros).

Figura 4.22. Resultados de Cadmio – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

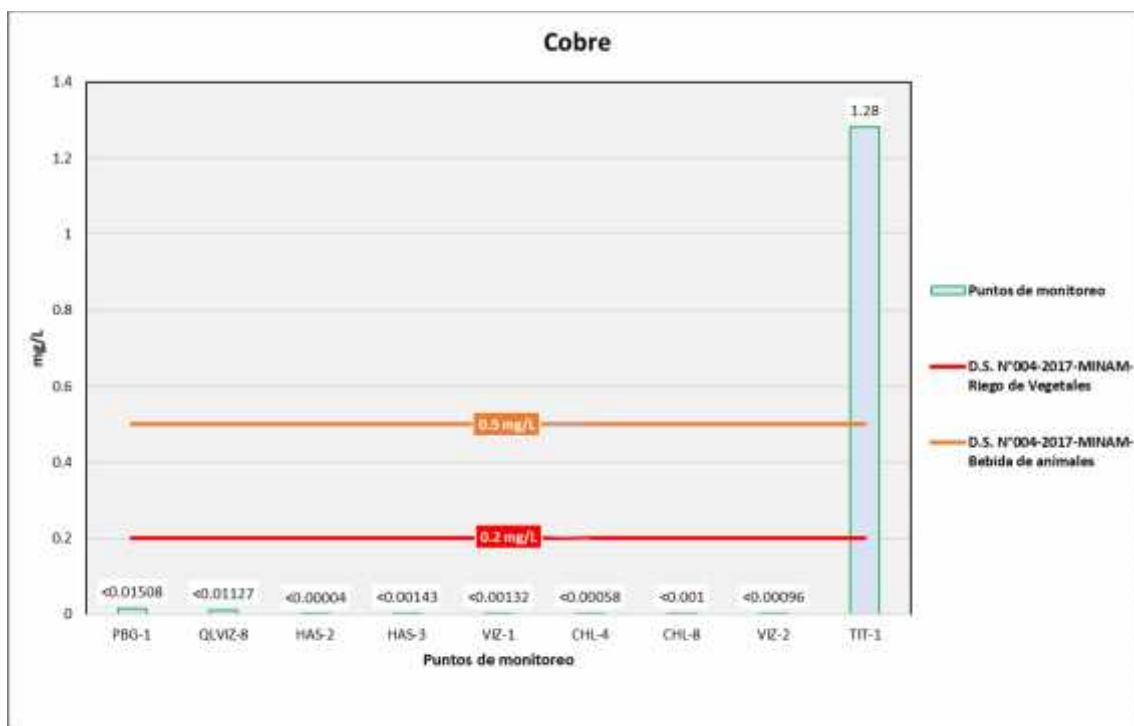
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.23 COBRE

El cobre (Cu) se encuentra de manera natural en fuentes de agua, sedimentos y suelos, específicamente en este último dado que concentraciones bajas de este elemento en los suelos representa una baja aptitud para el desarrollo de actividades agrícolas intensivas. Asimismo, dicho elemento en condiciones naturales no representa un efecto nocivo para el medio ambiente.

Los valores de Cobre (Cu) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cu = 0.2 mg/L), sin embargo, las concentraciones halladas para los puntos de monitoreo de calidad de agua TIT-1 se encuentra en elevadas en comparación a los demás puntos de monitoreo, debiéndose este incremento por la actividad geotérmica (aguas termales con alta concentración de boro) que recibe el río Titire.

Figura 4.23. Resultados de Cobre – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

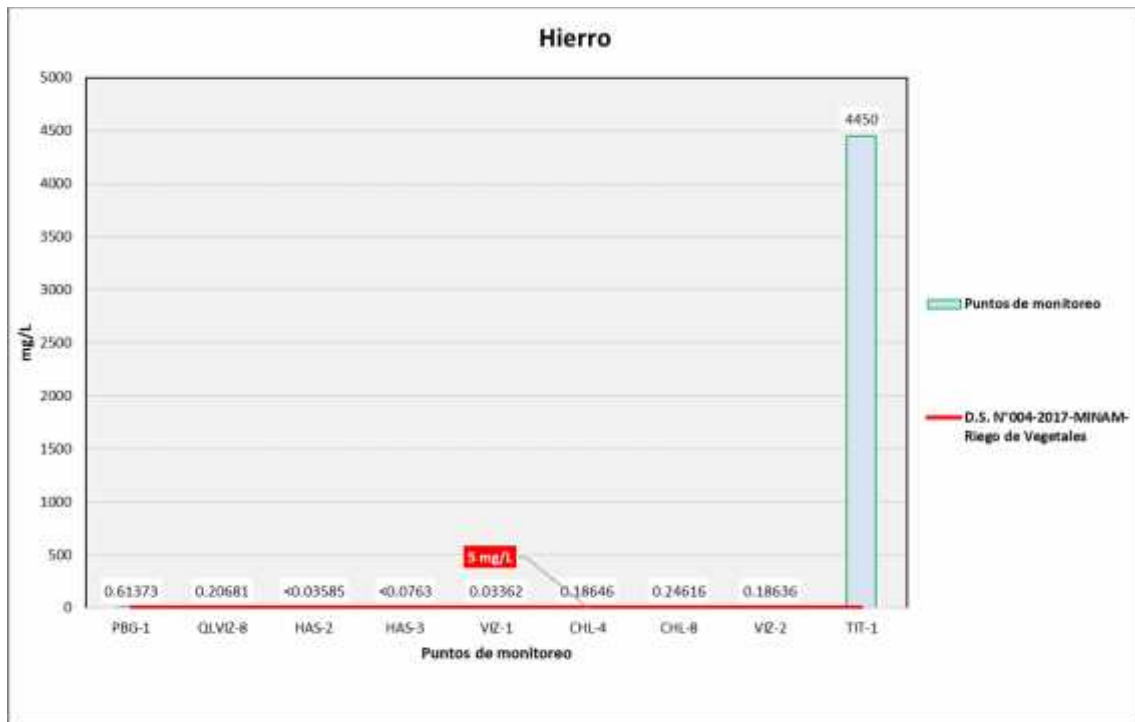
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.24 HIERRO

El Hierro (Fe) es un elemento químico metálico de color blanco siendo el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre. Este elemento se encuentra de manera natural en pocas concentraciones en las fuentes de aguas superficiales producto de la disolución de las rocas y minerales que contienen dicho elemento en su composición, mientras que, en las aguas subterráneas presentan mayores concentraciones de este elemento debido a que la materia orgánica absorbe el oxígeno disuelto presente en el recurso hídrico, ocasionando que a mayor carga orgánica existe mayor concentración de hierro produciendo asociaciones y complejos entre ellos.

Los valores de hierro (Fe) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Fe = 5.0 mg/L), sin embargo, la concentración hallada en el punto de monitoreo TIT-1 ubicada en el río Titire se encuentra excediendo el valor establecido en los ECA para agua, debiéndose este incremento por la actividad geotérmica (aguas termales con alta concentración de hierro) y del afloramiento de aguas subterráneas con alto contenido de hierro disuelto que, al ser llevada a la superficie reacciona con el oxígeno obteniéndose una coloración rojiza, tal como se evidenció en dicho cuerpo de agua.

Figura 4.24. Resultados de Hierro – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

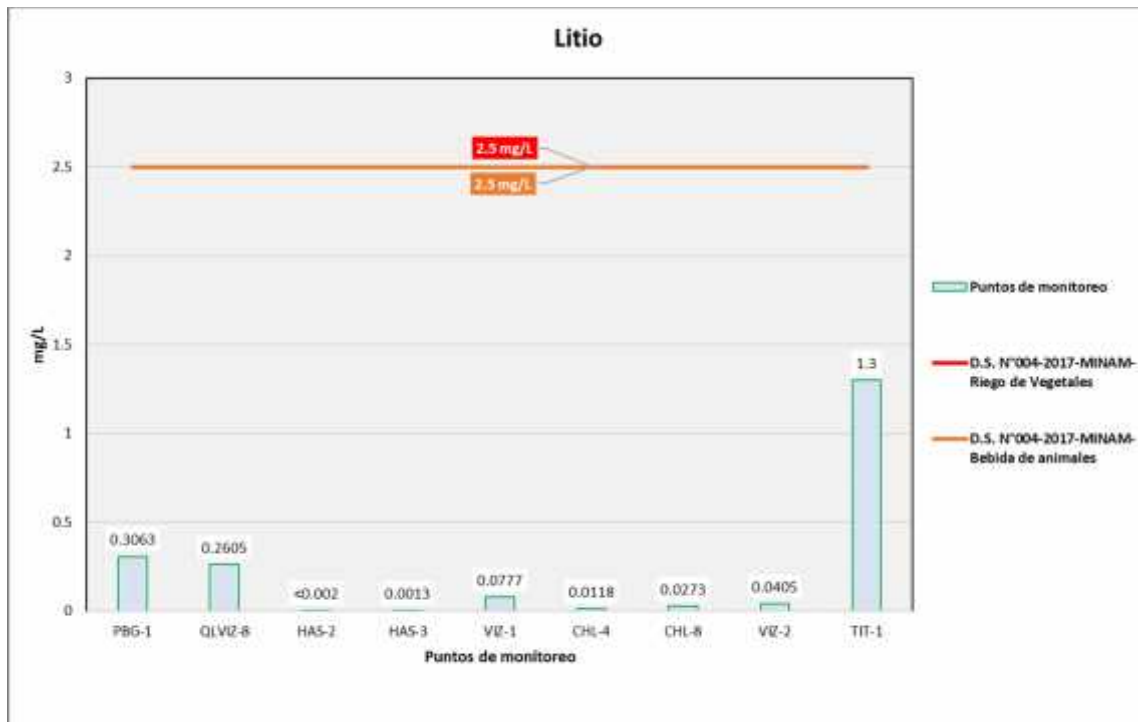
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.25 LITIO

Si bien el Litio (Li) se puede encontrar de manera natural, este elemento no se encuentra libre en la naturaleza por su alta reactividad con el medio ambiente, por lo que, podemos encontrar a este elemento asociado a ciertas rocas volcánicas y sales naturales, así como también hay evidencias de encontrar litio en altas concentraciones en aguas geotérmicas (aguas termales).

Los valores de Litio (Li) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Li = 2.5 mg/L).

Figura 4.25. Resultados de Litio – Zona de Alta Montaña



Fuente CERPER, 2022.

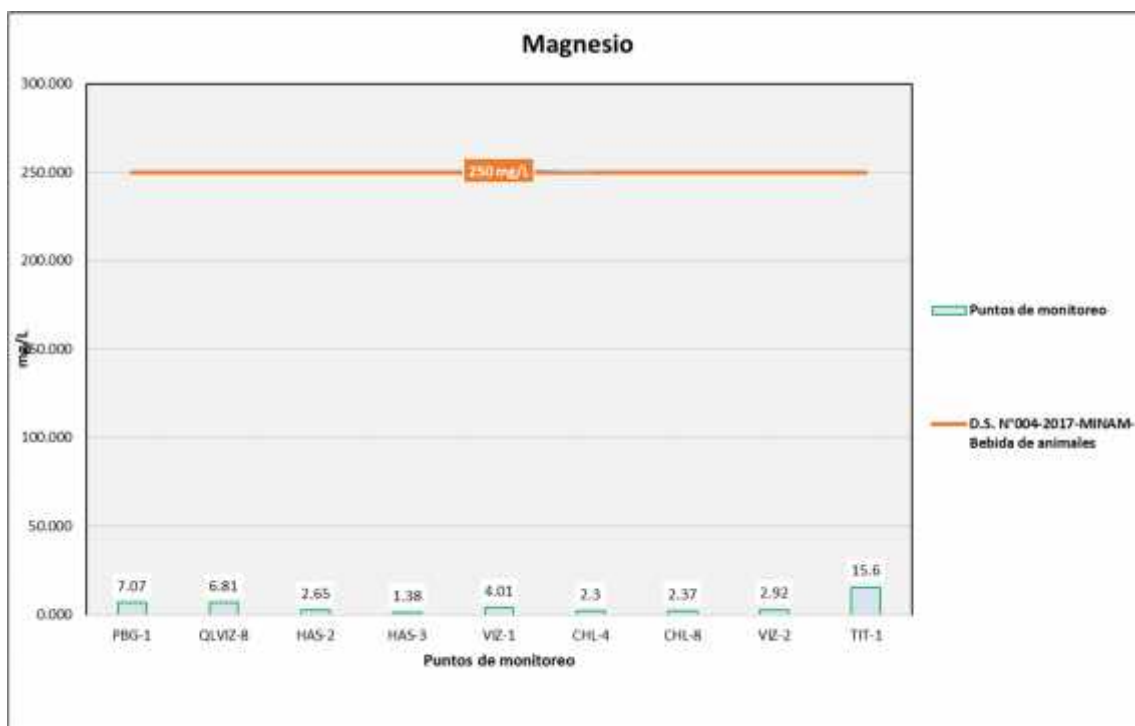
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.26 MAGNESIO

El magnesio (Mg) es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, representando un 2% de esta, así como también es el tercer elemento más abundante en las aguas de los cuerpos marino – costeros, encontrándose en la naturaleza en componentes orgánicos e inorgánicos.

Los valores de magnesio (Mg) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Mg = 250 mg/L).

Figura 4.26. Resultados de Magnesio – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

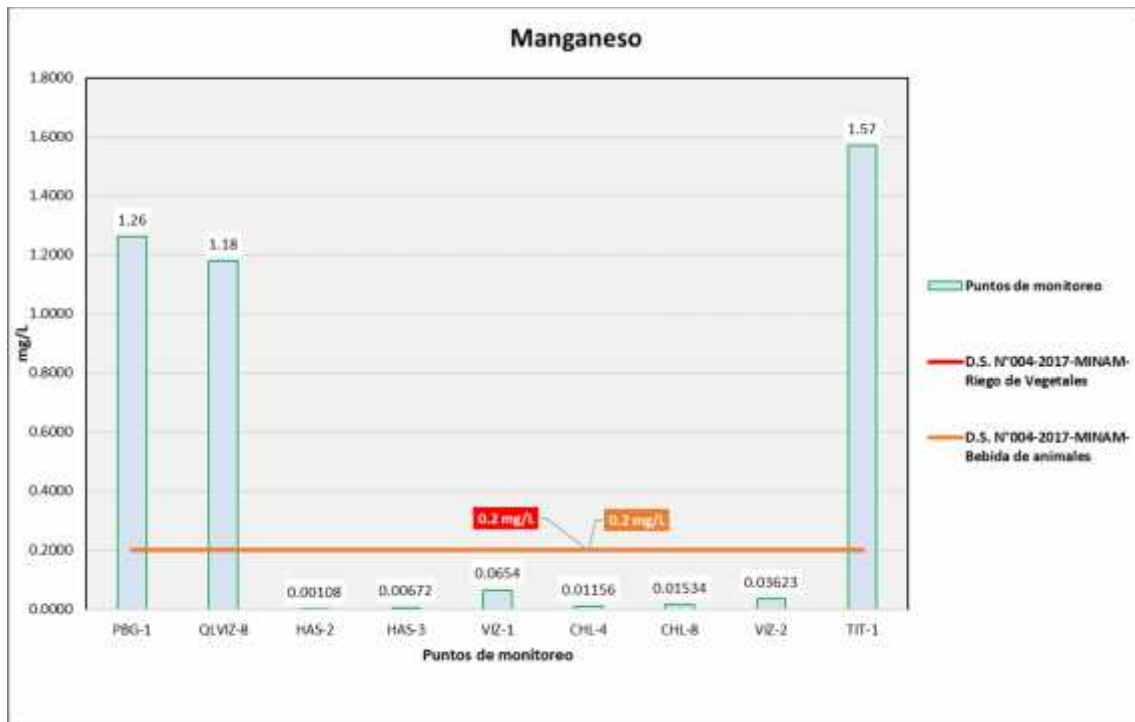
4.1.3.1.27 MANGANESO

El manganeso (Mn) es una sustancia natural que se encuentra en diversos tipos de rocas. El manganeso puro es un metal de color plateado; sin embargo, en la naturaleza no se le encuentra en forma pura, sino combinado con otras sustancias tales como oxígeno, azufre y cloro. El manganeso es un elemento traza necesario para mantener buena salud. Los compuestos del manganeso (Mn) existen de forma natural en el ambiente como sólidos en suelos y pequeñas partículas en el agua. Las partículas de manganeso en el aire están presentes en las partículas de polvo. Estas usualmente se depositan en la tierra en unos pocos días.

Los valores de manganeso (Mn) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Mn = 0.2 mg/L), sin embargo, las concentraciones halladas en los puntos de monitoreo PGB-1 y QLVIZ-8, ubicados en el río Vizcachas y en el punto TIT-1 correspondiente al río Titire se encuentran excediendo el valor establecido en los ECA para agua

De acuerdo con el Boletín N°15 – Serie A del Cuadrángulo de Moquegua, publicado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, eso puede deberse a la presencia de actividad geotérmica y del afloramiento de aguas subterráneas con alto contenido de manganeso asociada al desgaste de rocas con presencia de dicho elemento.

Figura 4.27. Resultados de Manganeso – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

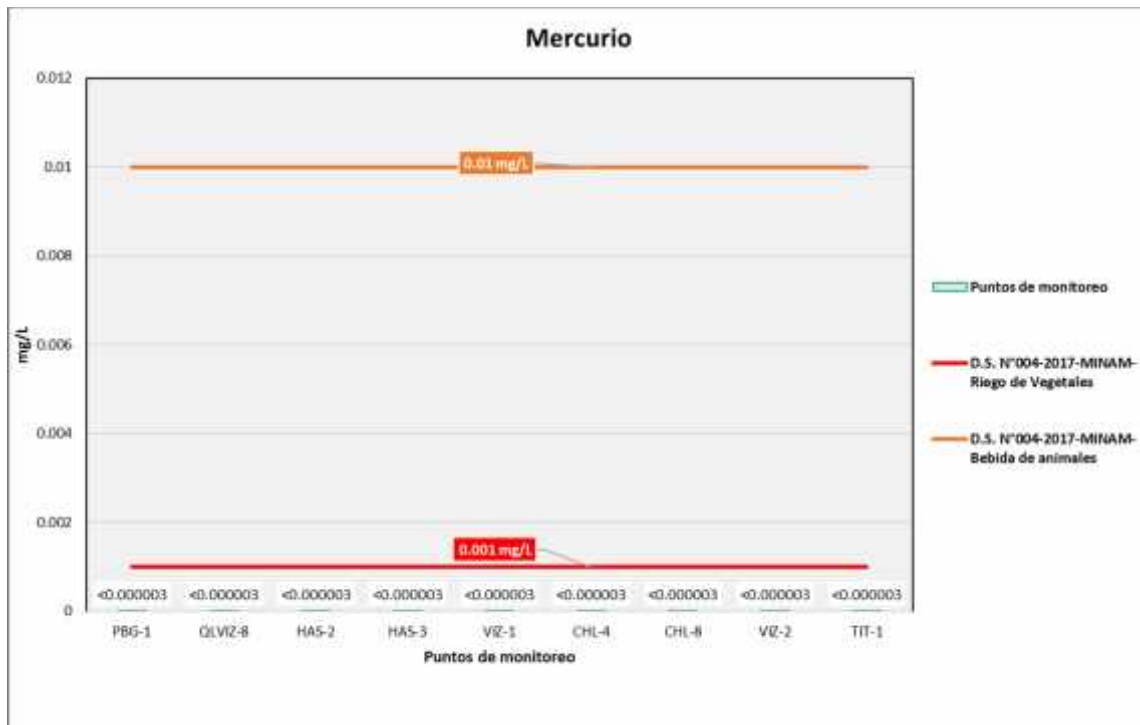
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.28 MERCURIO

El mercurio es un metal pesado, plateado, ubicuo y líquido a temperatura ambiente. En su forma pura se lo conoce como mercurio elemental (Hg). Actualmente un contaminante de relevancia mundial. Es un importante tóxico ambiental con gran impacto sobre la salud humana ya que ocasiona daños irreversibles en el sistema nervioso central, principalmente en las etapas de mayor vulnerabilidad.

Los análisis de Mercurio procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0.0001 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Hg = 0.001 mg/L).

Figura 4.28. Resultados de Mercurio – Zona de Alta Montaña



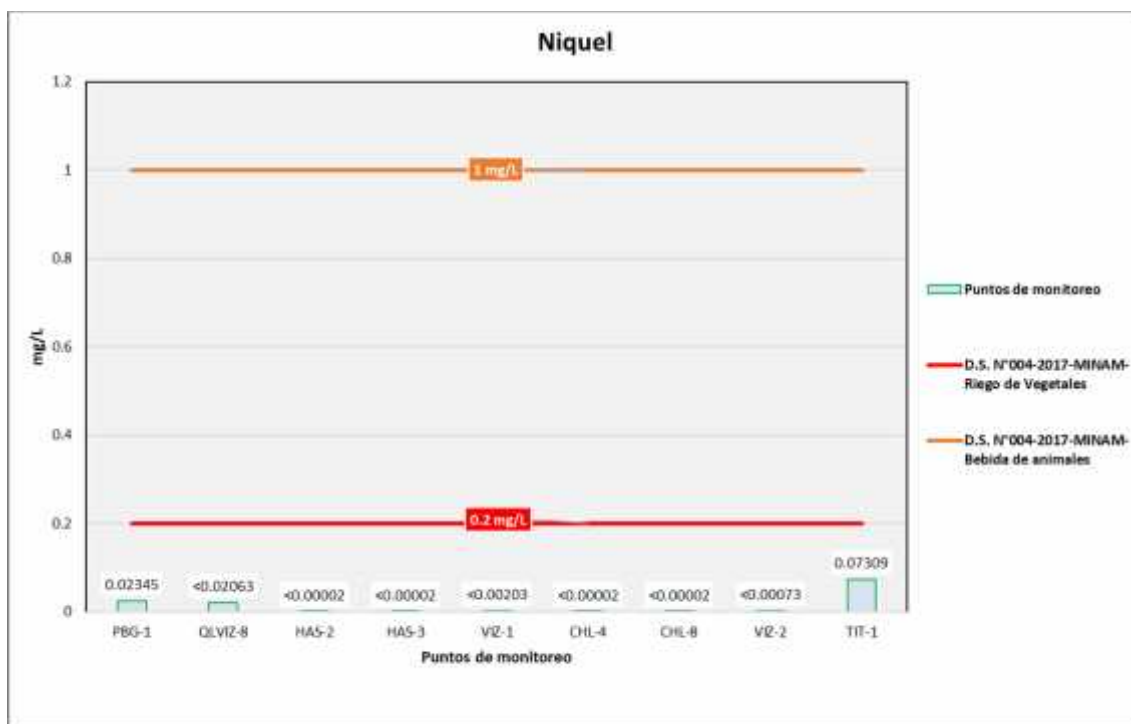
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.29 NIQUEL

Los valores de níquel (Ni) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua por Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Ni = 0,2 mg/L).

Figura 4.29. Resultados de Níquel – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

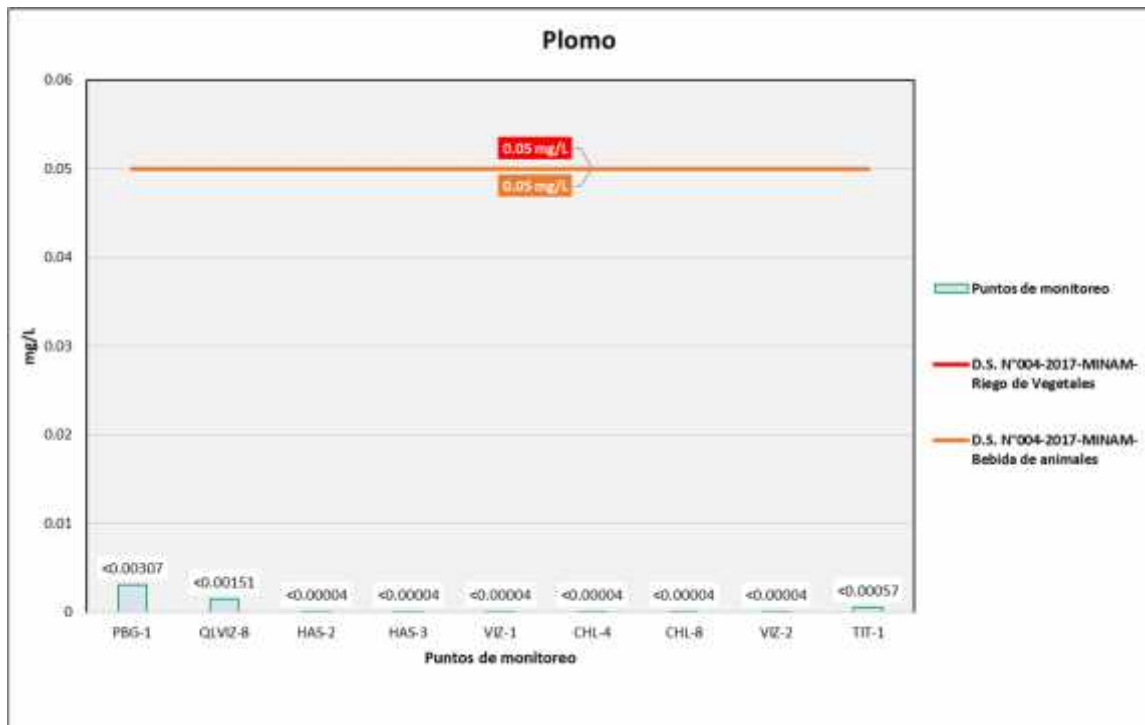
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.30 PLOMO

El plomo es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública. Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y gasolinas con plomo. Más de las tres cuartas partes del consumo mundial de plomo corresponden a la fabricación de baterías de plomo-ácido para vehículos de motor. Sin embargo, este metal también se utiliza en muchos otros productos, como pigmentos, pinturas, material de soldadura, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes cerámicos, artículos de joyería y juguetes, así como en algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales.

Los valores de plomo (Pb) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Pb = 0.05 mg/L).

Figura 4.30. Resultados de Plomo – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

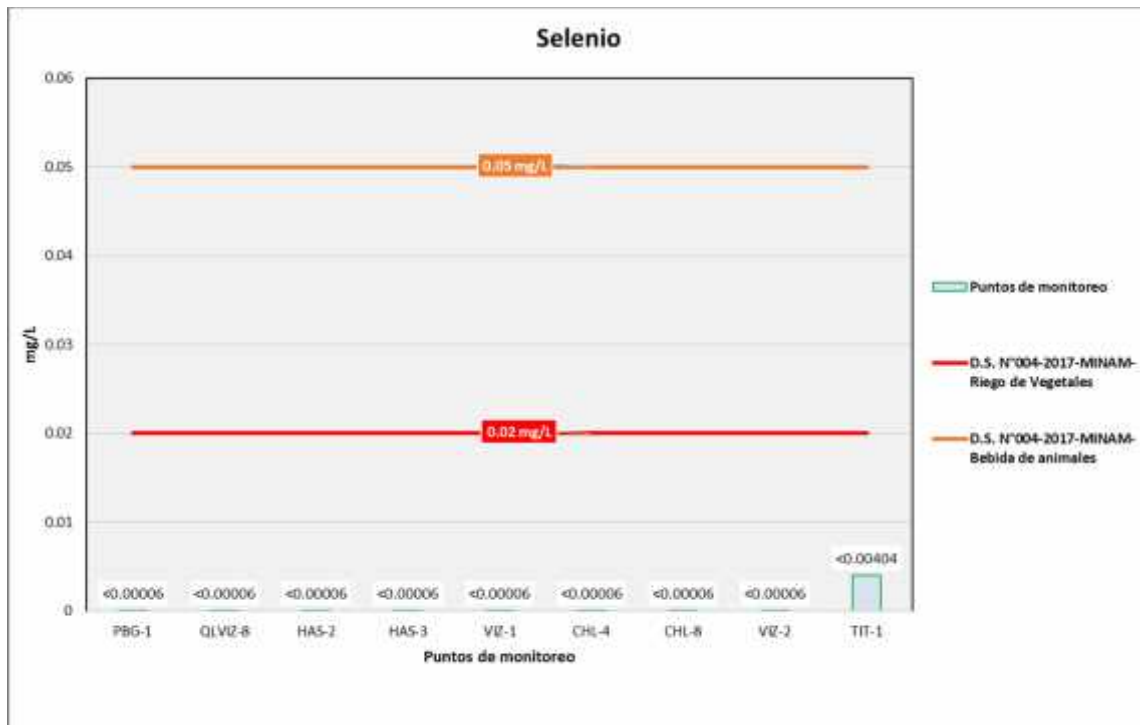
4.1.3.1.31 SELENIO

El selenio (Se) se presenta naturalmente en el medio ambiente. Es liberado tanto a través de procesos naturales como de actividades humanas. En su forma natural el selenio como elemento no puede ser creado ni destruido, pero tiene la capacidad de cambiar de forma.

Bajos niveles de selenio pueden terminar en suelos o agua a través de la erosión de las rocas. Será entonces tomado por las plantas o acabará en el aire cuando es absorbido en finas partículas de polvo. Es más probable que el selenio entre en el aire a través de la combustión de carbón y aceite, en forma de dióxido de selenio.

Los valores de selenio (Se) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Se = 0.02 mg/L).

Figura 4.31. Resultados de Selenio – Zona de Alta Montaña



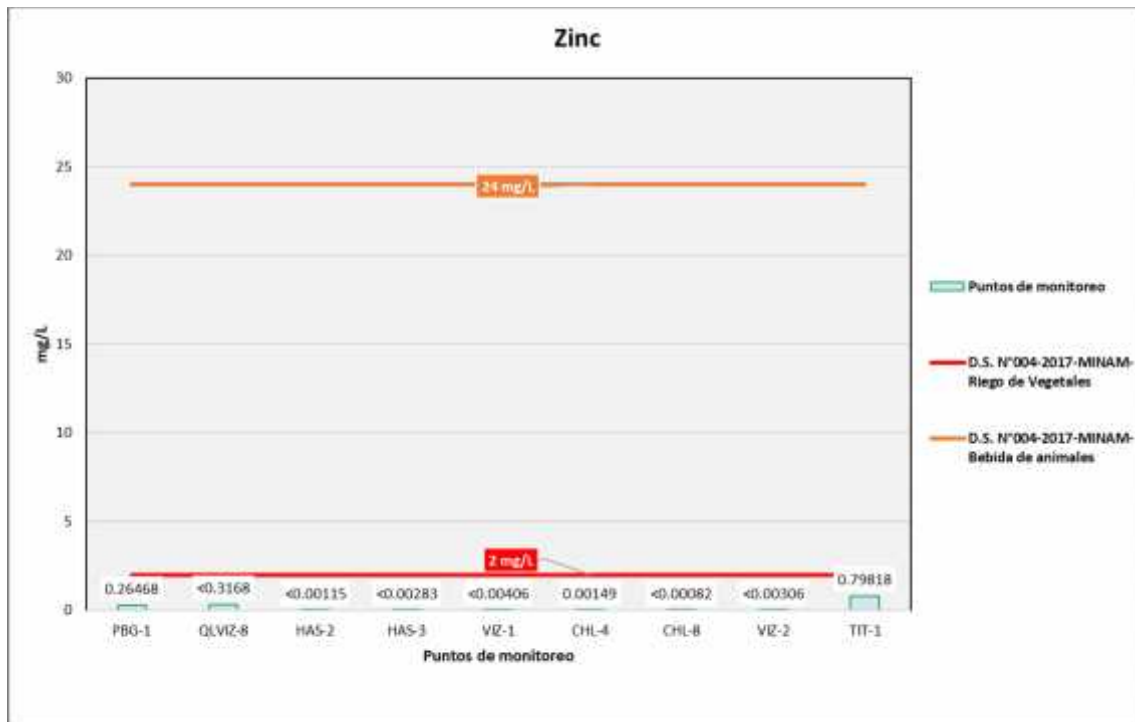
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.1.32 ZINC

Los valores de Zinc (Zn) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua de mar se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Zn = 24.0 mg/L).

Figura 4.32. Resultados de Zinc – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL – ZONA DE OPERACIONES

4.1.3.2.1 CAUDAL

Los puntos de monitoreo ubicados en el río Asana presentan caudales similares a los obtenidos en las campañas anteriores correspondientes a una época húmeda. El punto AS-1 (ubicado aguas arriba de la zona de operaciones del proyecto en el Río Asana) presenta un caudal de $0.4904 \text{ m}^3/\text{s}$, conforme va descendiendo aguas abajo del proyecto, los puntos P-11 (al ingreso del túnel de desvío del río Asana) y P-12 (a la salida del túnel de desvío del río Asana), presentan caudales de $0.8235 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.6100 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente. Asimismo, en el punto AS-3 (ubicado aguas debajo del túnel de desvío del río Asana) se tiene un caudal $0.6887 \text{ m}^3/\text{s}$, en base a esto podemos observar que, mediante va descendiendo hidrográficamente el río Asana, en los puntos de monitoreo aguas abajo presentan mayor cantidad de caudal debido a que reciben aportantes importantes como quebradas (ej: Qda Altarani, Qda Millune, entre otros) u otros cuerpos de agua.

Precisamente estos aportantes han registrado caudales característicos de una temporada seca, para el punto ALT-4 ubicado en la Qda Altarani se ha registrado un caudal de $0.2769 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que para las Quebradas Millune y Sarallenque se han obtenido caudales de $0.153 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.015 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente, ambas aportantes al río Asana.

Para el río Coscore, se tiene que desde el punto aguas arriba COS-1 un caudal de $0.7958 \text{ m}^3/\text{s}$, conforme se va en dirección aguas abajo se aprecia que los puntos COS-3 y COS-4 tienen unos caudales de $0.8130 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.8254 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente, a comparación del punto aguas arriba en esa parte estos ríos se ve una disminución mínima de caudal pudiendo deberse a que reciben una utilización para la actividad agropecuaria y conforme se van dirigiendo aguas abajo, en el punto COS-2, se aprecia un aumento de caudal de $0.900 \text{ m}^3/\text{s}$.

En el río Huancanane se tienen dos puntos de monitoreo, el punto CAP-2 ubicado aguas arriba del río que presenta un caudal de $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$, y, el punto CAP-3 ubicado aguas abajo del río, el cual presenta un caudal de $0.025 \text{ m}^3/\text{s}$, este último al encontrarse aguas abajo recibe aportantes de quebradas que incrementan su caudal. No obstante, los valores obtenidos son resultado de una temporada seca.

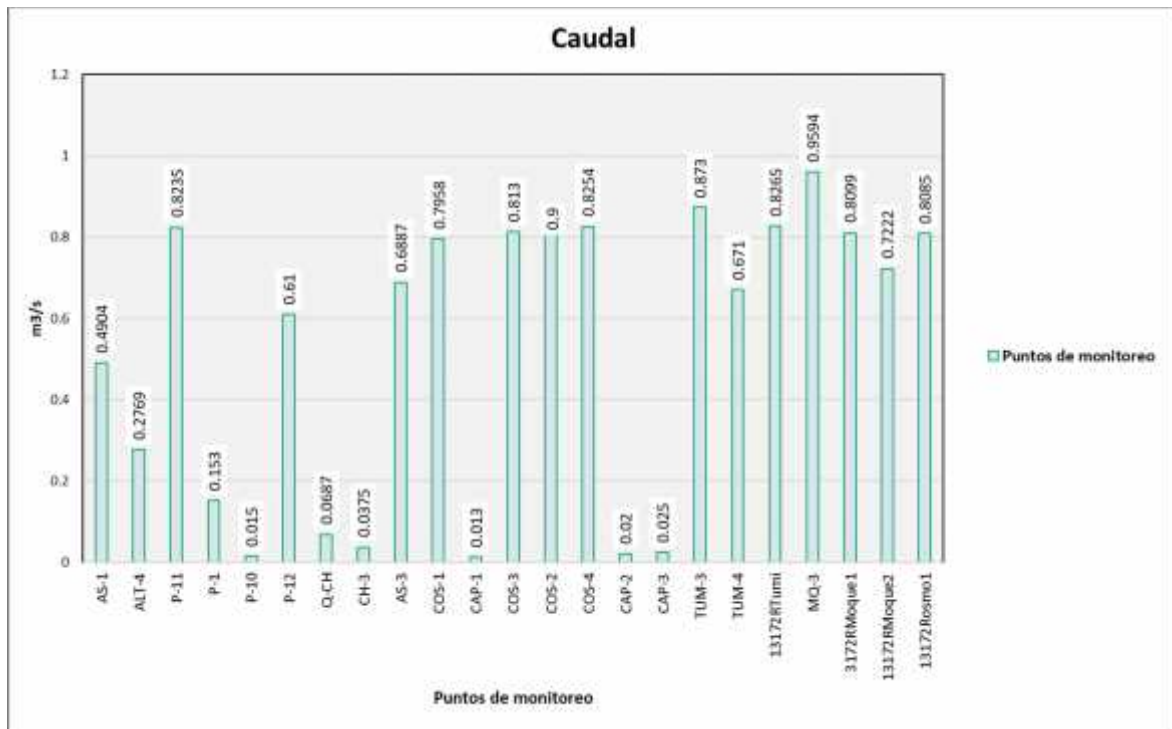
Para el río Tumilaca tenemos que para el punto TUM-3 ubicado aguas arriba y para el punto TUM-4 ubicado a la altura del puente del mismo nombre del río, resultados de $0.8730 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.6710 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente y, conforme se va con dirección aguas abajo del río, punto 13172RTumi se presenta un caudal de $0.8265 \text{ m}^3/\text{s}$. Esta diferencia entre aguas arriba y aguas abajo del río puede deberse principalmente a la actividad agropecuaria que se tiene en la parte baja del valle del río Tumilaca. El mismo caso se puede observar al río Moquegua tenemos que para el punto MQ-3 ubicado aguas arriba y para el punto 13172RMoque1 ubicado a la mitad aproximada del río, resultados de $0.9594 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.8099 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente y, conforme se va con dirección aguas abajo del río, punto 13172RMoque2 presenta un caudal de $0.7222 \text{ m}^3/\text{s}$.

Esta diferencia entre aguas arriba y aguas abajo del río puede deberse principalmente a la actividad agropecuaria mencionada en el anterior párrafo ya que el río Tumilaca conforme va descendiendo se convierte en el río Moquegua y es justamente en esta parte del valle donde se encuentra influenciado por la actividad agrícola y ganadera de la zona, los cuales hacen uso del cuerpo hídrico y conforme va dirigiéndose hacia la zona baja del río Moquegua se va disminuyendo esta presión que recibe el río teniendo como resultado una recuperación del caudal.

Por último, se ha registrado para el punto de monitoreo 13172Rosmo1, ubicado en el río Osmore, un caudal de $0.8085 \text{ m}^3/\text{s}$.

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de caudal, presentados en las estaciones de monitoreo evaluadas, los cuales presentan los siguientes valores:

Figura 4.33. Resultados de Caudal – Zona de Operaciones



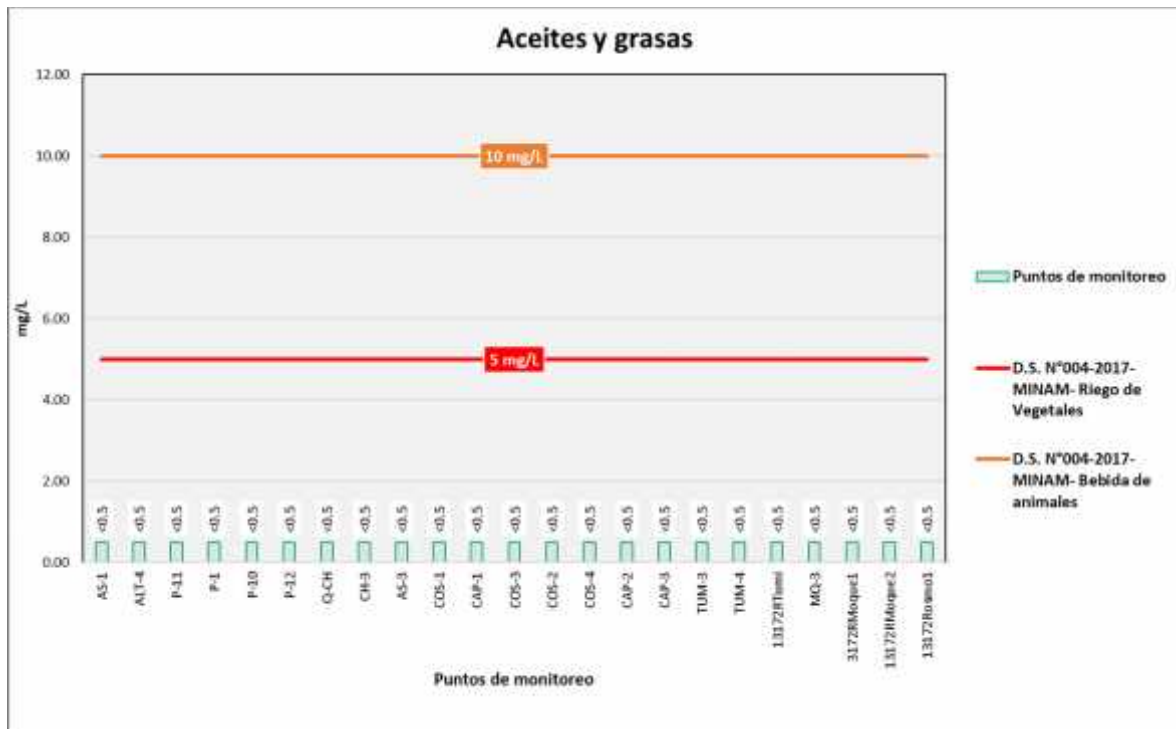
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.2 ACEITES Y GRASAS

Los análisis de aceites y grasas (AyG) procedentes de los puntos de monitoreo arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0,50 mg/L), pudiendo evidenciar valores tan por debajo de dicha detección en los cuerpos de agua evaluados proveniente de aceites domésticos o de efluentes industriales, tal que el parámetro de aceites y grasas es un conjunto de sustancias químicas que no son solubles en agua. Como se puede observar en las siguientes figuras líneas abajo, los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo en la zona de operaciones del proyecto minero Quellaveco se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio (<0.50 mg/l) y, por consiguiente, por debajo del valor establecido de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA AyG = 5.0 mg/L).

Figura 4.34. Resultados de Aceites y Grasas – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

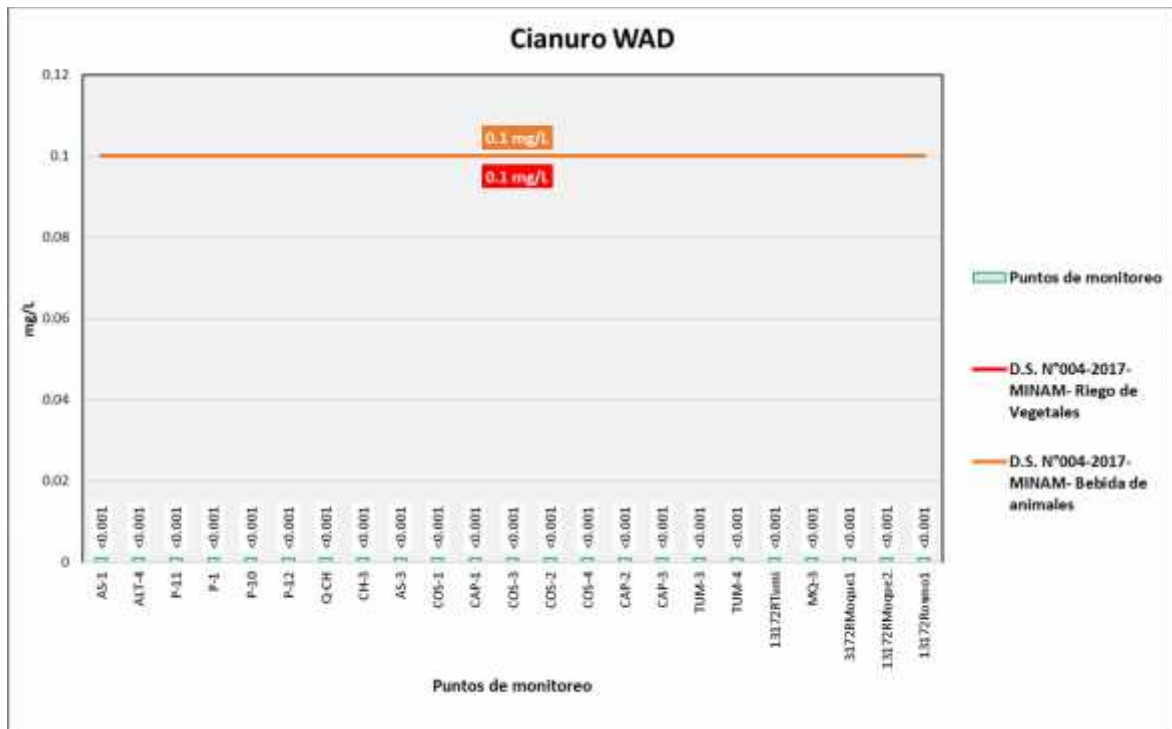
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.3 CIANURO WAD

El parámetro Cianuro WAD es una sustancia que se disocia del complejo de cianuro, usualmente presente con un pH con tendencia a la acidez (valores entre 4 y 5 pH), siendo sus principales fuentes proveedoras de actividad de procesamiento de plata y oro. Es esta misma actividad aurífera la que emite gran cantidad de este parámetro a los cuerpos hídricos dado que es un insumo requerido para la extracción de este mineral.

Los análisis de Cianuro WAD procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cianuro WAD = 0.1 mg/L), pudiendo concluir que en las cuencas de dichos cuerpos de agua no hay indicios de presencia de la actividad aurífera.

Figura 4.35. Resultados de Cianuro WAD – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

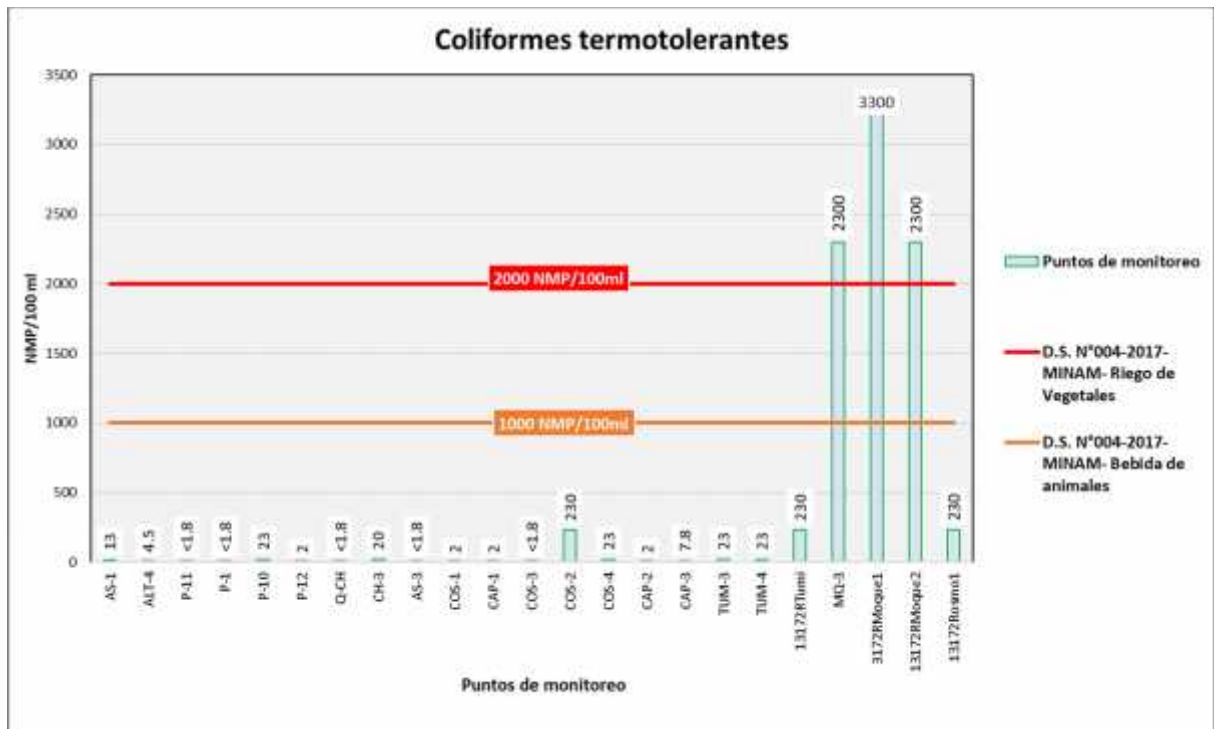
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.4 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Los análisis de Coliformes Termotolerantes procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<1.8 mg/L).

Tal como se muestra en las siguientes figuras, los valores de Coliformes Termotolerantes se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Coliformes Termotolerantes = 1000 NMP/100ml), lo que evidencia una poca presencia de materia fecal o restos de excrementos en los cuerpos hídricos evaluados, a excepción de los puntos de monitoreo MQ3, 13172RMoque1 y 13172RMoque2 ubicados en el río Moquegua, donde se observa valores por encima de la norma, los cuales pueden estar teniendo su origen a la influencia de la actividad antropogénica.

Figura 4.36. Resultados de Coliformes Termotolerantes – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

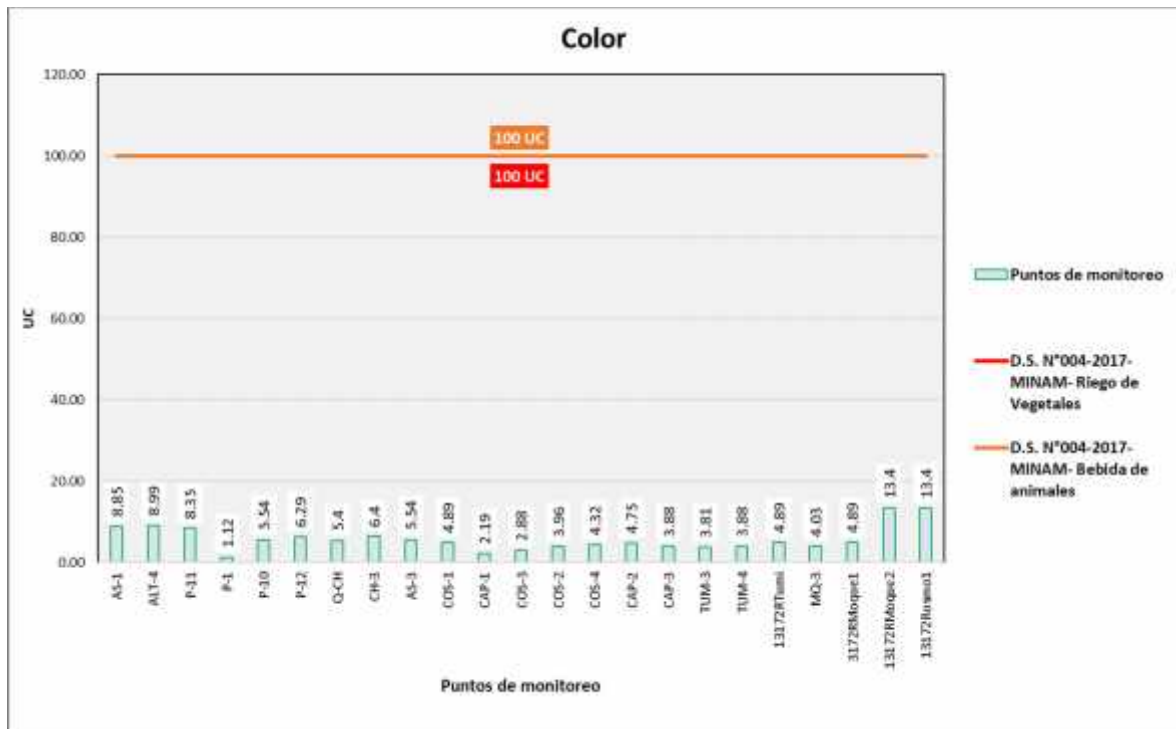
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.5 COLOR

El parámetro color es junto con la turbidez, un indicador de la calidad del agua, dado que nos proporciona características desde el punto de vista organoléptico. Dicho parámetro en las fuentes de agua puede tener su origen por la presencia o cantidad de la materia orgánica, así como la presencia de metales pesados o sustancias que pueden encontrarse disueltas o en suspensión.

La determinación de los resultados de Color procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones arroja valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<5 UC). Asimismo, dichos valores de Color se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Color = 100 UC), lo que evidencia una ausencia de materia orgánica, o en su defecto poca carga orgánica en los cuerpos de agua, así como la ausencia de sustancias disueltas que podrían estar generando una coloración específica en dichos cuerpos hídricos.

Figura 4.37. Resultados de Color –Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

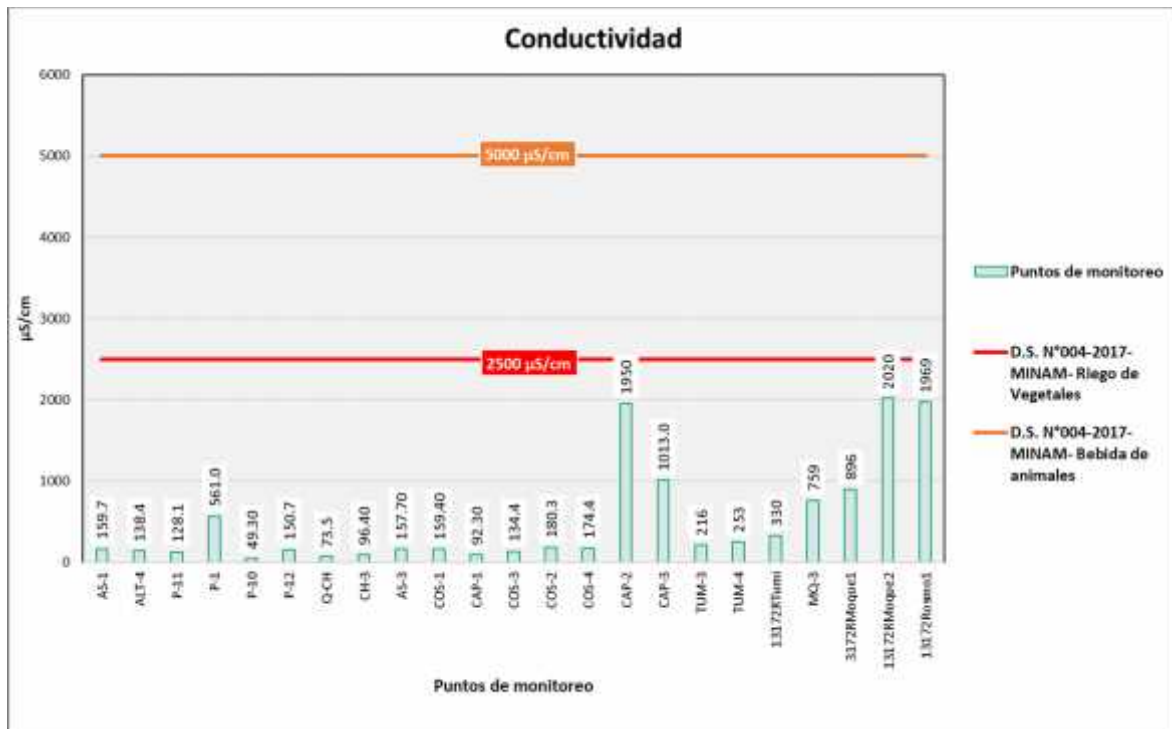
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.6 CONDUCTIVIDAD

Se entiende como conductividad eléctrica a la capacidad del agua para transportar la energía eléctrica, expresada en unidades de CE (Siemens/metro = $\mu\text{S}/\text{m}$). Este parámetro está relacionado directamente con la cantidad proporcional de sales presentes en los cuerpos hídricos, cuya disolución en el agua genera iones capaces de conducir corrientes eléctricas.

Los resultados de Conductividad Eléctrica procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Conductividad Eléctrica = 2 500 $\mu\text{S}/\text{m}$).

Figura 4.38. Resultados de Conductividad – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

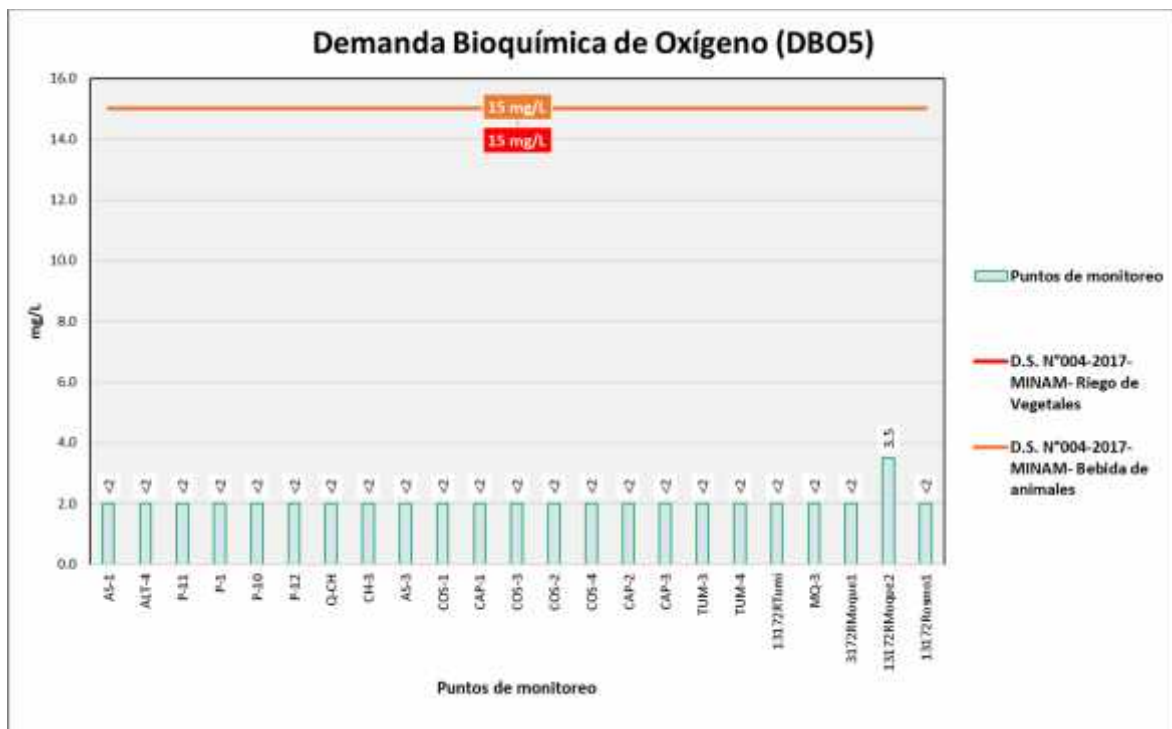
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.7 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)

La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador que sirve para determinar la presencia de contaminantes biológicos en el agua, midiendo los requerimientos de oxígeno que demandan las poblaciones de microorganismos en fuentes hídricas.

Los resultados de DBO₅ procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA DBO₅ = 15 mg/L).

Figura 4.39. Resultados de DBO5 – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

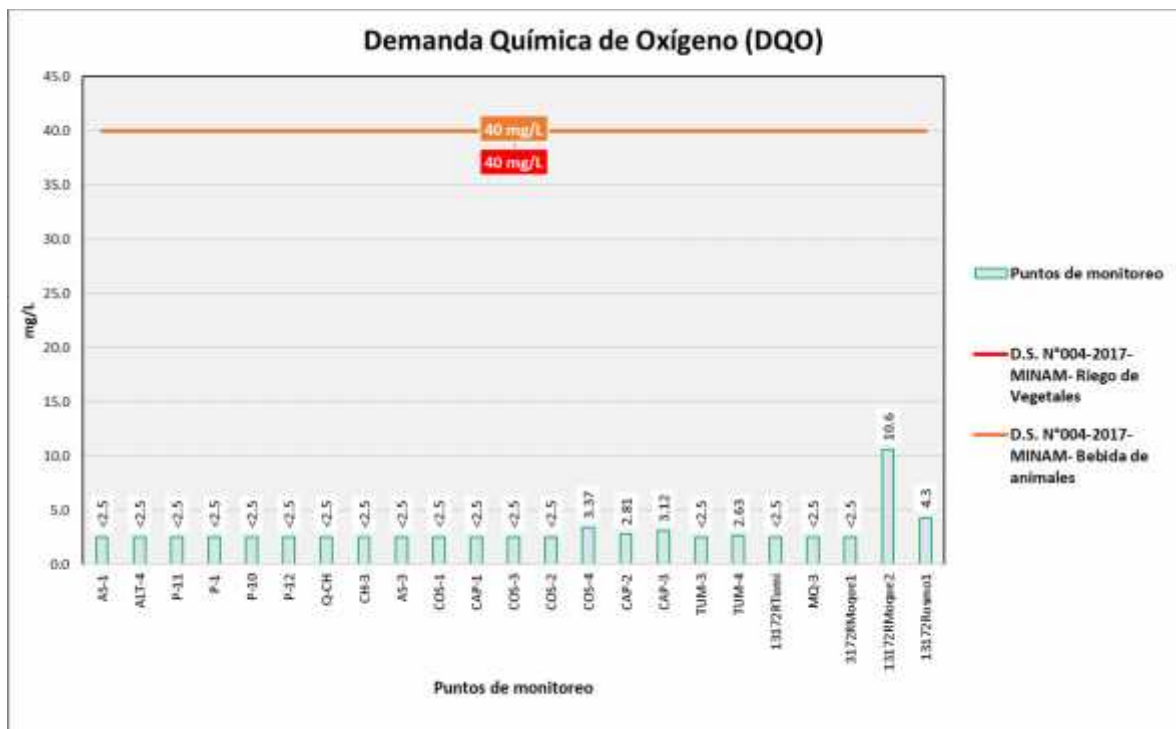
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.8 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Podemos definir a la demanda química de oxígeno (DQO) como la cantidad requerida de oxígeno necesario para la oxidación de la materia orgánica, produciendo como resultado en moléculas de dióxido de carbono y agua. La DQO es una medición indirecta de la cantidad de materia orgánica en una muestra. Con esta prueba, podemos medir prácticamente todos los compuestos orgánicos que requieren un reactivo para pasar por el proceso de digestión.

Los resultados de DQO procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA DQO = 40 mg/L).

Figura 4.40. Resultados de DQO – Zona de Operaciones



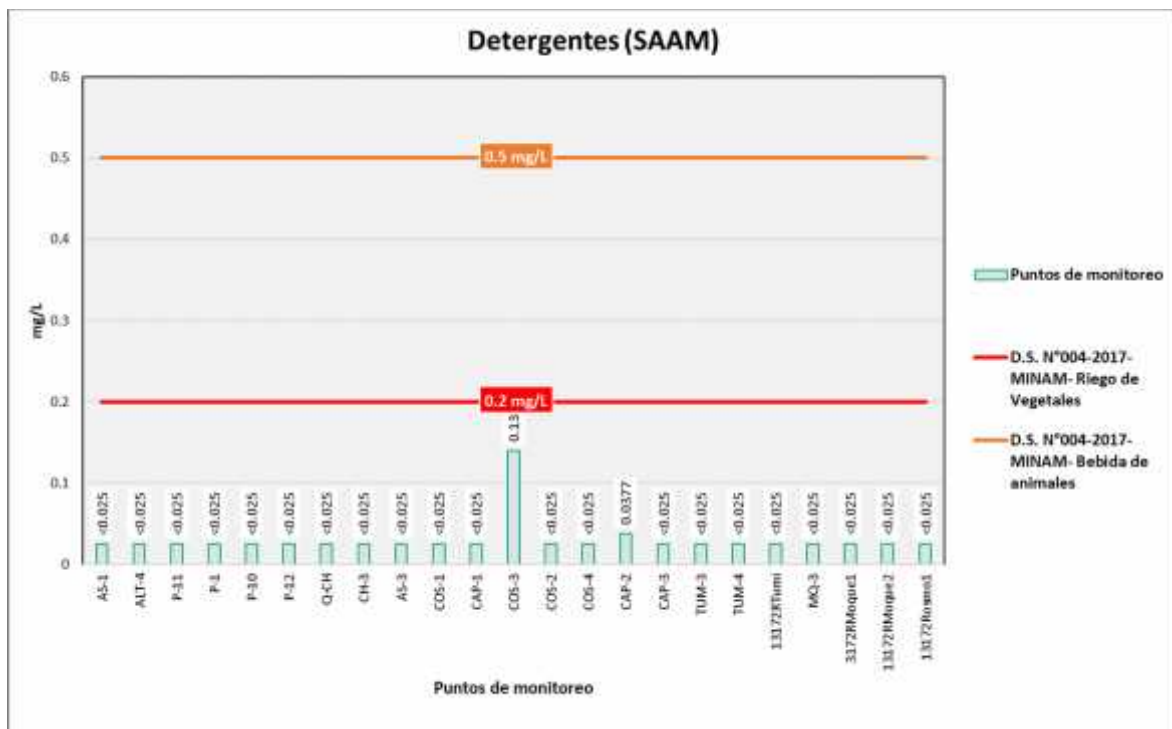
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.9 DETERGENTES (SAAM)

Los resultados de SAAM procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua por Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA SAAM = 0,2 mg/L), lo que nos evidenciaría una ausencia de este contaminante en dichos cuerpos de agua y, por consiguiente, una ausencia de actividades que emplean estas sustancias contaminadoras en el agua.

Figura 4.41. Resultados de SAAM – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

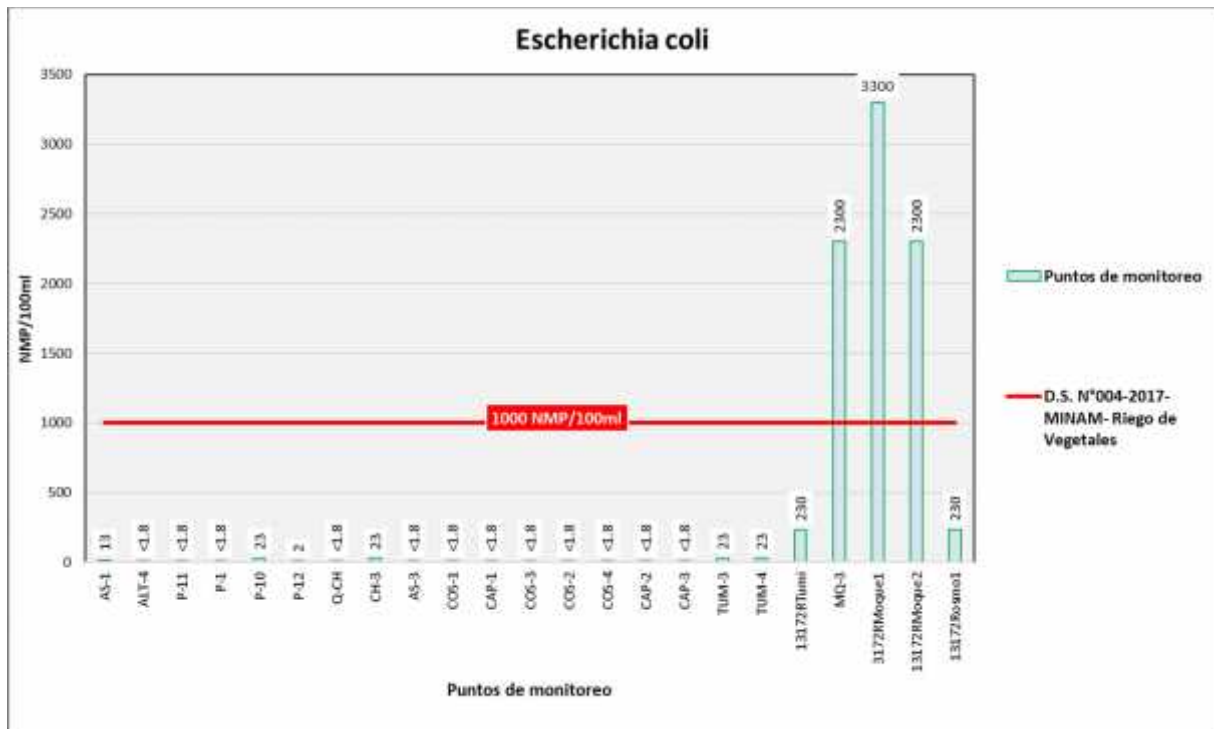
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.10 ESCHERICHIA COLI

De acuerdo con la OMS (2017), la Escherichia coli (abreviado en E. coli) es un tipo de bacteria habitual en los intestinos del ser humano y otros mamíferos. Si bien la gran mayoría de las cepas de esta bacteria son inofensivas, algunas de estas pueden causar grandes enfermedades gastrointestinales producto de la ingesta de alimentos o agua contaminada con esta bacteria. La presencia de esta bacteria en los cuerpos hídricos se debe principalmente a la actividad humana, con la emisión de aguas negras provenientes de los sistemas de alcantarillado o desagüe de las grandes urbes.

Tal como se muestra en la figura líneas abajo, los valores de Escherichia coli se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Escherichia coli = 1 000 NMP/100ml), evidencia una poca presencia de materia fecal o restos de excrementos en los cuerpos hídricos evaluados, a excepción de los puntos de monitoreo MQ3, 13172RMoque1 y 13172RMoque2 ubicados en el río Moquegua, donde se observa valores por encima de la norma, los cuales pueden estar teniendo su origen a la influencia de la actividad antropogénica.

Figura 4.42. Resultados de Escherichia coli – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

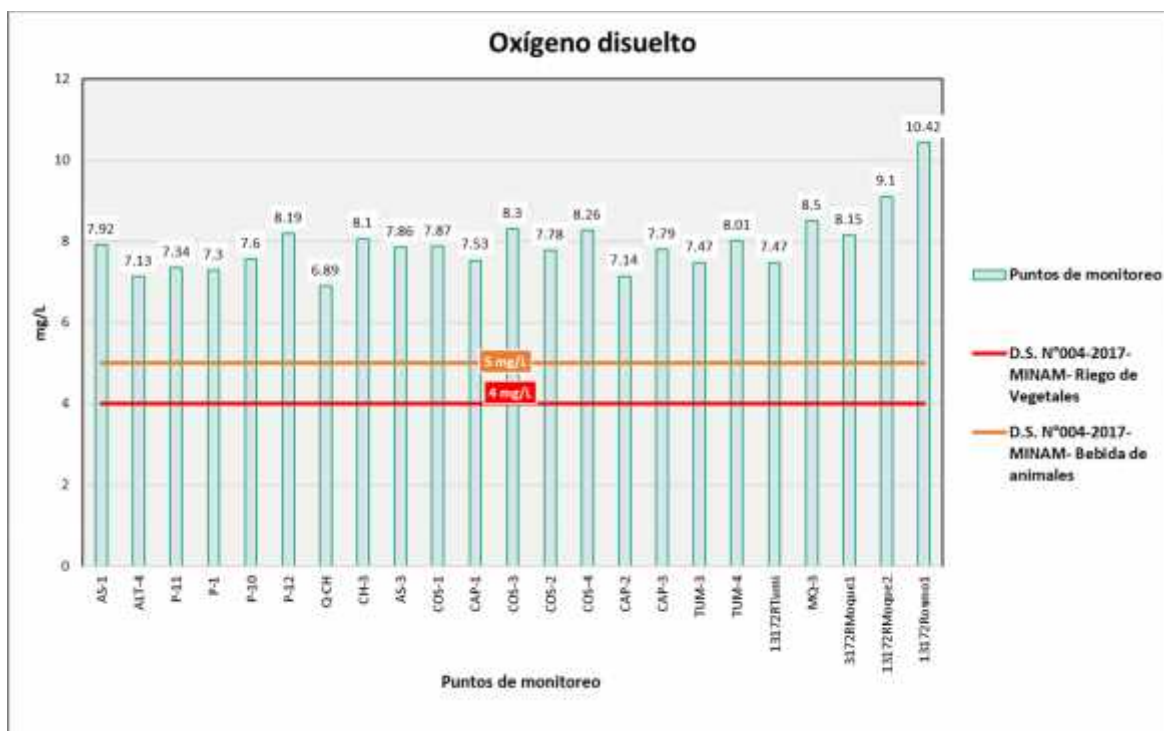
4.1.3.2.11 OXÍGENO DISUELTO

Se define al oxígeno disuelto como la cantidad de oxígeno gaseoso que se encuentra disuelto en las fuentes de agua, siendo este elemento importante para el desarrollo de formas de vida como peces, plantas, algas y otros microorganismos, en otras palabras, nos sirve como un indicador para evaluar la capacidad de las fuentes de agua para mantener estable la presencia de vida acuática.

Este parámetro tiene una relevancia importante para los ecosistemas acuáticos, debido a que cuando su concentración es alta, es más probable que el entorno sea sano y estable, ya que permite mantener diversidad de organismos, mientras que, si su concentración es baja, esta no permite una correcta degradación de la materia orgánica, pudiendo producir a la larga un proceso de eutrofización en los cuerpos de agua.

De acuerdo a las estaciones evaluadas, se aprecia que, en la zona de alta montaña, los resultados obtenidos cumplen con el Estándar de Calidad de Agua, establecidos mediante el D.S. N°004-2017-MINAM.

Figura 4.43. Resultados de Oxígeno Disuelto – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

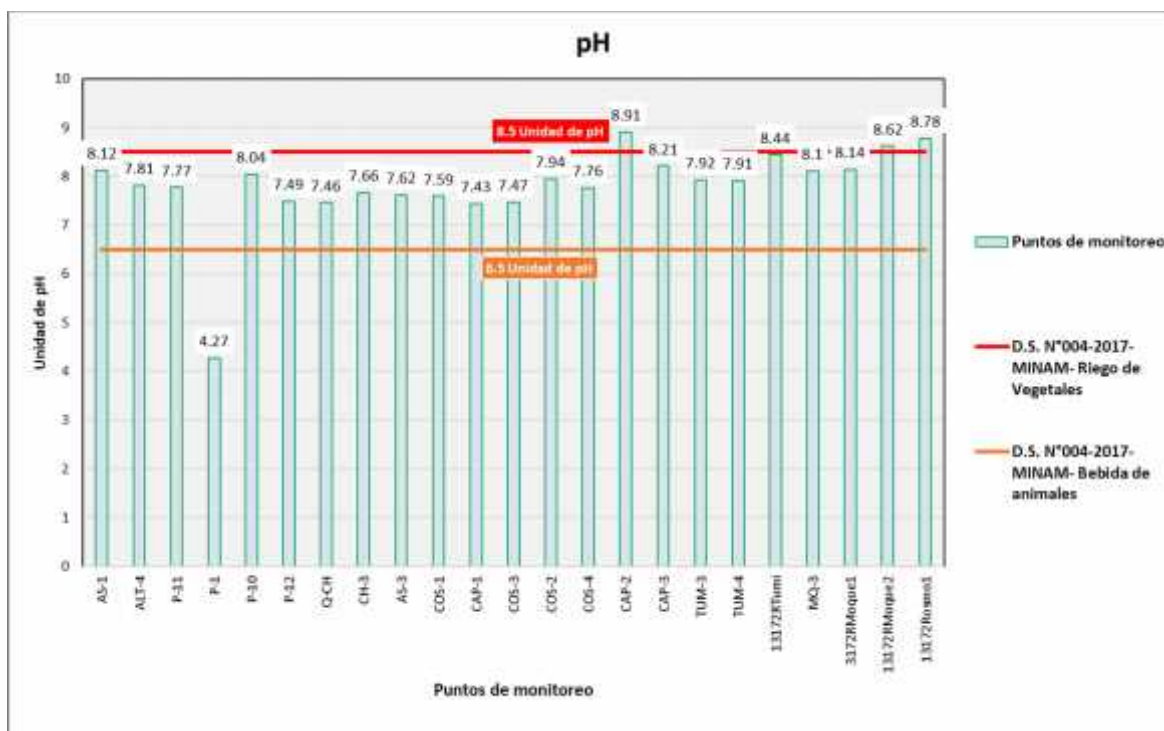
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.12 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)

El potencial de hidrógeno se define como el indicador de la presencia de iones libres del hidrógeno, siendo el resultado de su medición una comparación entre el número de protones (H^+) e iones hidroxilo (H^-), determinando en base a su resultado el nivel de acidez o alcalinidad de los cuerpos de agua. El grado de pH presente en los cuerpos de agua es un indicador importante al momento de determinar el estado de conservación de dichos ecosistemas acuáticos, dado que tiene relevancia en el crecimiento y desarrollo de la vida acuática. La tendencia a acidez o alcalinidad en las fuentes de agua tiene su origen tanto de manera natural como producto de la intervención antrópica producto de vertimientos de actividades industriales.

Asimismo, podemos observar que, los puntos ubicados en el río Huancanane (CAP-2), río Moquegua (13172RMoque2) y el punto ubicado en el río Osmore (13172Rosmo1) se encuentra superando ligeramente el valor establecido en los ECA. Si bien se encuentran superando el estándar es importante mencionar que, el pH de un cuerpo de agua natural (río, lago, laguna, entre otros) oscila entre 8 y 9, por lo que, los resultados obtenidos no representan una afectación al medio acuático. De igual manera para el punto P-1 ubicado en la quebrada Millune que presente un pH bastante ácido por la fuerte mineralización característico de la quebrada.

Figura 4.44. Resultados de pH – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

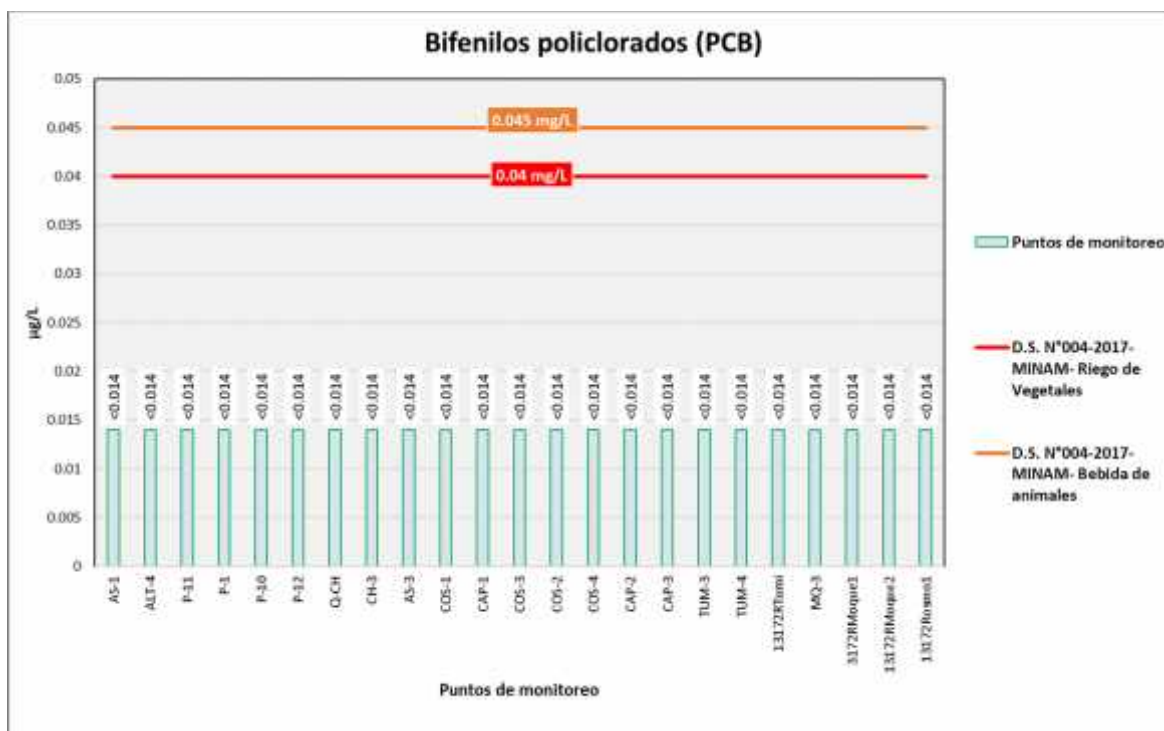
4.1.3.2.13 BIFENILOS POLICLORADOS

Los bifenilos policlorados (también conocidos como PBC), son un grupo o conjunto de compuestos químico orgánicos, de los cuales no se registran evidencias de fuentes naturales, dado que estos ingresan al medio ambiente a través de vías de propagación en la atmósfera o fuentes hídricas, dado que algunos compuestos de PBC son volátiles existiendo así de forma gaseosa en el ambiente.

Estos contaminantes tienen su origen en la utilización como refrigerantes y lubricantes en transformadores, equipos electrónicos, entre otros, paralizando su producción a fines de los años 70's debido a su acumulación en el ambiente y el grado de toxicidad que ocasionan tanto en la salud humana como en seres vivos. Hoy en día, son liberados al medio ambiente producto de la incineración o combustión de desechos electrónicos con contenidos de PCB en su interior.

Los análisis de PCB procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones arrojan valores por encima del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0.045 µg/L), pudiendo evidenciar que los resultados se encuentran por encima de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por encima de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA PCB = 0.040 µg/L).

Figura 4.45. Resultados de PCB – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

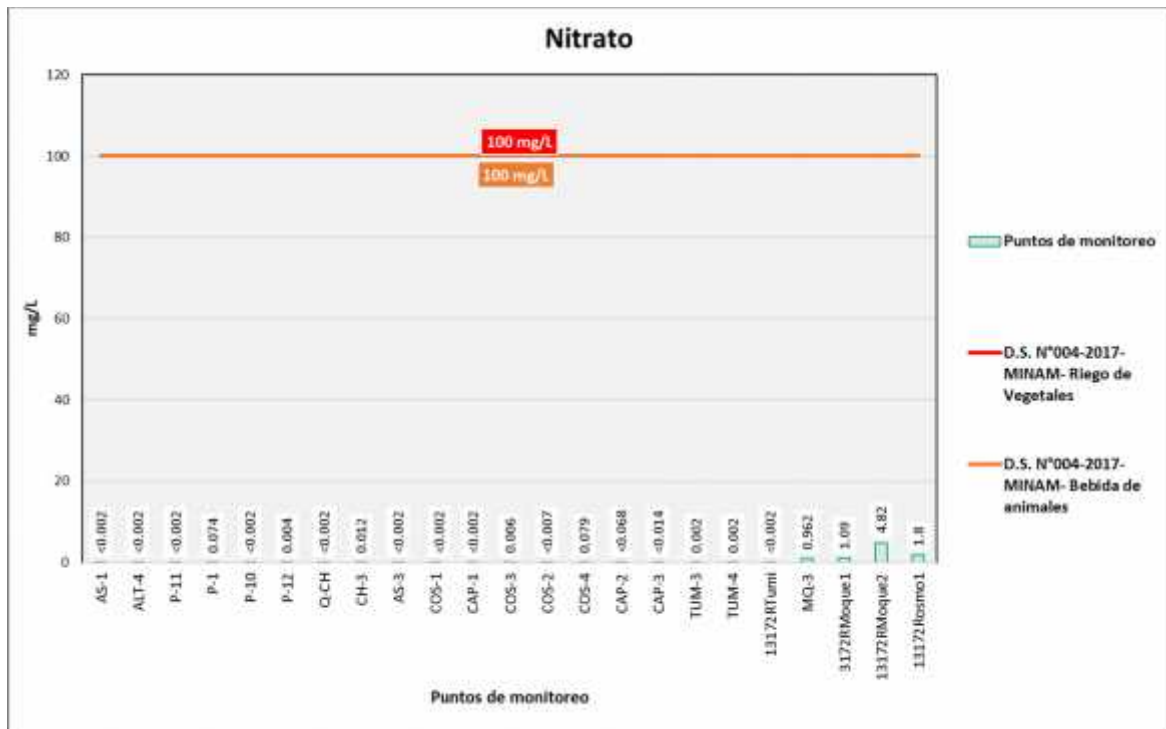
4.1.3.2.14 NITRATOS

El Nitrato (NO_3N) es un contaminante que existe de manera natural proveniente principalmente de las aguas subterráneas y que forma parte del ciclo del nitrógeno. Este contaminante proviene de la oxidación de los nitritos por acción de la bacteria *Nitrobacter*, disminuyendo su nivel de toxicidad y siendo utilizado como una fuente de alimento para organismos vivos.

Si bien este contaminante se encuentra de manera natural en fuentes de agua superficiales y subterráneas, tiende a encontrarse en concentraciones por debajo de los 2 mg/L, lo cual no representa un peligro para el desarrollo y continuidad de la vida acuática. Asimismo, el aumento de los niveles de concentración de este contaminante puede tener su origen en la actividad agrícola y en suelos destinados a la producción ganadera, dado que las fuentes más comunes de nitratos son en fertilizantes, compost, suelos rurales, pozos sépticos, entre otros, pudiendo inferir que, en aquellos cuerpos de agua cercanos a comunidades campesinas que tengan como actividad principal la agricultura y ganadería.

Los valores de Nitratos obtenidos se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Nitratos = 100 mg/L), lo que puede indicar la baja concentración de este contaminante en los cuerpos de agua y una correcta conservación y desarrollo del ambiente acuático.

Figura 4.46. Resultados de Nitratos – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

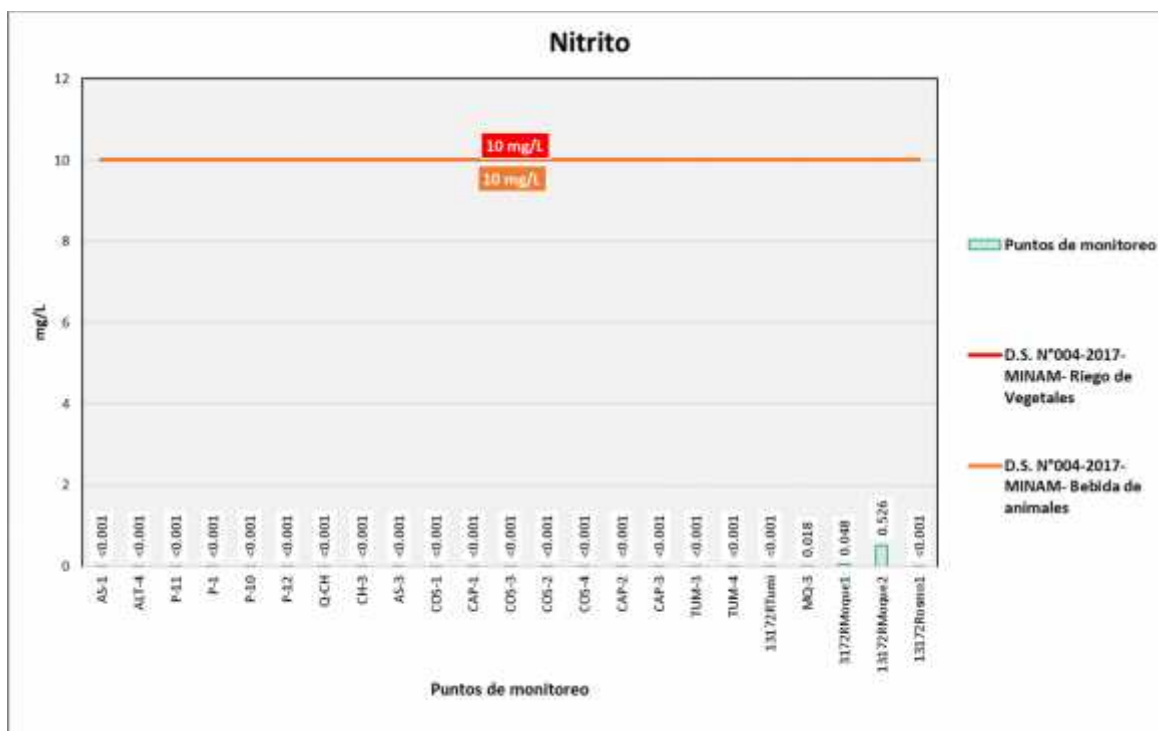
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.15 NITRITOS

Los Nitritos (NO^2N^-) tienen su origen del proceso llamado nitrificación, que consiste en la oxidación de un compuesto de amonio a nitrito a través de la acción de la bacteria denominada *Nitrosoma*. Estos contaminantes a diferencia de los nitratos tienen un nivel alto de toxicidad siendo más perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente si es que se encuentra en altas concentraciones en fuentes naturales de agua. Los efectos en salud por altas concentraciones de nitritos van desde la disminución de la capacidad de transportar oxígeno en el flujo sanguíneo, dado que el nitrito reacciona con la hemoglobina generando un compuesto llamado metahemoglobina, compuesto causante de dicha disminución.

Los valores de Nitritos obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Nitritos = 10 mg/L), lo que puede indicar la baja concentración de este contaminante en los cuerpos de agua y una correcta conservación y desarrollo del ambiente acuático.

Figura 4.47. Resultados de Nitritos – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

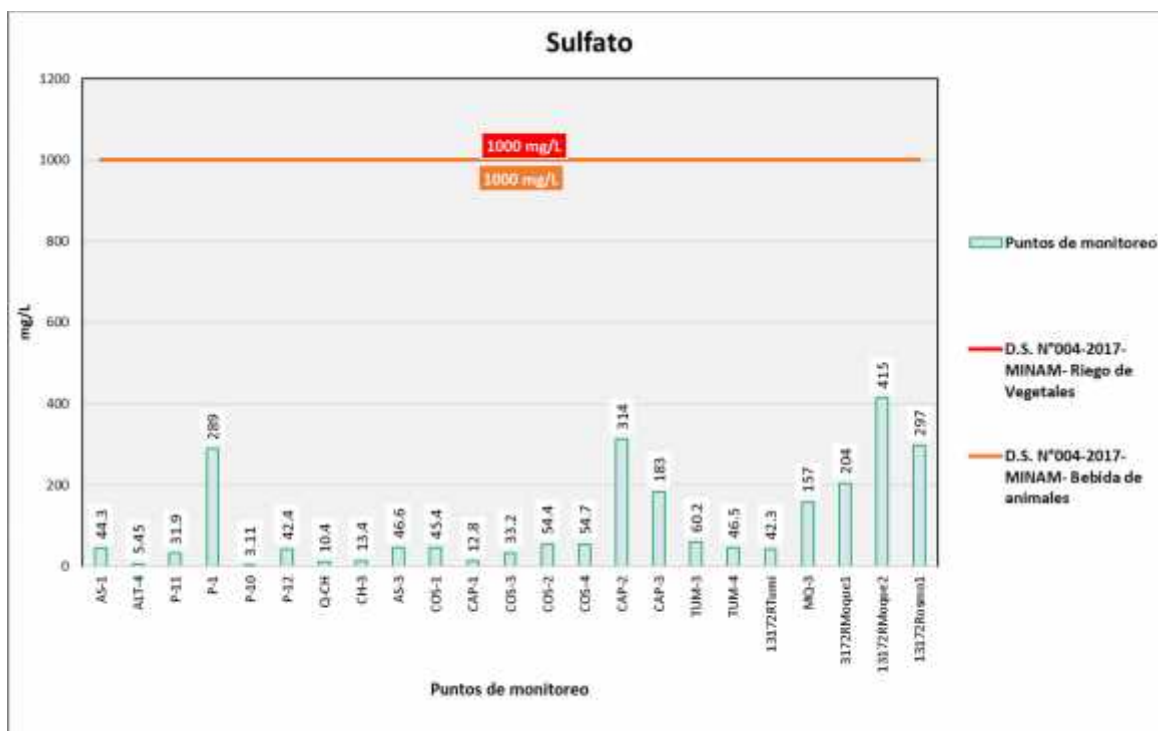
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.16 SULFATOS

Los Sulfatos (SO_4) son compuestos que se encuentran en casi todas las fuentes naturales de agua, teniendo su origen a partir de la oxidación de las menas o rocas con presencia de sulfato, así como la presencia de efluentes industriales o acumulación de residuos proveniente de la actividad industrial. La presencia de este compuesto de manera natural puede deberse a la infiltración de formaciones rocosas o suelos con contenido de minerales sulfatados, que llegan a disolverse en las aguas subterráneas, para posteriormente, llegar a los cuerpos de agua superficiales.

Tal como se muestra en la figura líneas abajo, los valores de Sulfatos obtenidos se encuentran por debajo del valor establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Sulfato = 1 000 mg/l), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua.

Figura 4.48. Resultados de Sulfatos – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

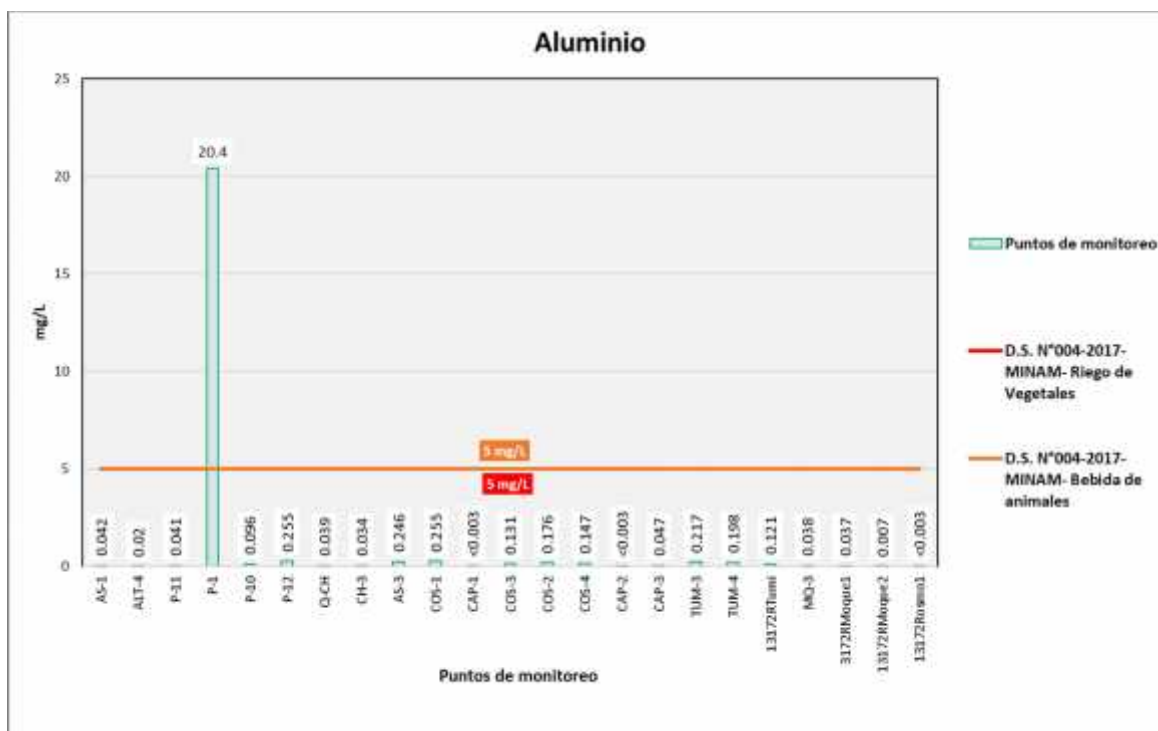
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.17 ALUMINIO

El Aluminio (Al) es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre, constituyendo el 8% de esta. Este metal es un componente natural tanto en las aguas superficiales como en las aguas subterráneas, siendo incluso utilizado como un agente floculante en el tratamiento de aguas, en su composición de Sulfato de Aluminio. La OMS (1997) no reconoce al Aluminio como un agente nocivo para la salud debido a la poca información que existe en torno a la exposición de este componente, así como su velocidad de absorción en el organismo. Sin embargo, la ingesta de este componente natural en grandes concentraciones puede llegar a ocasionar efectos secundarios tales como daños al sistema nervioso central, pérdida de memoria, entre otros.

Los valores de Aluminio (Al) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua por Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Al = 5.0 mg/L), a excepción del punto de monitoreo P-1 (Río Millune), lo que podría indicarnos que en la quebrada existe la presencia de rocas sedimentarias (bauxita) producto de la mineralización de la quebrada.

Figura 4.49. Resultados de Aluminio – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.18 ARSÉNICO

El elemento Arsénico (As) es un componente natural de la corteza terrestre, por lo que, este se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente. Si bien este elemento puede encontrarse de manera natural en el ambiente, generalmente tiene origen en las descargas de efluentes de actividades industriales, dado que el arsénico es utilizado industrialmente para el procesamiento de vidrio, pigmentos, industria textil, en el proceso de curtido de pieles y productos farmacéuticos. Asimismo, de manera natural este elemento puede encontrarse como un componente secundario de varios minerales sulfurados como son la pirita, galena, entre otras rocas ígneas o sedimentarias, pudiendo incrementar las concentraciones del arsénico cuando entra en contacto con los cuerpos de agua.

Los valores de Arsénico (As) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA As = 0.1 mg/L).

Figura 4.50. Resultados de Arsénico – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

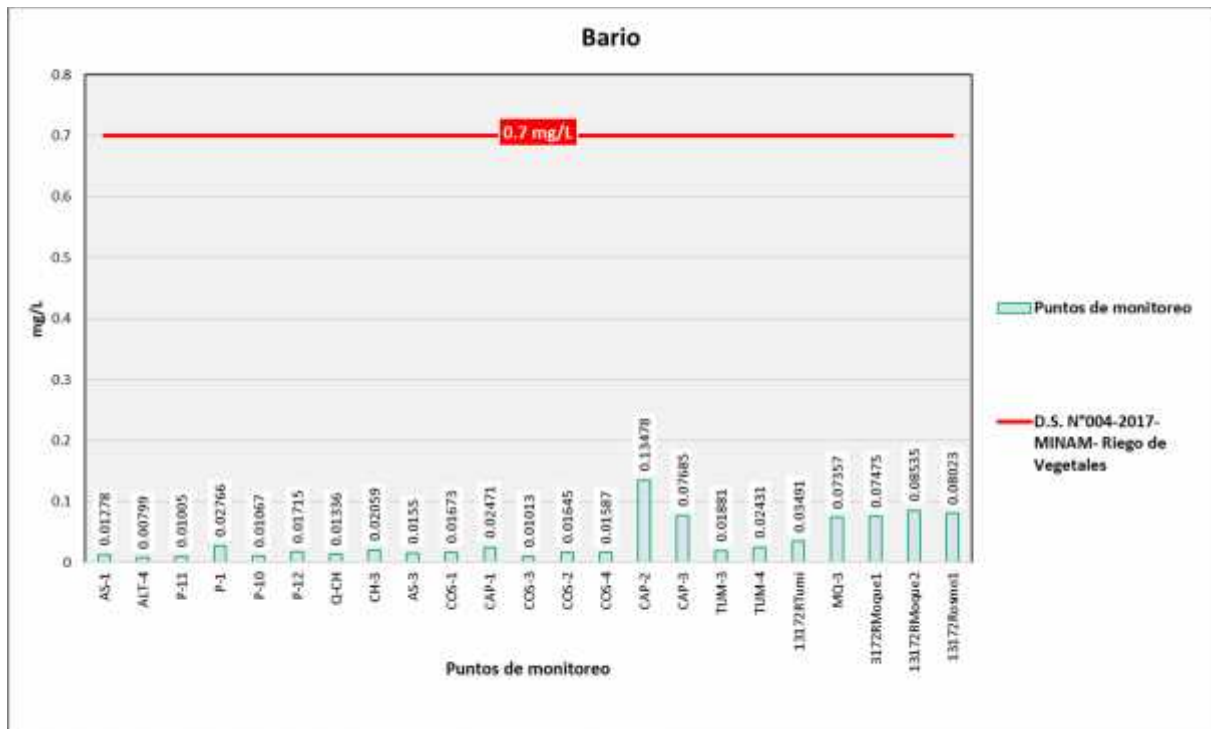
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.19 BARIO

El elemento Bario (Ba) se encuentra presente de manera natural en el medio ambiente, adoptando la forma en diferentes compuestos de bario, siendo la composición de estos compuestos en forma de polvos o cristales, generalmente en depósitos minerales subterráneos. Asimismo, debido a su poca disolución en el agua, es muy probable que el componente bario se encuentre de manera natural en bajas concentraciones en los cuerpos de agua, siendo su principal fuente de contaminación la actividad antrópica, específicamente de actividades como la perforación de pozos petroleros o en la industria de la cerámica.

Los valores de Bario (Ba) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Ba = 0,7 mg/L).

Figura 4.51. Resultados de Bario – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

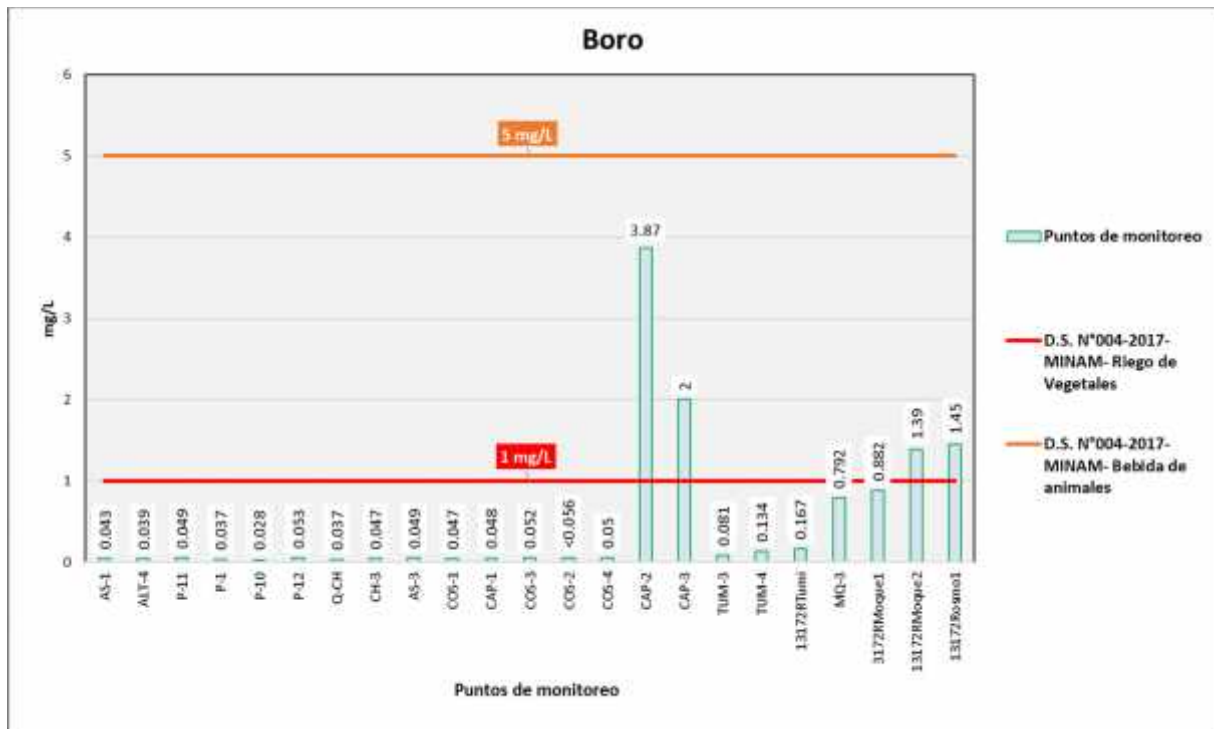
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.20 BORO

El Boro (B) es un elemento que existe en el ambiente de manera natural, se puede encontrar generalmente en los océanos, en rocas sedimentarias, en el carbón y en algunos casos se encuentra presente en suelos. La presencia de este elemento en las fuentes de agua se da producto de la meteorización de rocas con concentraciones de boro o por influencia de la actividad geotérmica tales como erupciones volcánicas o aguas termales. Asimismo, puede tener su origen producto de la acción de las actividades industriales ya que se encuentra contenido en fertilizantes y herbicidas. Si bien el boro es un elemento que para las plantas es considerado como un nutriente esencial, estas solo requieren una cantidad específica para su crecimiento óptimo, por lo que, las altas concentraciones de boro pueden ocasionar efectos como dificultad para el desarrollo de plantas, asimismo, para ciertos organismos dentro de los ecosistemas acuáticos puede resultar nocivo en las primeras etapas de su desarrollo como en el caso de peces.

Los valores de Boro (B) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA B = 1 mg/L) a excepción de los puntos de muestreo 13172ROSMO1 y 13172RMOQUE2 debido a influencia antropogénica.

Figura 4.52. Resultados de Boro – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

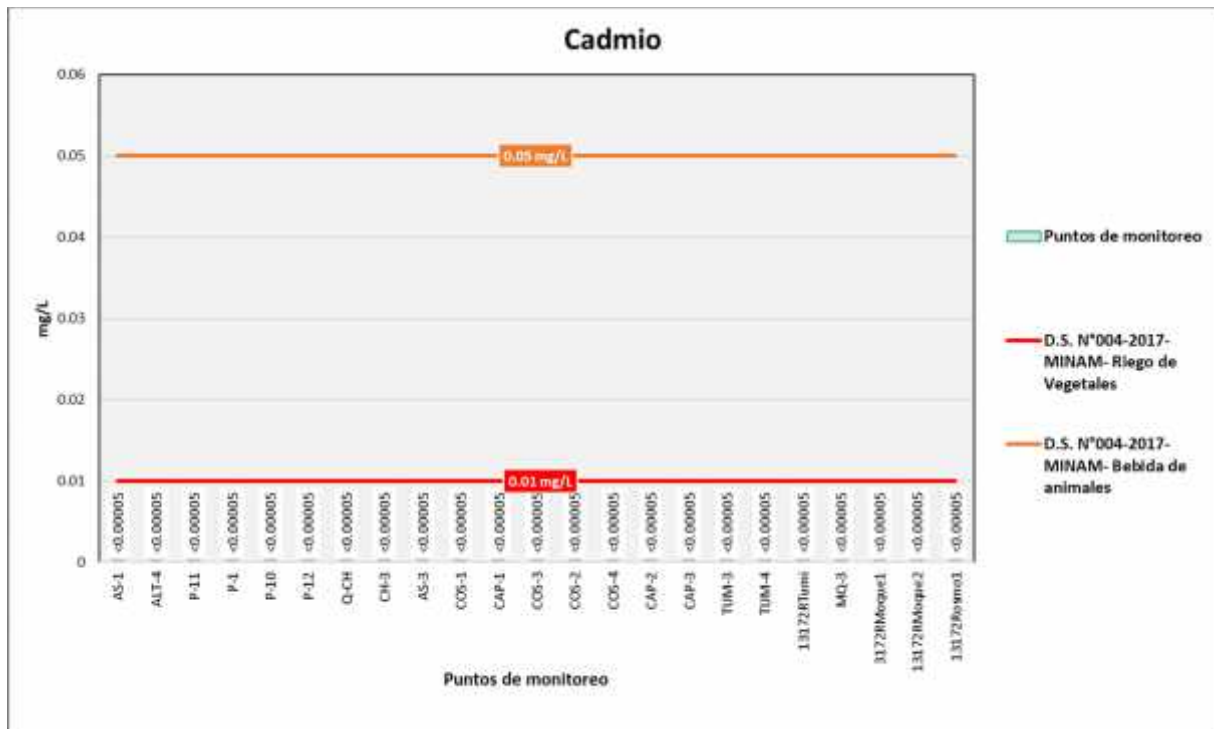
4.1.3.2.21 CADMIO

A diferencia de los otros metales evaluados, el Cadmio (Cd) no se encuentra usualmente de manera natural en el medio ambiente, siendo mayor el número de compuestos de cadmio que son arrojados por actividades industriales tales como la minería (principal fuente de los efluentes de esta actividad), en la producción y uso de fertilizantes fosfatados, entre otras.

La presencia natural de este elemento en el agua tiene su principal fuente en el desgaste de rocas y erosión de rocas con presencia de cadmio, así como la deposición de polvo con contenido de dicho elemento proveniente de emisiones de contaminantes industriales.

Los análisis de Cadmio procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0.0001 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cd = 0.01 mg/L).

Figura 4.53. Resultados de Cadmio – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

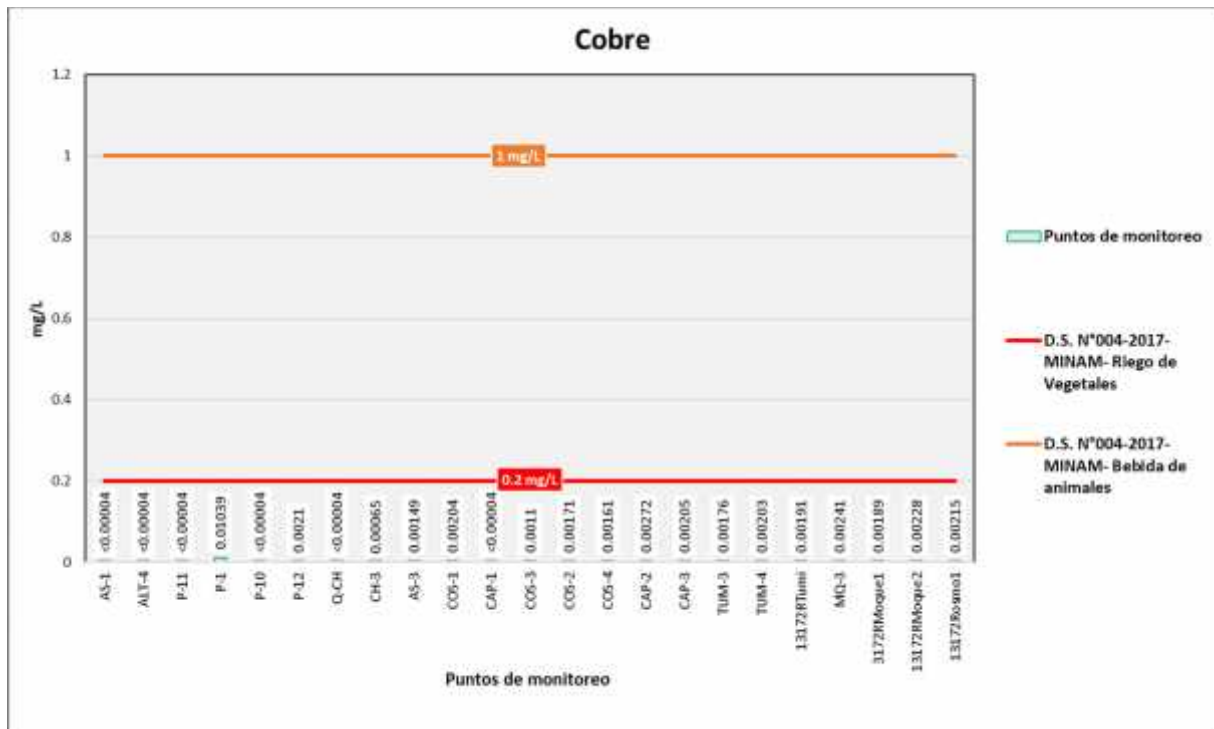
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.22 COBRE

El cobre (Cu) se encuentra de manera natural en fuentes de agua, sedimentos y suelos, específicamente en este último dado que concentraciones bajas de este elemento en los suelos representa una baja aptitud para el desarrollo de actividades agrícolas intensivas. Asimismo, dicho elemento en condiciones naturales no representa un efecto nocivo para el medio ambiente.

Los valores de Cobre (Cu) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cu = 0.2 mg/L).

Figura 4.54. Resultados de Cobre – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

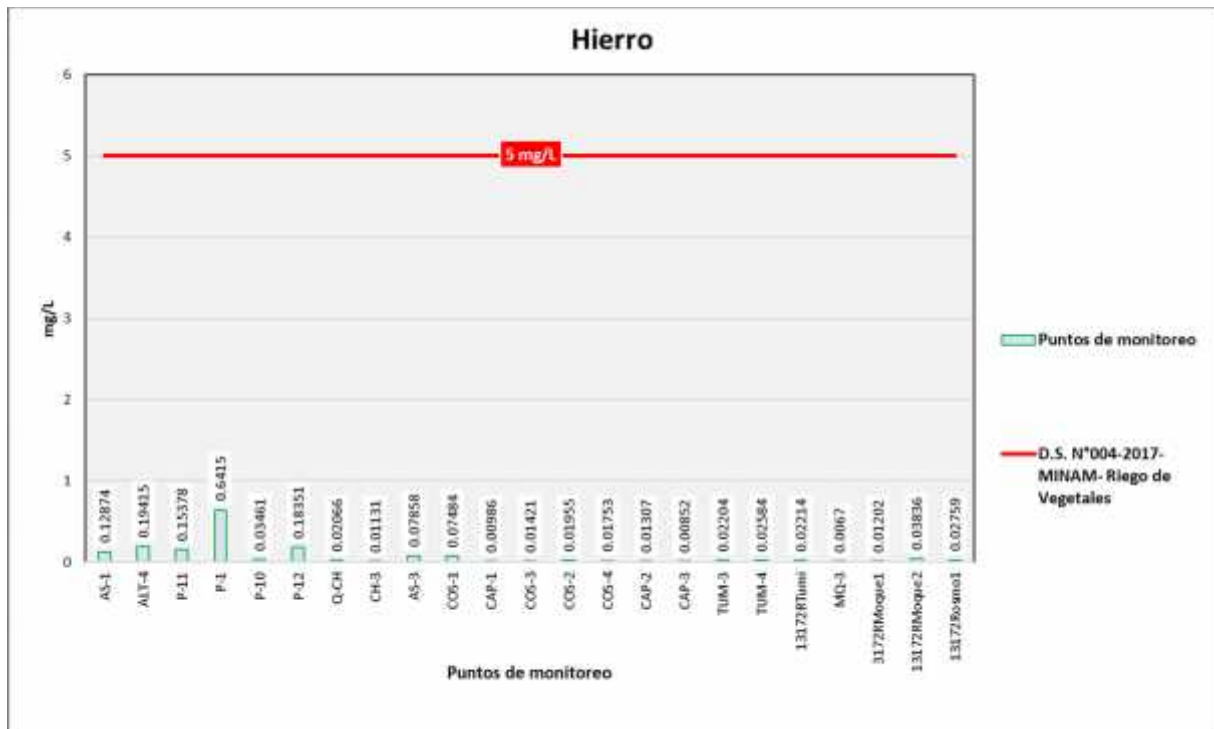
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.23 HIERRO

El Hierro (Fe) es un elemento químico metálico de color blanco siendo el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre. Este elemento se encuentra de manera natural en pocas concentraciones en las fuentes de aguas superficiales producto de la disolución de las rocas y minerales que contienen dicho elemento en su composición, mientras que, en las aguas subterráneas presentan mayores concentraciones de este elemento debido a que la materia orgánica absorbe el oxígeno disuelto presente en el recurso hídrico, ocasionando que a mayor carga orgánica existe mayor concentración de hierro produciendo asociaciones y complejos entre ellos.

Los valores de hierro (Fe) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Fe = 5,0 mg/L).

Figura 4.55. Resultados de Hierro –Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

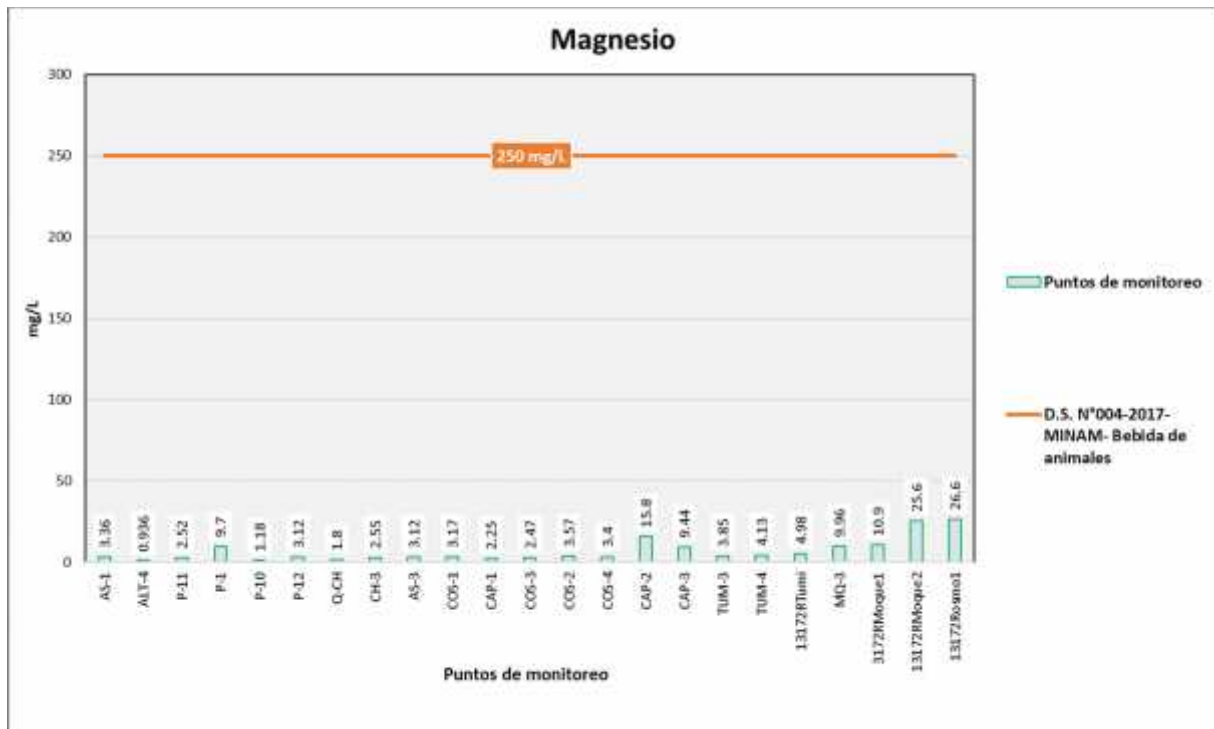
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.24 MAGNESIO

El magnesio (Mg) es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, representando un 2% de esta, así como también es el tercer elemento más abundante en las aguas de los cuerpos marino – costeros, encontrándose en la naturaleza en componentes orgánicos e inorgánicos.

Los valores de magnesio (Mg) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Mg = 250 mg/L).

Figura 4.56. Resultados de Magnesio – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

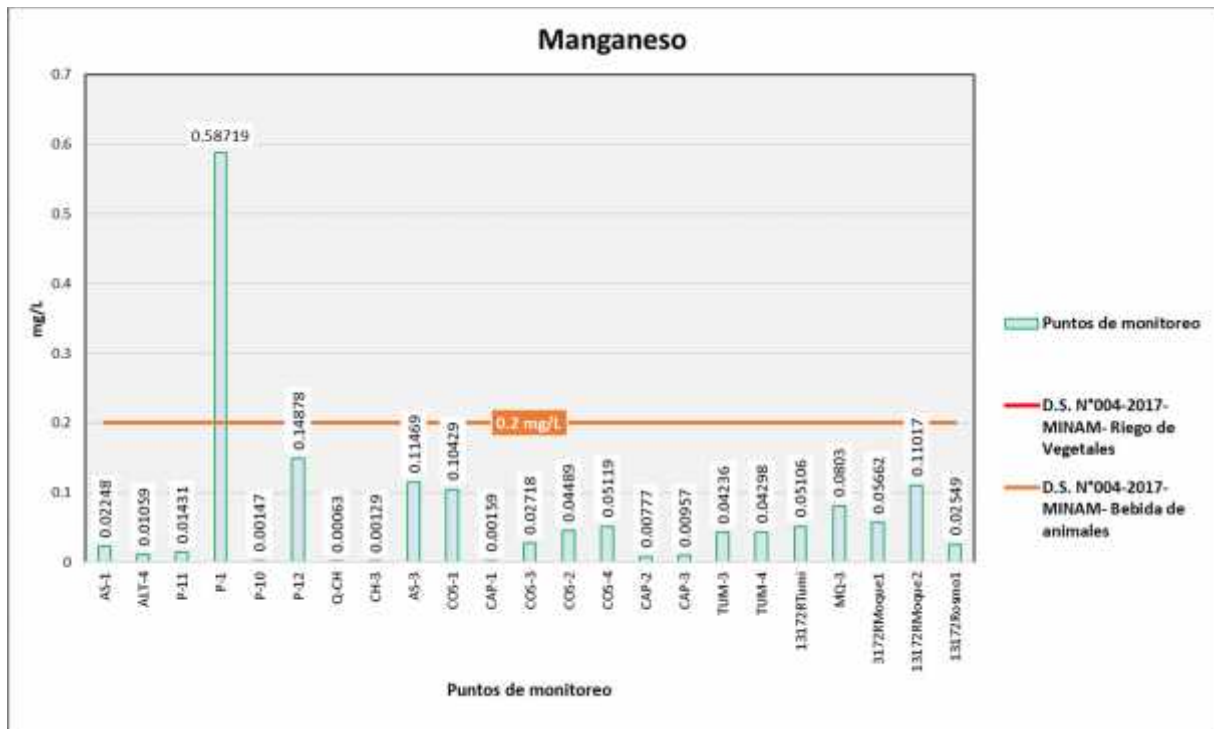
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.25 MANGANESO

El manganeso (Mn) es una sustancia natural que se encuentra en diversos tipos de rocas. El manganeso puro es un metal de color plateado; sin embargo, en la naturaleza no se le encuentra en forma pura, sino combinado con otras sustancias tales como oxígeno, azufre y cloro. El manganeso es un elemento traza necesario para mantener buena salud. Los compuestos del manganeso (Mn) existen de forma natural en el ambiente como sólidos en suelos y pequeñas partículas en el agua. Las partículas de manganeso en el aire están presentes en las partículas de polvo. Estas usualmente se depositan en la tierra en unos pocos días.

Los valores de manganeso (Mn) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Mn = 0,2 mg/L), sin embargo, las concentraciones halladas en el Punto P-1 correspondiente al quebrada Millune se encuentran excediendo el valor establecido en los ECA para agua, debiéndose este incremento por la fuerte mineralización de la quebrada.

Figura 4.57. Resultados de Manganeso – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

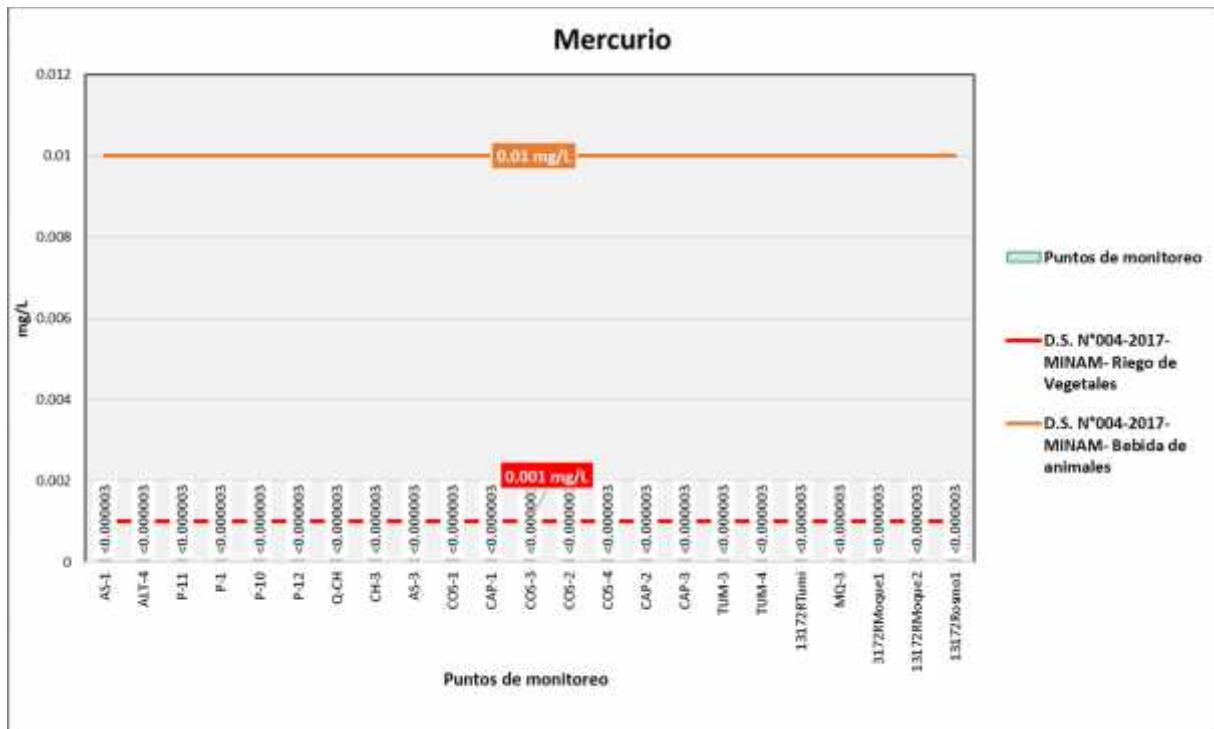
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.26 MERCURIO

El mercurio es un metal pesado, plateado, ubicuo y líquido a temperatura ambiente. En su forma pura se lo conoce como mercurio elemental (Hg). Actualmente un contaminante de relevancia mundial. Es un importante tóxico ambiental con gran impacto sobre la salud humana ya que ocasiona daños irreversibles en el sistema nervioso central, principalmente en las etapas de mayor vulnerabilidad.

Los análisis de Mercurio procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0.0001 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Hg = 0.001 mg/L).

Figura 4.58. Resultados de Mercurio – Zona de Operaciones



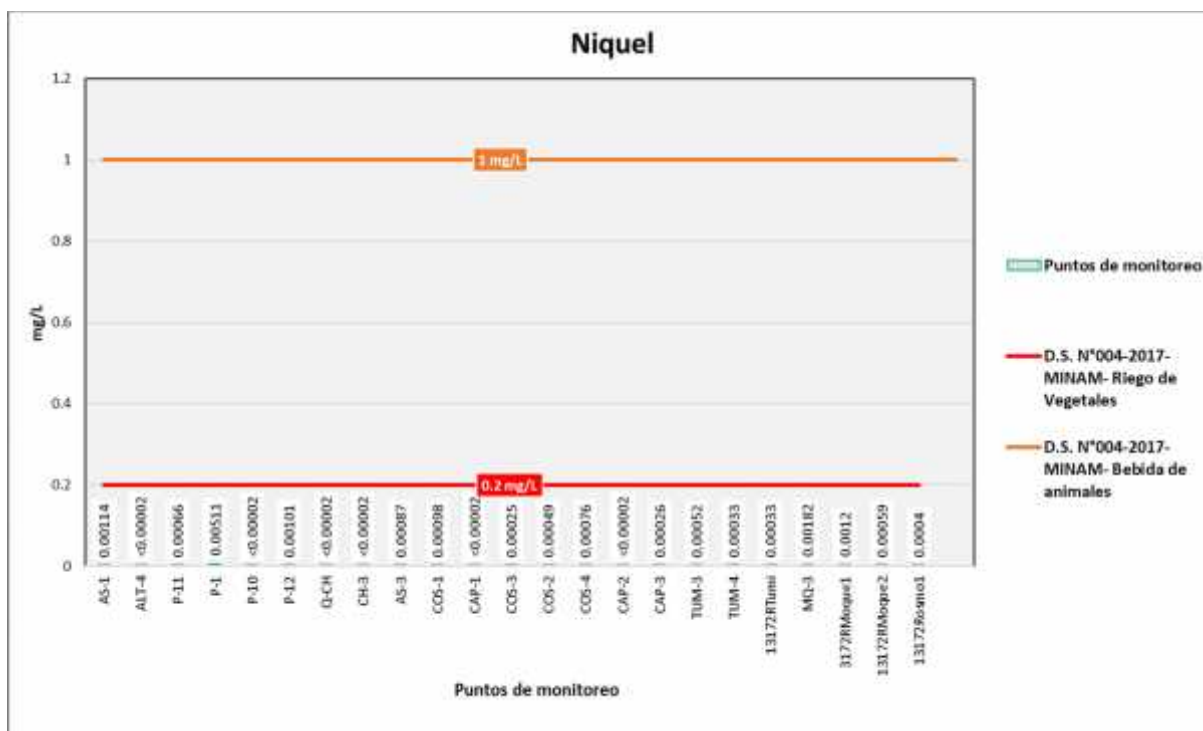
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.27 NIQUEL

Los valores de níquel (Ni) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua por Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Ni = 0.2 mg/L).

Figura 4.59. Resultados de Níquel – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

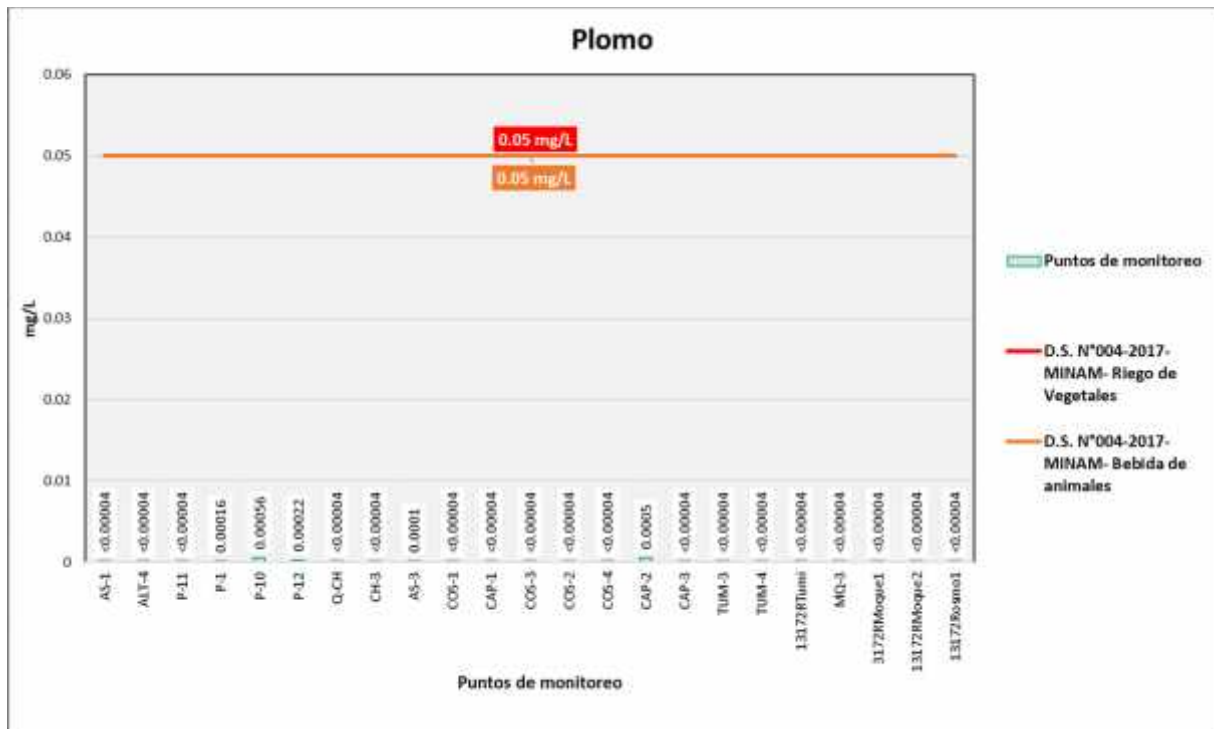
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.28 PLOMO

El plomo es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública. Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y gasolinas con plomo. Más de tres cuartas partes del consumo mundial de plomo corresponden a la fabricación de baterías de plomo-ácido para vehículos de motor. Sin embargo, este metal también se utiliza en muchos otros productos, como pigmentos, pinturas, material de soldadura, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes cerámicos, artículos de joyería y juguetes, así como en algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales.

Los valores de plomo (Pb) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua por Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Pb = 0.05 mg/L).

Figura 4.60. Resultados de Plomo – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

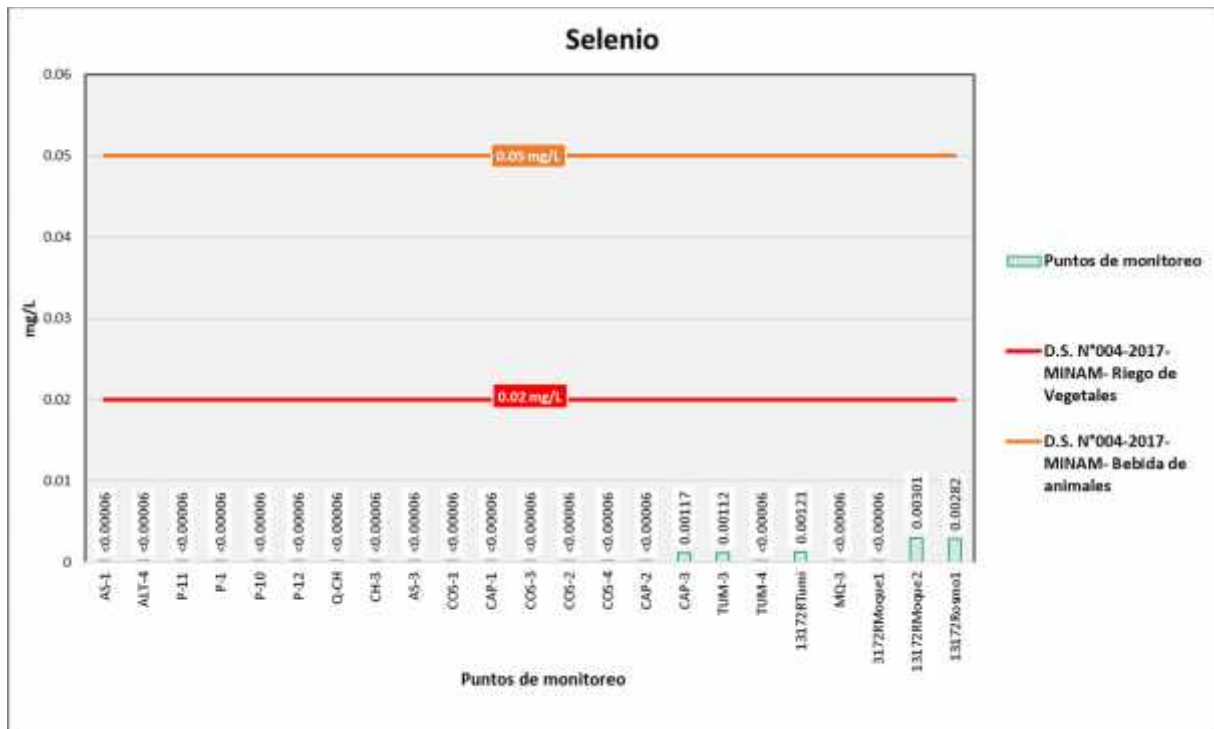
4.1.3.2.29 SELENIO

El selenio (Se) se presenta naturalmente en el medio ambiente. Es liberado tanto a través de procesos naturales como de actividades humanas. En su forma natural el selenio como elemento no puede ser creado ni destruido, pero tiene la capacidad de cambiar de forma.

Bajos niveles de selenio pueden terminar en suelos o agua a través de la erosión de las rocas. Será entonces tomado por las plantas o acabará en el aire cuando es absorbido en finas partículas de polvo. Es más probable que el selenio entre en el aire a través de la combustión de carbón y aceite, en forma de dióxido de selenio.

Los valores de selenio (Se) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Se = 0,02 mg/L).

Figura 4.61. Resultados de Selenio – Zona de Operaciones



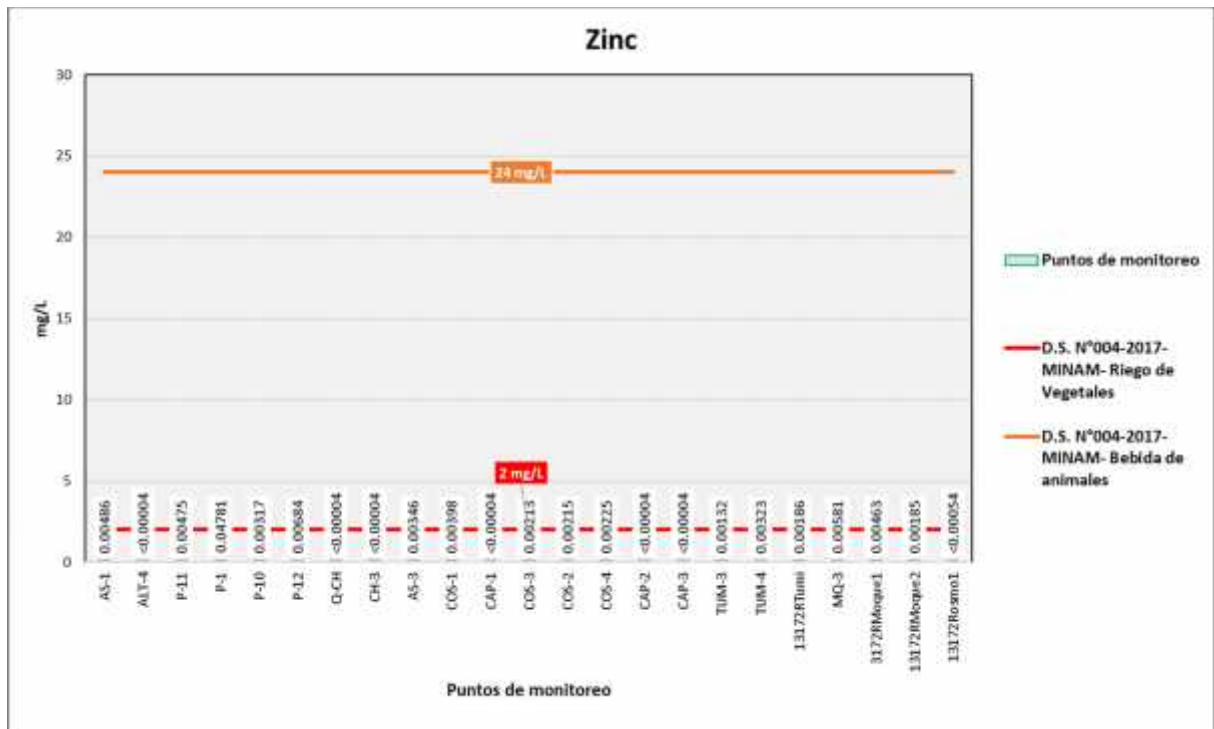
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.2.30 ZINC

Los valores de Zinc (Zn) obtenidos en los puntos de monitoreo en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Zn = 24.0 mg/L).

Figura 4.62. Resultados de Zinc – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

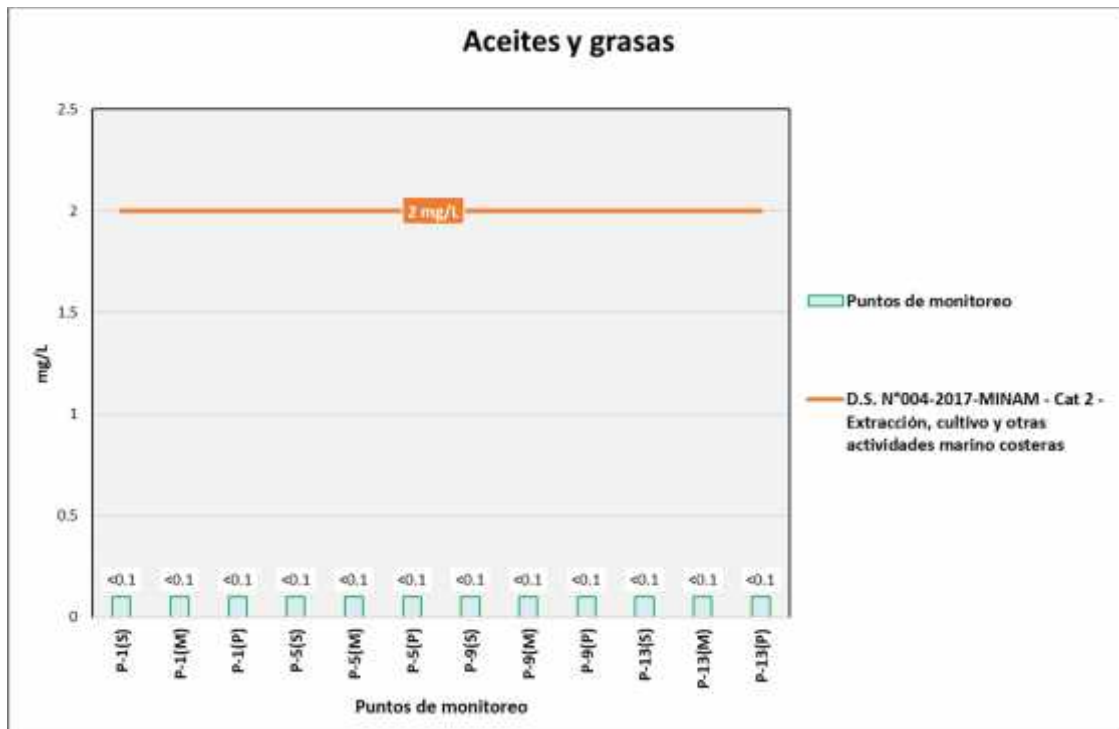
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.3 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA DE MAR

4.1.3.3.1 ACEITES Y GRASAS

Como se puede observar en las siguientes figuras líneas abajo, los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo en la zona de operaciones del proyecto minero Quellaveco se encuentran por debajo del valor establecido de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua mar (ECA AyG = 2.0 mg/L).

Figura 4.63. Resultados de Aceites y Grasas – Zona Marítima



Fuente: CERPER, 2022.

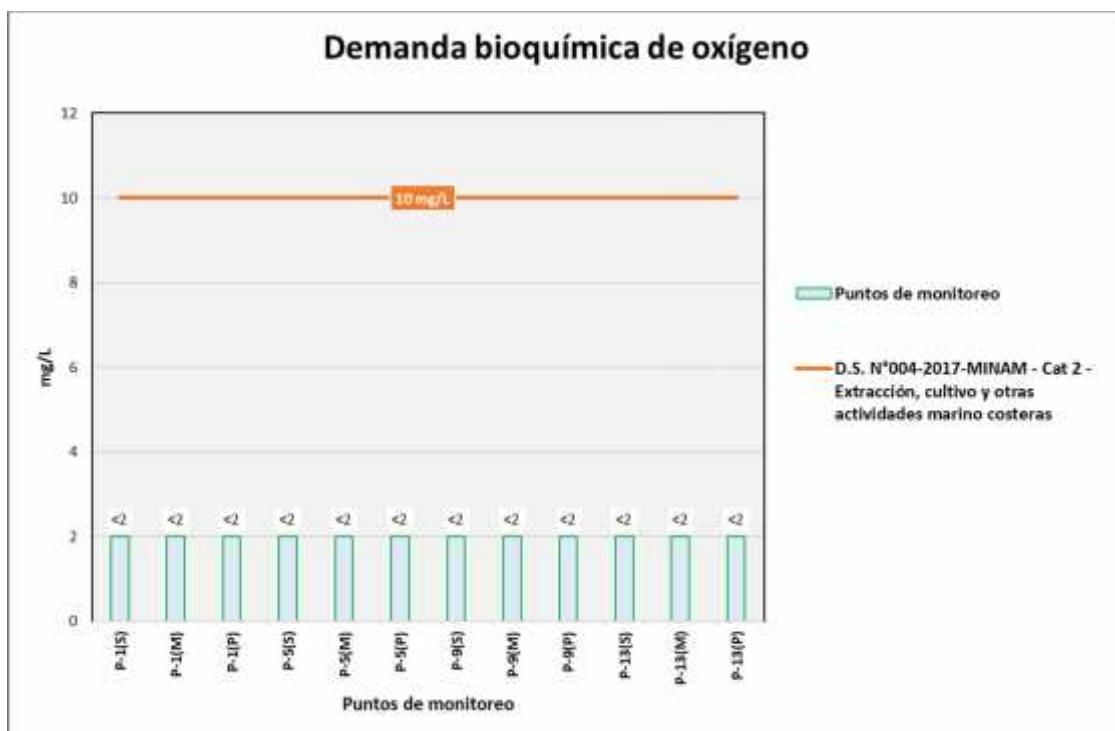
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.3.2 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)

La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador que sirve para determinar la presencia de elementos biológicos en el agua, midiendo los requerimientos de oxígeno que demandan las poblaciones de microorganismos en fuentes hídricas.

Los resultados de DBO₅ procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua de mar (ECA DBO₅ = 10 mg/L).

Figura 4.64. Resultados de DBO5 – Zona Marítima



Fuente: CERPER, 2022.

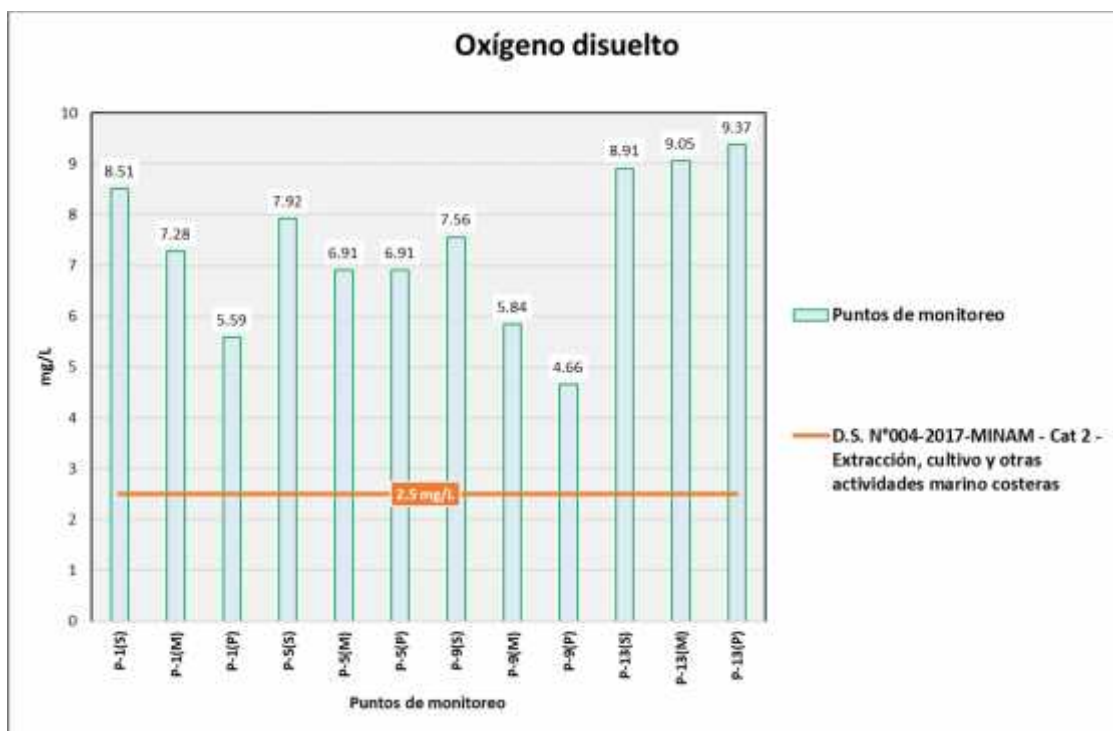
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.3.3 OXÍGENO DISUELTO

Se define al oxígeno disuelto como la cantidad de oxígeno gaseoso que se encuentra disuelto en las fuentes de agua, siendo este elemento importante para el desarrollo de formas de vida como peces, plantas, algas y otros microorganismos, en otras palabras, nos sirve como un indicador para evaluar la capacidad de las fuentes de agua para mantener estable la presencia de vida acuática. En las zonas marítimas observaremos que conforme se va descendiendo en profundidad los valores de oxígeno disminuyen, producto de las condiciones de temperatura y pH que van igualmente van descendiendo y, por ende, son menores las especies que habitan a grandes profundidades.

Tal como se muestra en la siguiente figura, los valores de Oxígeno Disuelto se encuentran por encima de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA OD = $\geq 2,5$ mg/L), lo que evidencia una buena oxigenación en los cuerpos de agua evaluados.

Figura 4.65. Resultados de Oxígeno Disuelto – Zona Marítima



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

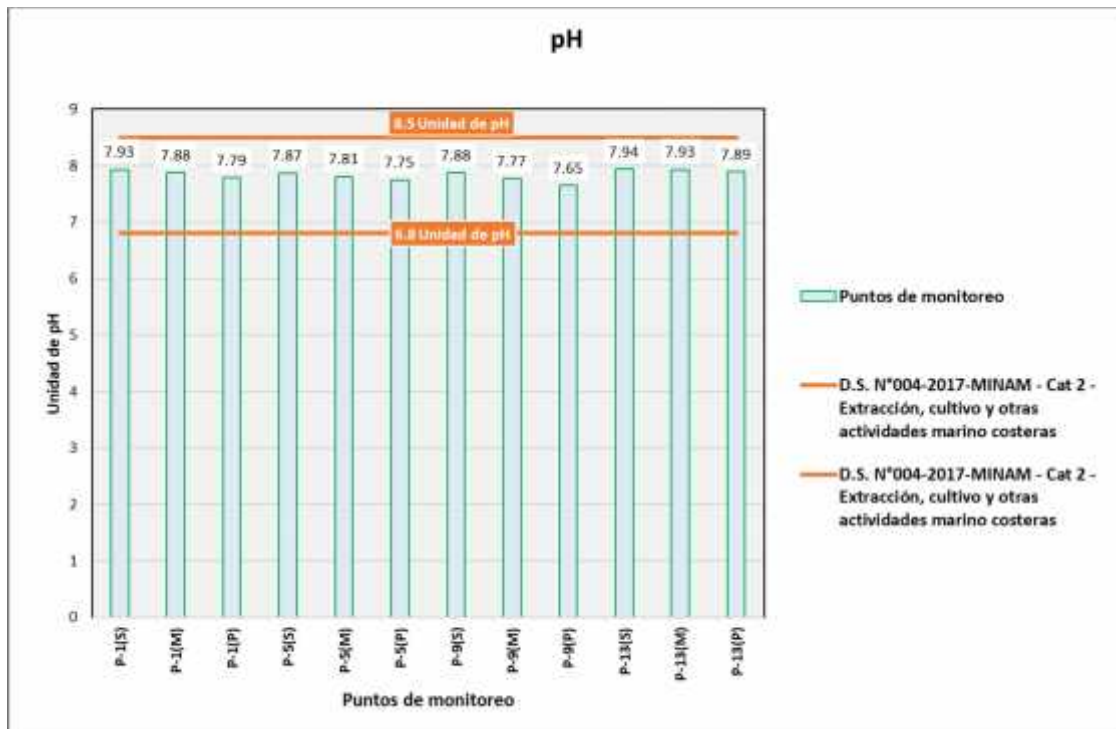
4.1.3.3.4 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)

El potencial de hidrógeno se define como el indicador de la presencia de iones libres del hidrógeno, siendo el resultado de su medición una comparación entre el número de protones (H^+) e iones hidroxilo (H^-), determinando en base a su resultado el nivel de acidez o alcalinidad de los cuerpos de agua.

El grado de pH presente en los cuerpos de agua es un indicador importante al momento de determinar el estado de conservación de dichos ecosistemas acuáticos, dado que tiene relevancia en el crecimiento y desarrollo de la vida acuática. La tendencia a acidez o alcalinidad en las fuentes de agua tiene su origen tanto de manera natural como producto de la intervención antrópica producto de vertimientos de actividades industriales.

Tal como se muestra en las figuras líneas abajo, los valores de pH obtenidos se encuentran en el rango normal establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Aguade mar (ECA pH = 6.5 – 8.5), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua. No obstante, el punto de monitoreo P-1 presenta una tendencia de acidez producto de la mineralización de la quebrada Millune, lo cual hace que no esté cumpliendo con los ECA para Agua.

Figura 4.66. Resultados de pH – Zona Marítima



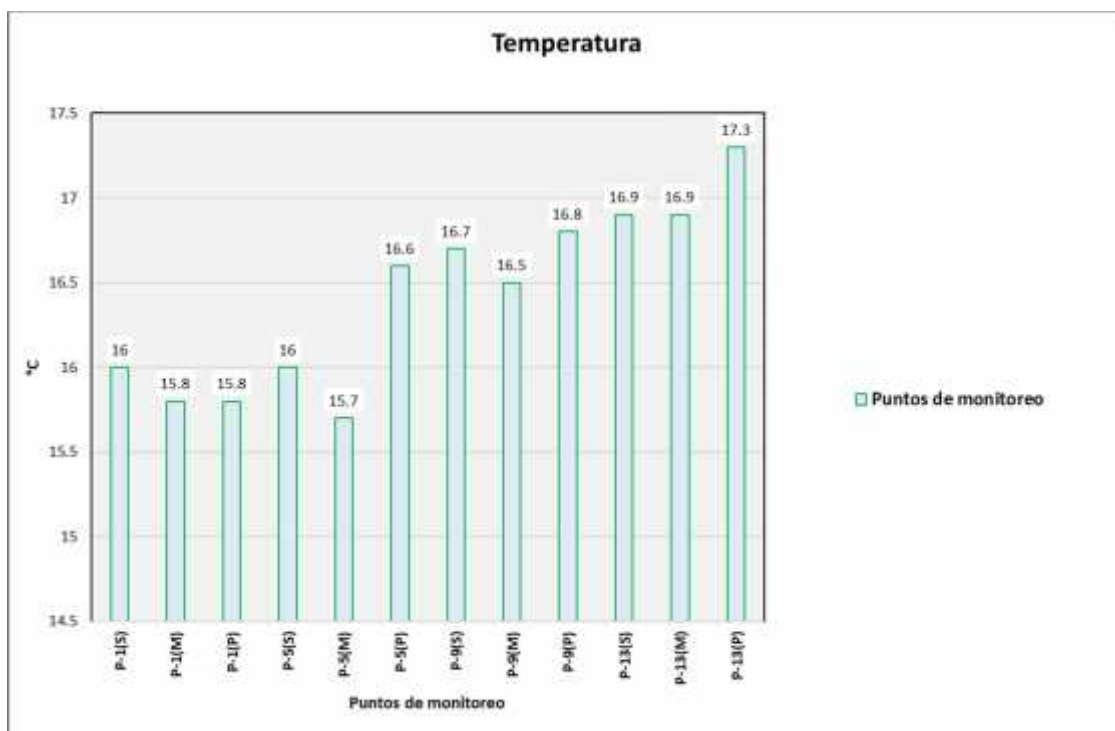
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.3.5 TEMPERATURA

Los resultados de temperatura registrados en los puntos de monitoreos de calidad de agua de mar evidencian valores normales propios de las zonas de altura evidenciando rangos entre 15,5 °C y 18,0 °C, siendo el punto P-9 con los registros más altos de temperatura en sus tres niveles de medición (superficial, medio y fondo).

Figura 4.67. Resultados de temperatura – Zona Marítima



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

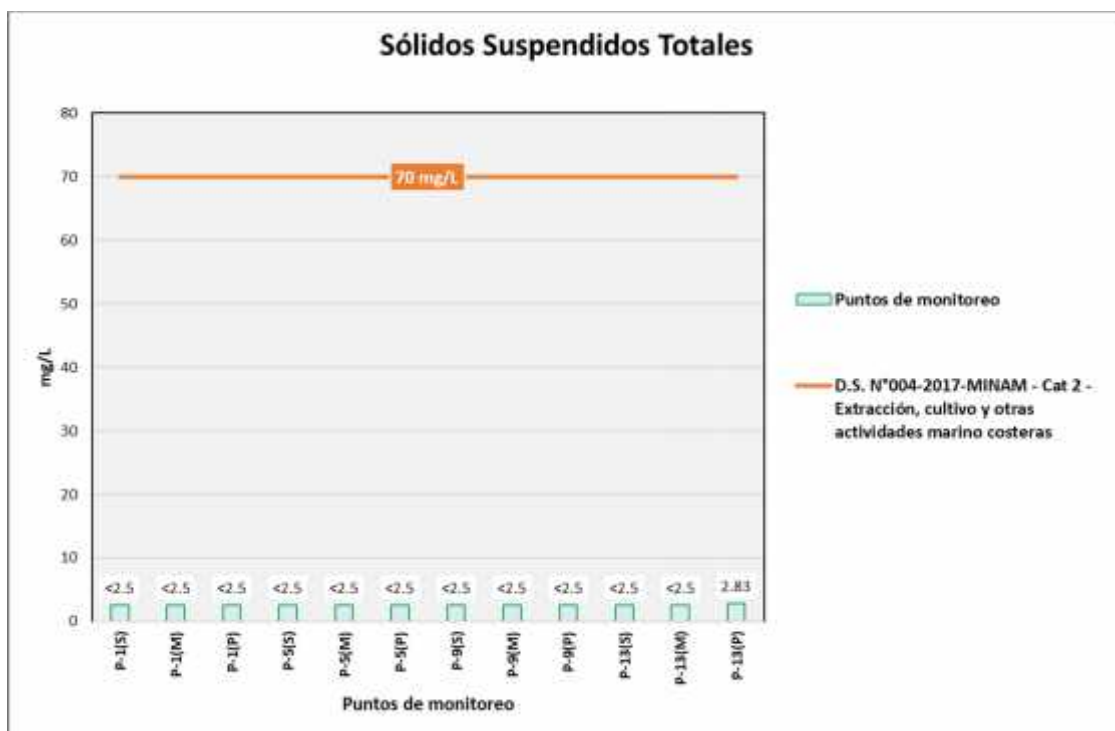
4.1.3.3.6 SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Las aguas naturales contienen tres tipos de sólidos no sedimentables: suspendidos, coloidales y disueltos. Los sólidos suspendidos son transportados gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua; los más pequeños (menos de 0.01 mm) no sedimentan rápidamente y se consideran sólidos no sedimentables, y los más grandes (mayores de 0.01 mm) son generalmente sedimentables.

Los sólidos coloidales consisten en limo fino, bacterias, partículas causantes de color, virus, etc., los cuales no sedimentan sino después de periodos razonables, y su efecto global se traduce en el color y la turbiedad de aguas sedimentadas sin coagulación. Los sólidos disueltos, materia orgánica e inorgánica, son invisibles por separado, no son sedimentables y globalmente causan diferentes problemas de olor, sabor, color y salud, a menos que sean precipitados y removidos mediante métodos físicos y químicos.

Tal como se muestra en la siguiente figura, los valores de Sólidos Suspendidos Totales obtenidos en los diferentes puntos de monitoreo se encuentran en el rango normal establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA SST = 70 mg/L), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua.

Figura 4.68. Resultados de SST – Zona Marítima



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

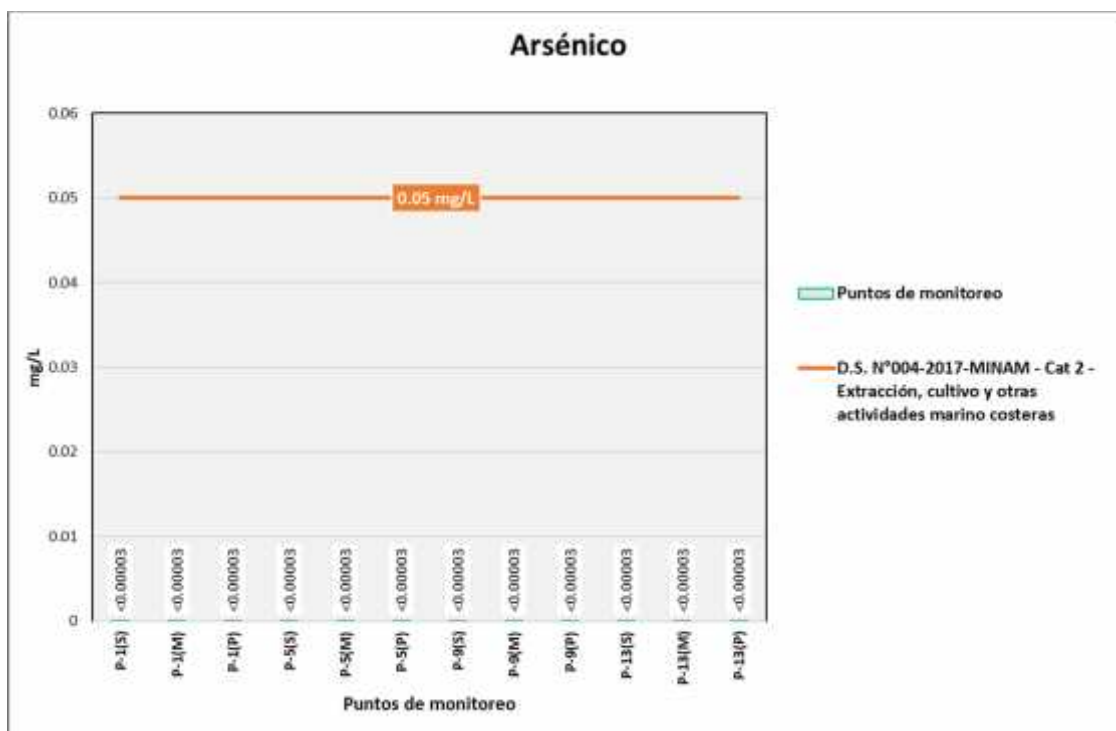
4.1.3.3.7 ARSÉNICO

El elemento Arsénico (As) es un componente natural de la corteza terrestre, por lo que, este se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente. Si bien este elemento puede encontrarse de manera natural en el ambiente, generalmente tiene origen en las descargas de efluentes de actividades industriales, dado que el arsénico es utilizado industrialmente para el procesamiento de vidrio, pigmentos, industria textil, en el proceso de curtido de pieles y productos farmacéuticos.

Asimismo, de manera natural este elemento puede encontrarse como un componente secundario de varios minerales sulfurados como son la pirita, galena, entre otras rocas ígneas o sedimentarias, pudiendo incrementar las concentraciones del arsénico cuando entra en contacto con los cuerpos de agua.

Tal como se muestra en la siguiente figura, los valores de arsénico obtenidos en los diferentes puntos de monitoreo se encuentran en el rango normal establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA As = 0.05 mg/L), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua.

Figura 4.69. Resultados de Arsénico – Zona Marítima



Fuente: CERPER, 2022.

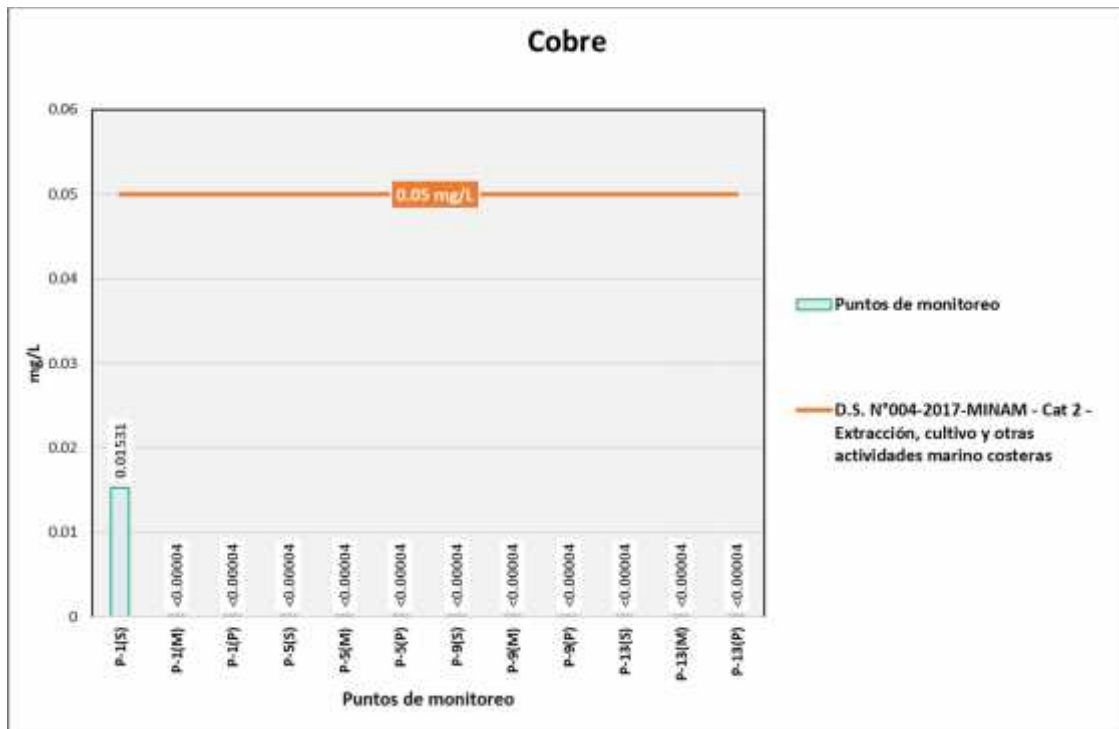
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.3.8 COBRE

El cobre (Cu) se encuentra de manera natural en fuentes de agua, sedimentos y suelos, específicamente en este último dado que concentraciones bajas de este elemento en los suelos representa una baja aptitud para el desarrollo de actividades agrícolas intensivas. Asimismo, dicho elemento en condiciones naturales no representa un efecto nocivo para el medio ambiente.

Los valores de Cobre (Cu) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua de mar (ECA Cu = 0.05 mg/L).

Figura 4.70. Resultados de Cobre – Zona Marítima



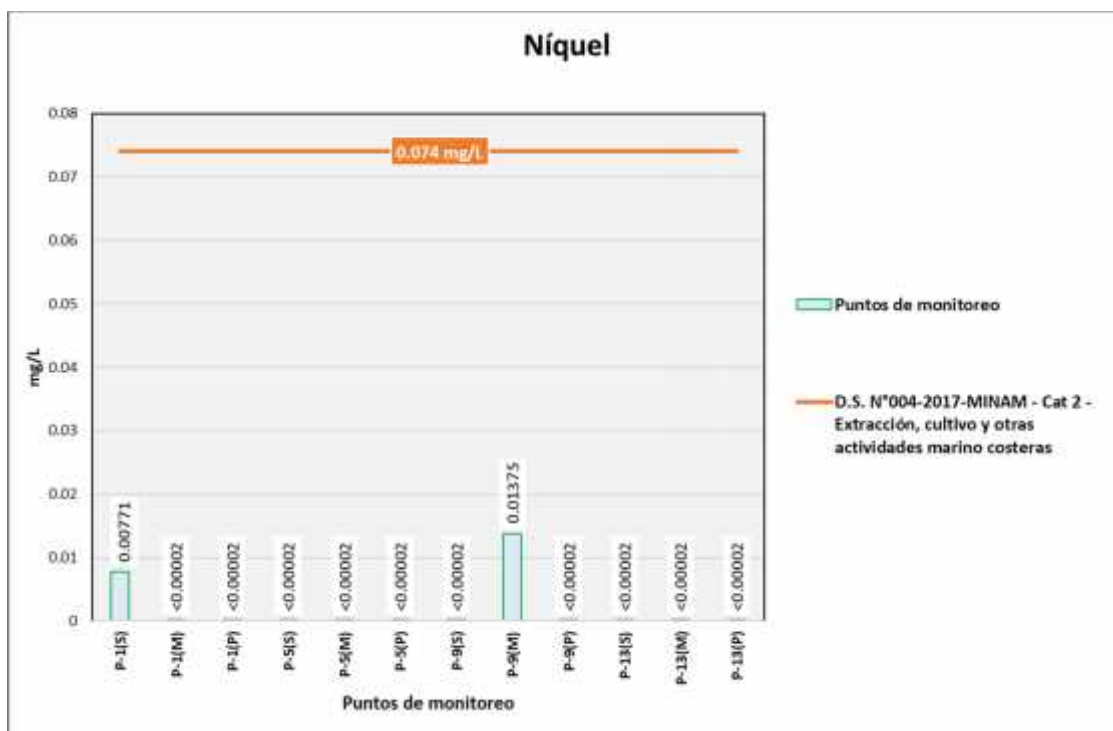
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.3.9 NIQUEL

Los valores de níquel (Ni) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua de mar (ECA Ni = 0.074mg/L).

Figura 4.71. Resultados de Níquel – Zona Marítima



Fuente: CERPER, 2022.

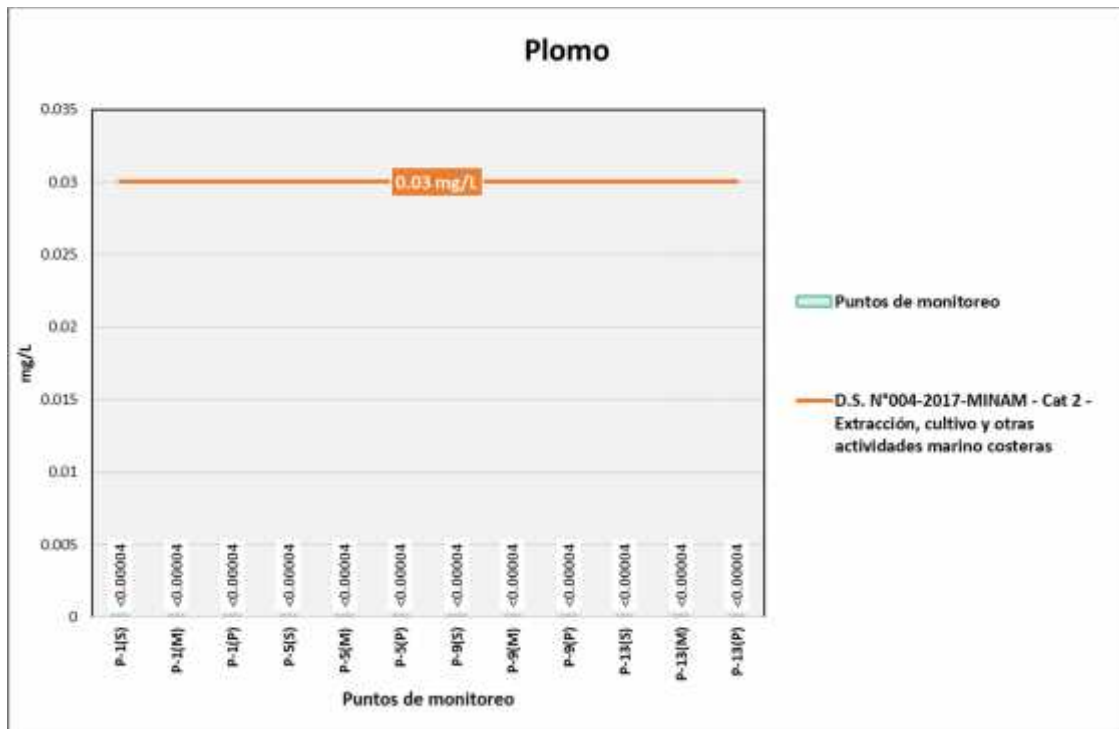
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.3.10 PLOMO

El plomo es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública. Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y gasolineras con plomo. Más de tres cuartas partes del consumo mundial de plomo corresponden a la fabricación de baterías de plomo-ácido para vehículos de motor. Sin embargo, este metal también se utiliza en muchos otros productos, como pigmentos, pinturas, material de soldadura, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes cerámicos, artículos de joyería y juguetes, así como en algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales.

Los valores de plomo (Pb) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua de mar (ECA Pb = 0.03 mg/L).

Figura 4.72. Resultados de Plomo – Zona Marítima



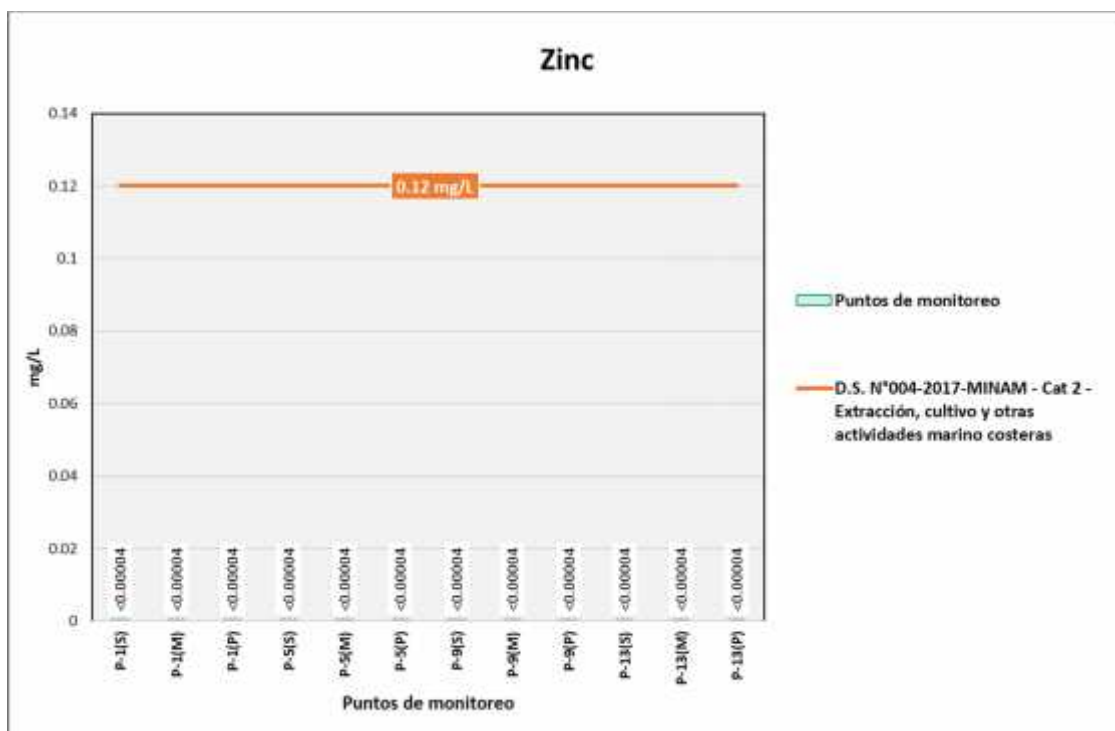
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.3.3.11 ZINC

Los valores de Zinc (Zn) obtenidos en los puntos de monitoreo en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para agua de mar (ECA Zn = 0.12 mg/L).

Figura 4.73. Resultados de Zinc – Zona Marítima



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.2 CALIDAD DE SEDIMENTOS

El monitoreo de sedimentos correspondientes al MAP Campaña N° 10 Temporada Húmeda fue llevado a cabo entre los días 07 de abril y 20 de abril del presente año, realizándose un total de 35 puntos de monitoreo en cuerpos continentales (ríos y/o quebradas) y en cuatro (04) puntos de monitoreo en cuerpos marino-costeros, haciendo un total de 39 puntos de monitoreo para la evaluación de sedimentos.

4.2.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Debido a que, en la actualidad no contamos con una legislación ambiental en torno a la evaluación de sedimentos, los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo serán comparados con normas internacionales, principalmente se tomará como referencia las directrices de calidad ambiental establecidos por el Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), a través de la Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG) en donde se establecen valores para la preservación de la vida acuática asociada a los sedimentos, las que asocian dos tipos de valores: los Interim Sediment Quality Guidelines (ISGQ) que corresponden a límites por debajo de los cuales no se esperan efectos biológicos adversos y Probable Effect Level (PEL) que corresponden a las concentraciones encima de los cuales los efectos biológicos adversos se encuentran con frecuencia.

Cuadro 4.6. Resultados de Sedimentos – Zona de Alta Montaña - Campaña 10 Temporada Húmeda


Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo									Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)
			Río vizcachas	Río vizcachas	Quebrada s/n en Pampa	Quebrada Vilaje	Río vizcachas	Río Chilota	Río Chilota	Río vizcachas	Río Titire	
			PGB-1	QLVIZ-8	HAS-2	HAS-3	VIZ-1	CHL-4	CHL-8	VIZ-2	TIT-1	
			Informe de Ensayo									
Parámetros físico químicos												
pH	Unidad de pH	-	4.37	6.07	6.72	6.36	8.67	8.03	7.3	8.76	3.5	-
Aniones por cromatografía iónica												
Nitratos	mg/kg	0.15	0.7	0.12	0.82	0.12	0.05	0.04	0.24	0.12	0.11	-
Fosfatos	mg/kg	0.1	<0.1	<0.1	1.18	0.51	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-
Parámetros orgánicos												
Aceites y grasas	mg/kg	-	0.003	0.008	0.01	0.013	0.012	0.001	0.002	0.005	0.004	-
Metales ICP - MS												
Aluminio Total (Al)	mg/kg	2	6570	6576	3258	3739	6776	5207	4085	2810	5496	-
Antimonio Total (Sb)	mg/kg	0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	-
Arsénico Total (As)	mg/kg	0.02	71.5	39.1	7.3	1.47	8.16	38.2	59.7	18	227	17.0
Bario Total (Ba)	mg/kg	0.04	68.8	71.8	80.4	93.5	131	77.3	45.8	38.4	106	-
Berilio Total (Be)	mg/kg	0.01	0.282	0.204	<0.01	<0.01	0.24	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Bismuto Total (Bi)	mg/kg	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.22	-
Boro Total (B)	mg/kg	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	8.64	-
Cadmio Total (Cd)	mg/kg	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	3.5
Calcio Total (Ca)	mg/kg	10	1634	1277	922	641	5267	2940	2235	1395	1003	-
Cobalto Total (Co)	mg/kg	0.02	5.61	4.73	1.98	3.88	7.48	4.28	3.16	2.94	2.5	-
Cobre Total (Cu)	mg/kg	0.02	22.1	10.1	18	7.16	15.4	16.1	15.8	6.64	34.8	197.0
Cromo Total (Cr)	mg/kg	0.2	9.21	4.93	2.03	1.69	4.56	3.27	2.4	1.43	4.21	90.0
Estaño Total (Sn)	mg/kg	0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	-
Estroncio Total (Sr)	mg/kg	0.045	28.7	28.9	9.66	13.9	38.4	34.4	29.6	14.9	96.9	-
Fósforo Total (P)	mg/kg	1	775	315	467	153	469	478	415	216	481	-
Hierro Total (Fe)	mg/kg	0.05	17222	9270	4666	4753	13442	9272	7322	6171	24.949	-
Litio Total (Li)	mg/kg	0.025	7.29	13	2.5	2.4	5.66	5.66	5.22	2.96	8.13	-
Magnesio Total (Mg)	mg/kg	1	806	1507	1426	938	2335	1817	1130	771	732	-
Manganeso Total (Mn)	mg/kg	0.03	219	186	52.8	216	662	288	209	292	192	-
Mercurio Total (Hg)	mg/kg	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.49
Molibdeno Total (Mo)	mg/kg	0.02	0.71	<0.02	<0.02	<0.02	0.15	0.16	<0.02	<0.02	1.14	-
Níquel Total (Ni)	mg/kg	0.01	6.52	4.29	2.6	2.23	5.11	3.68	2.97	3.15	1.64	-
Plata Total (Ag)	mg/kg	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.49	-
Plomo Total (Pb)	mg/kg	0.02	16.8	9.07	1.74	2.04	12	2.85	2.17	1.72	34	91.3
Potasio Total (K)	mg/kg	10	686	1270	885	647	1426	1105	616	533	2344	-
Selenio Total (Se)	mg/kg	0.03	0.8	0.752	0.14	0.15	0.7	0.48	0.481	0.29	0.71	-

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo									Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)
			Río vizcachas	Río vizcachas	Quebrada s/n en Pampa	Quebrada Vilaje	Río vizcachas	Río Chilota	Río Chilota	Río vizcachas	Río Titire	
			PGB-1	QLVIZ-8	HAS-2	HAS-3	VIZ-1	CHL-4	CHL-8	VIZ-2	TIT-1	
			Informe de Ensayo									
Fecha de muestreo												
Silicio Total (Si)	mg/kg	1	12.7	21.6	<1	162	<1	<1	14.8	<1	<1	-
Sodio Total (Na)	mg/kg	2	228	222	118	133	432	461	311	216	959	-
Talio Total (Tl)	mg/kg	0.02	0.21	<0.02	<0.02	<0.02	0.17	0.1	<0.02	<0.02	1.92	-
Telurio Total (Te)	mg/kg	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-
Titanio Total (Ti)	mg/kg	0.05	290	393	312	400	281	351	252	199	67.4	-
Uranio Total (U)	mg/kg	0.005	0.35	0.336	<0.005	<0.005	0.431	0.213	0.234	<0.005	0.734	-
Vanadio Total (V)	mg/kg	0.02	33.3	25.6	13.4	14.1	34	25.8	21.2	17.5	25.8	-
Wolframio Total (W)	mg/kg	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-
Zinc Total (Zn)	mg/kg	0.02	40.4	34.8	14	11.9	40.9	17.4	16.1	16.4	27.2	315

(-) No cuenta con estándar de comparación.

Fuente: Informes de Ensayo CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

 Excedencia con respecto al Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)

Cuadro 4.7. Resultados de Sedimentos – Zona de Operaciones (Parte I)- Campaña 10 Temporada Húmeda


Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo												Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)
			Río Asana	Qda Altarani	Río Asana	Qda Millune	Qda Sarallenque	Río Asana	Río Charaque	Río Charaque	Río Asana	Río Coscore	Río Capillune	Río Coscore	
			AS-1	ALT-4	P-11	P-1	P-10	P-12	Q-CH	CH-3	AS-3	COS-1	CAP-1	COS-3	
			Informes de Ensayo												
Fecha de muestreo															
Parámetros físico químicos															
pH	Unidad de pH	-	7.82	7.89	7.68	4.3	7.28	7.1	8.16	8.06	7.91	7.23	7.36	7.43	-
Aniones por cromatografía iónica															
Nitratos	mg/kg	0.15	0.53	0.06	0.15	0.08	0.17	0.08	0.07	0.05	0.29	0.13	0.12	0.03	-
Fosfatos	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	
Parámetros orgánicos															
Aceites y grasas	mg/kg	-	0.005	0.004	0.001	0.01	0.005	0.001	0.001	0.008	0.001	0.001	0.002	0.012	-
Metales ICP - MS															
Aluminio Total (Al)	mg/kg	2	5308	4410	5452	10043	5516	5903	4543	3996	6119	4703	3913	4635	-
Antimonio Total (Sb)	mg/kg	0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	-
Arsénico Total (As)	mg/kg	0.02	3.07	1.47	1.92	5.02	2.04	2.75	3.71	3.16	4.42	5.17	3.89	4.1	17
Bario Total (Ba)	mg/kg	0.04	60.8	39.9	53.5	78.4	63.3	54.3	48.1	41.4	71.5	81.8	37.4	52.7	-
Berilio Total (Be)	mg/kg	0.01	0.527	<0.01	<0.01	0.414	0.414	<0.01	<0.01	<0.01	0.48	<0.01	0.287	<0.01	-
Bismuto Total (Bi)	mg/kg	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	-
Boro Total (B)	mg/kg	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
Cadmio Total (Cd)	mg/kg	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.134	3.5
Calcio Total (Ca)	mg/kg	10	1855	1731	1987	1117	1282	1151	1386	1060	1984	2200	1164	1960	-
Cobalto Total (Co)	mg/kg	0.02	8.24	3.32	4.41	4.91	4.55	4.74	3.77	3.23	6.3	6.15	3.32	4.35	-
Cobre Total (Cu)	mg/kg	0.02	19.7	19.1	19.4	28.8	21.5	87.6	28.9	20.2	49.2	38.7	14.5	50.4	197
Cromo Total (Cr)	mg/kg	0.2	4.7	7.32	9.05	7.83	5.88	5.6	4.19	3.22	3.6	2.32	2.23	5.24	90
Estaño Total (Sn)	mg/kg	0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	-
Estroncio Total (Sr)	mg/kg	0.045	24	19.9	24.2	37.1	21.7	20	12.6	9.49	25.5	19.9	9.96	18	-
Fósforo Total (P)	mg/kg	1	451	492	476	426	278	313	388	339	385	422	219	536	-
Hierro Total (Fe)	mg/kg	0.05	8882	7018	8476	13230	7439	8405	7988	6834	10043	8708	6202	10083	-
Litio Total (Li)	mg/kg	0.025	3.92	2.11	2.02	2.07	2.37	2.49	3.56	2.75	4.67	4.1	4.41	3.39	-
Magnesio Total (Mg)	mg/kg	1	1472	1148	1323	1087	1040	1377	1560	848	2042	1959	1908	1786	-
Manganeso Total (Mn)	mg/kg	0.03	516	105	196	215	294	276	194	162	549	562	366	377	-
Mercurio Total (Hg)	mg/kg	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.49
Molibdeno Total (Mo)	mg/kg	0.02	<0.02	<0.02	0.226	<0.02	<0.02	0.413	<0.02	<0.02	0.65	0.58	0.258	0.685	-
Níquel Total (Ni)	mg/kg	0.01	5.86	5.67	6.96	6.5	6.84	7.67	4.18	2.77	4.66	5.4	2.25	4.24	-

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo												Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)
			Río Asana	Qda Altarani	Río Asana	Qda Milllune	Qda Sarallenque	Río Asana	Río Charaque	Río Charaque	Río Asana	Río Coscore	Río Capillune	Río Coscore	
			AS-1	ALT-4	P-11	P-1	P-10	P-12	Q-CH	CH-3	AS-3	COS-1	CAP-1	COS-3	
			Informes de Ensayo												
Fecha de muestreo															
Plata Total (Ag)	mg/kg	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	-
Plomo Total (Pb)	mg/kg	0.02	4.67	5.75	5.64	4.85	4.27	5.11	4.42	4.01	16.4	14.6	7.41	15.4	91.3
Potasio Total (K)	mg/kg	10	494	342	378	610	449	460	1022	569	924	788	488	799	-
Selenio Total (Se)	mg/kg	0.03	0.59	<0.03	0.271	0.392	0.522	0.526	0.388	0.41	0.46	0.46	0.44	0.302	-
Silicio Total (Si)	mg/kg	1	53.3	71	52.6	10	<1	107	54.5	50.2	65.7	54.7	26.3	172	-
Sodio Total (Na)	mg/kg	2	185	252	297	215	198	169	104	113	135	96.7	71	126	-
Talio Total (Tl)	mg/kg	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	-
Telurio Total (Te)	mg/kg	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	-
Titanio Total (Ti)	mg/kg	0.05	358	632	672	440	407	407	352	265	419	231	122	372	-
Uranio Total (U)	mg/kg	0.005	0.253	<0.005	<0.005	<0.005	0.274	0.298	0.346	0.357	0.446	0.494	0.593	0.563	-
Vanadio Total (V)	mg/kg	0.02	28.1	30.5	36.2	34.2	24.5	27.4	25.6	23.3	23.9	18	12.8	27.6	-
Wolframio Total (W)	mg/kg	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	-
Zinc Total (Zn)	mg/kg	0.02	38.3	18.5	28.2	22.4	52.5	19.8	23.5	18.6	45.8	39	34.1	33.2	315

(-) No cuenta con estándar de comparación.

Fuente: Informes de Ensayo CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

 Excedencia con respecto al Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)

Cuadro 4.8. Resultados de Sedimentos – Zona de Operaciones (Parte II)- Campaña 10 Temporada Húmeda


Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo											Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)
			Río Coscore	Río Coscore	Río Huancanane	Río Huancanane	Río Tumilaca	Río Tumilaca	Río Tumilaca	Río Moquegua	Río Moquegua	Río Moquegua	Río Osmore	
			COS-2	COS-4	CAP-2	CAP-3	TUM-3	TUM-4	13172RTumi	MQ-3	13172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1	
Informes de Ensayo														
Fecha de muestreo														
Parámetros físico químicos														
pH	Unidad de pH	-	8.46	8.44	7.88	8.73	8.62	8.51	8.79	8.41	8.2	8.22	8.07	-
Aniones por cromatografía iónica														
Nitratos	mg/kg	0.15	<0.15	<0.15	0.28	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	0.42	0.14	1.33	0.22	-
Fosfatos	mg/kg	0.1	<0.1	<0.1	1.76	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.92	1.38	<0.1	-
Parámetros orgánicos														
Aceites y grasas	mg/kg	-	0.005	0.012	0.008	0.012	0.021	0.009	0.017	0.001	0.015	0.015	0.058	-
Metales ICP - MS														
Aluminio Total (Al)	mg/kg	2	6 782	4 475	3 830	2 906	4 509	4 743	4 548	6 182	6 804	4 871	4 568	-
Antimonio Total (Sb)	mg/kg	0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	-
Arsénico Total (As)	mg/kg	0.02	5.69	4.45	8.08	8.94	6.94	8.21	7.42	9.05	8.38	6.37	6.1	17
Bario Total (Ba)	mg/kg	0.04	56.9	47	35.9	17.4	41	39.9	39.6	53.9	70.5	35.6	54.8	-
Berilio Total (Be)	mg/kg	0.01	0.45	0.26	0.234	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.27	0.29	<0.01	0.21	-
Bismuto Total (Bi)	mg/kg	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-
Boro Total (B)	mg/kg	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
Cadmio Total (Cd)	mg/kg	0.02	<0.02	<0.02	0.118	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.23	<0.02	<0.02	3.5
Calcio Total (Ca)	mg/kg	10	3016	2384	1965	1809	2765	3086	3027	3882	8510	4742	35746	-
Cobalto Total (Co)	mg/kg	0.02	5.44	5.53	3.17	2.36	4.35	4.83	4.26	5.73	5.12	3.58	3.5	-
Cobre Total (Cu)	mg/kg	0.02	60.4	45.8	15.4	12.9	44.9	38.7	36.5	14.2	20.1	16.4	15.2	197
Cromo Total (Cr)	mg/kg	0.2	4.8	4.8	2.29	1.5	5.4	6.7	5	2	3.8	4.3	2.8	90
Estaño Total (Sn)	mg/kg	0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	-
Estroncio Total (Sr)	mg/kg	0.045	29.4	18.6	13.5	12.5	16.2	20.4	21.7	32.3	45.4	27.5	112	-
Fósforo Total (P)	mg/kg	1	477	448	470	357	464	588	545	384	477	465	502	-
Hierro Total (Fe)	mg/kg	0.05	10436	9059	7167	5426	9354	10668	9773	9270	10192	9782	8200	-
Litio Total (Li)	mg/kg	0.025	5.4	4.17	7.74	5.51	5.75	6.98	6.29	8.95	7.64	6.1	6.13	-
Magnesio Total (Mg)	mg/kg	1	2652	2308	1914	1681	2778	2725	2564	2211	2462	2220	2.284	-
Manganeso Total (Mn)	mg/kg	0.03	382	386	362	148	280	295	254	367	305	173	499	-
Mercurio Total (Hg)	mg/kg	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.49
Molibdeno Total (Mo)	mg/kg	0.02	0.6	1.51	0.3	<0.02	0.68	0.53	0.95	<0.02	0.23	0.2	<0.02	-
Niquel Total (Ni)	mg/kg	0.01	5.04	4.32	2.24	1.43	4.37	4.77	4.06	3.5	3.58	2.8	2.5	-
Plata Total (Ag)	mg/kg	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-
Plomo Total (Pb)	mg/kg	0.02	10.2	35.2	8.87	4.86	13.8	10.9	8.64	4.8	5.73	5.34	4.34	91.3

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo											Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)
			Río Coscore	Río Coscore	Río Huancanane	Río Huancanane	Río Tumilaca	Río Tumilaca	Río Tumilaca	Río Moquegua	Río Moquegua	Río Moquegua	Río Osmore	
			COS-2	COS-4	CAP-2	CAP-3	TUM-3	TUM-4	13172RTumi	MQ-3	13172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1	
			Informes de Ensayo											
Fecha de muestreo														
Potasio Total (K)	mg/kg	10	999	792	600	578	771	752	756	805	790	685	634	-
Selenio Total (Se)	mg/kg	0.03	0.82	0.63	0.541	0.64	0.44	0.74	0.67	0.72	0.66	0.75	0.85	-
Silicio Total (Si)	mg/kg	1	175	82.1	145	55	114	134	86.2	19.6	30.6	24.4	32.1	-
Sodio Total (Na)	mg/kg	2	180	123	215	133	147	155	162	400	406	324	352	-
Talio Total (Tl)	mg/kg	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.04	-
Telurio Total (Te)	mg/kg	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-
Titanio Total (Ti)	mg/kg	0.05	336	265	175	102	273	294	283	219	281	298	229	-
Uranio Total (U)	mg/kg	0.005	0.982	0.811	0.674	0.96	1.2	1330	1260	0.437	0.623	0.661	0.984	-
Vanadio Total (V)	mg/kg	0.02	24.2	21.7	13.6	9.59	22.6	26.9	23.4	21.2	26	26.5	18.9	-
Wolframio Total (W)	mg/kg	0.05	<0.05	<0.05	0.224	<0.05	<0.05	0.15	0.15	<0.5	<0.05	<0.05	<0.05	-
Zinc Total (Zn)	mg/kg	0.02	37.4	31.8	24.4	19.6	28.4	30.5	28.2	37.8	36.5	25.7	22.2	315

(-) No cuenta con estándar de comparación.

Fuente: Informes de Ensayo CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

 Excedencia con respecto al Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)

4.3 CALIDAD DE SUELO

El Monitoreo de la Calidad del Suelo correspondiente a la Campaña N° 10 – Temporada Húmeda 2022, se ha llevado a cabo desde el 07 hasta el 20 de abril del 2022, realizándose la medición en quince (15) puntos de monitoreo ubicados en el área de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco.

Tanto el recojo como la toma de muestras de suelo en los diferentes puntos de monitoreo ha seguido lo establecido en la Guía de Muestreo de Suelo aprobado mediante R.M. N° 085-2014-MINAM, hasta su posterior análisis en un laboratorio debidamente acreditado, de acuerdo con los métodos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo aprobados mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.

4.3.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO

En el siguiente cuadro se detallan los resultados de los puntos de monitoreo de calidad de suelo.

Cuadro 4.9. Resultados de la evaluación de calidad de Suelo (Parte I) - Campaña 10 Temporada Húmeda

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo								D.S. 011-2017 MINAM - Suelo comercial/Industrial extractivo
			QU-4	QU-10	QU-18	QU-11	QU-201	QU-216	QU-28	QU-36	
Parámetros Inorgánicos No Metálicos											
Cianuro Libre	mg/kg	0.05	0.062	<0.05	<0.05	<0.05	0.062	0.079	0.202	0.16	8
Cromo Hexavalente											
Cromo Hexavalente	mg/kg	0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	1.4
BTEX											
Benceno	mg/kg	0.0029	<0.0029	<0.0029	<0.0029	<0.0029	<0.0029	<0.0029	<0.0029	<0.0029	0.03
Etilbenceno	mg/kg	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	0.082
Tolueno	mg/kg	0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	0.37
Xilenos	mg/kg	0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	11
Compuestos Orgánicos Volátiles - COVs											
Tetracloroetileno	mg/kg	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.5
Tricloroetileno	mg/kg	0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	0.01
Hidrocarburos Totales de Petróleo											
Hidrocarburos Totales (C6-C10)	mg/kg	50.181	<50.181	<50.181	<50.181	<50.181	<50.181	<50.181	<50.181	<50.181	500
Hidrocarburos Totales (C10-C28)	mg/kg	53.244	56.763	<53.244	<53.244	60.311	59.33	70.65	<53.244	<53.244	5000
Hidrocarburos Totales (C28-C40)	mg/kg	199.725	<199.725	<199.725	<199.725	<199.725	<199.725	<199.725	<199.725	<199.725	6000
Hidrocarburos Poli aromáticos (PAHs)											

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo								D.S. 011-2017 MINAM - Suelo comercial/Industrial extractivo
			QU-4	QU-10	QU-18	QU-11	QU-201	QU-216	QU-28	QU-36	
Benzo(a)pireno	mg/kg	0.0931	<0.0931	<0.0931	<0.0931	<0.0931	<0.0931	<0.0931	<0.0931	<0.0931	0.7
Naftaleno	mg/kg	0.0343	<0.0343	<0.0343	<0.0343	<0.0343	<0.0343	<0.0343	<0.0343	<0.0343	22
Metales ICP-Masa											
Arsénico (As)	mg/kg	0.02	6.88	7.09	2.51	5.26	2.38	6.08	4.56	7.05	140
Bario (Ba)	mg/kg	0.04	156	88.8	74	198	82.5	152	133	189	2000
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.02	<0.02	0.204	0.291	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.236	22
Cromo (Cr)	mg/kg	0.2	7.05	9.54	4.35	12.7	4.25	9.33	2.71	5.74	1000
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	24
Plomo (Pb)	mg/kg	0.02	9.32	9.74	12.1	11.5	4.23	8.78	5.37	10.6	800
Bifenilos Policlorados (PCB)											
PCBs Totales	mg/kg	0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.33

(1): Decreto Supremo N°011-2017-MINAM para Suelo Industrial/Extractivo/Comercial.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 4.10. Resultados de la evaluación de calidad de Suelo (Parte II) - Campaña 10 Temporada Húmeda

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo							D.S. 011-2017 MINAM - Suelo comercial/Industrial extractivo
			QU-44	QU-101	QU-82	QU-59	QU-57	QU-167	QU-166	
Parámetros Inorgánicos No Metálicos										
Cianuro Libre	mg/kg	0.05	0.076	<0.05	0.112	0.053	<0.05	<0.05	<0.05	8
Cromo Hexavalente										
Cromo Hexavalente	mg/kg	0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	1.4
BTEX										
Benceno	mg/kg	0.0029	<0.0029	<0.0029	<0.0029	<0.0029	<0.0029	<0.0029	<0.0029	0.03
Etilbenceno	mg/kg	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	0.082
Tolueno	mg/kg	0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	<0.0014	0.37
Xilenos	mg/kg	0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	11
Compuestos Orgánicos Volátiles - COVs										
Tetracloroetileno	mg/kg	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.5
Tricloroetileno	mg/kg	0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	<0.0032	0.01
Hidrocarburos Totales de Petróleo										
Hidrocarburos Totales (C6-C10)	mg/kg	50.181	<50.181	<50.181	<50.181	<50.181	<50.181	<50.181	<50.181	500
Hidrocarburos Totales (C10-C28)	mg/kg	53.244	57.747	83.495	68.899	71.421	71.109	105.505	76.65	5000
Hidrocarburos Totales (C28-C40)	mg/kg	199.725	<199.725	<199.725	<199.725	<199.725	<199.725	225.003	<199.725	6000
Hidrocarburos Poliaromáticos (PAHs)										

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo							D.S. 011-2017 MINAM - Suelo comercial/Industrial extractivo
			QU-44	QU-101	QU-82	QU-59	QU-57	QU-167	QU-166	
Benzo(a)pireno	mg/kg	0.0931	<0.0931	<0.0931	<0.0931	<0.0931	<0.0931	<0.0931	<0.0931	0.7
Naftaleno	mg/kg	0.0343	<0.0343	0.035	<0.0343	0.037	0.048	<0.0343	<0.0343	22
Metales ICP-Masa										
Arsénico (As)	mg/kg	0.02	9.44	11.8	10.9	7.52	22.8	36	11.4	140
Bario (Ba)	mg/kg	0.04	66.9	267	207	207	134	176	198	2000
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.02	<0.02	0.377	<0.02	<0.02	<0.02	0.457	0.237	22
Cromo (Cr)	mg/kg	0.2	5.64	9.4	8.66	7.51	5.08	11	7.7	1000
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	24
Plomo (Pb)	mg/kg	0.02	13.9	22.7	12.6	10.6	22.6	28.3	21.4	800
Bifenilos Policlorados (PCB)										
PCBs Totales	mg/kg	0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.33

(1): Decreto Supremo N°011-2017-MINAM para Suelo Industrial/Extractivo/Comercial.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

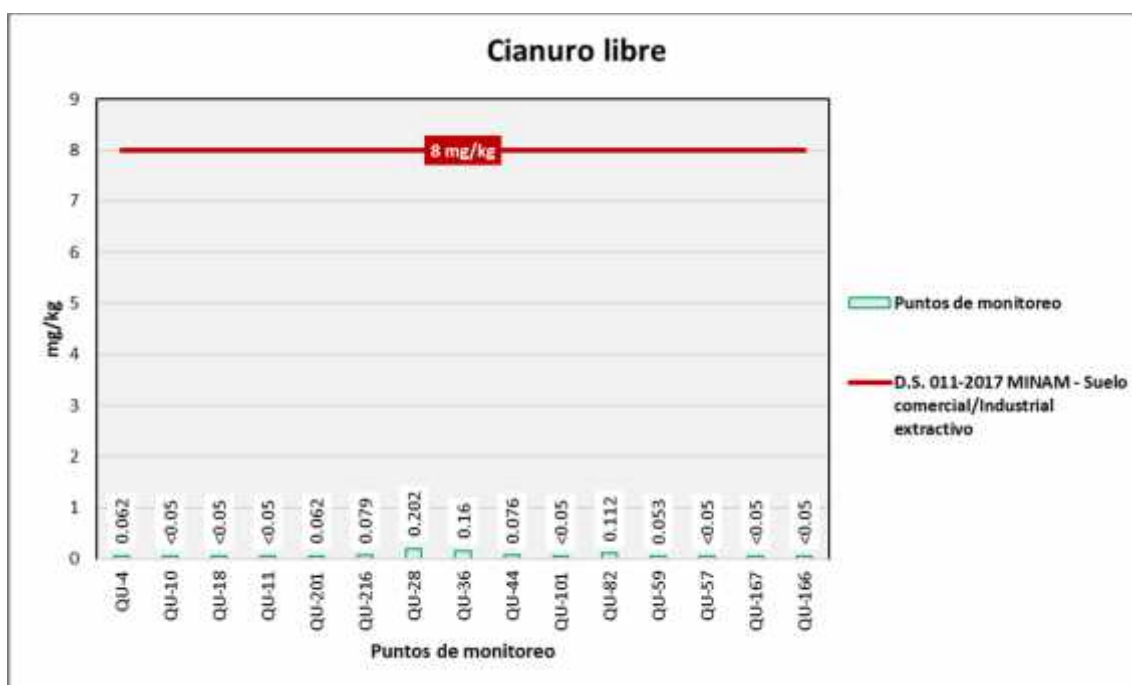
4.3.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, en los siguientes gráficos se detalla las concentraciones identificadas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo.

4.3.2.1 CIANURO LIBRE

Las concentraciones de cianuro libre en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0.5 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho parámetro en el componente suelo.

Figura 4.74. Concentraciones de Cianuro Libre



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

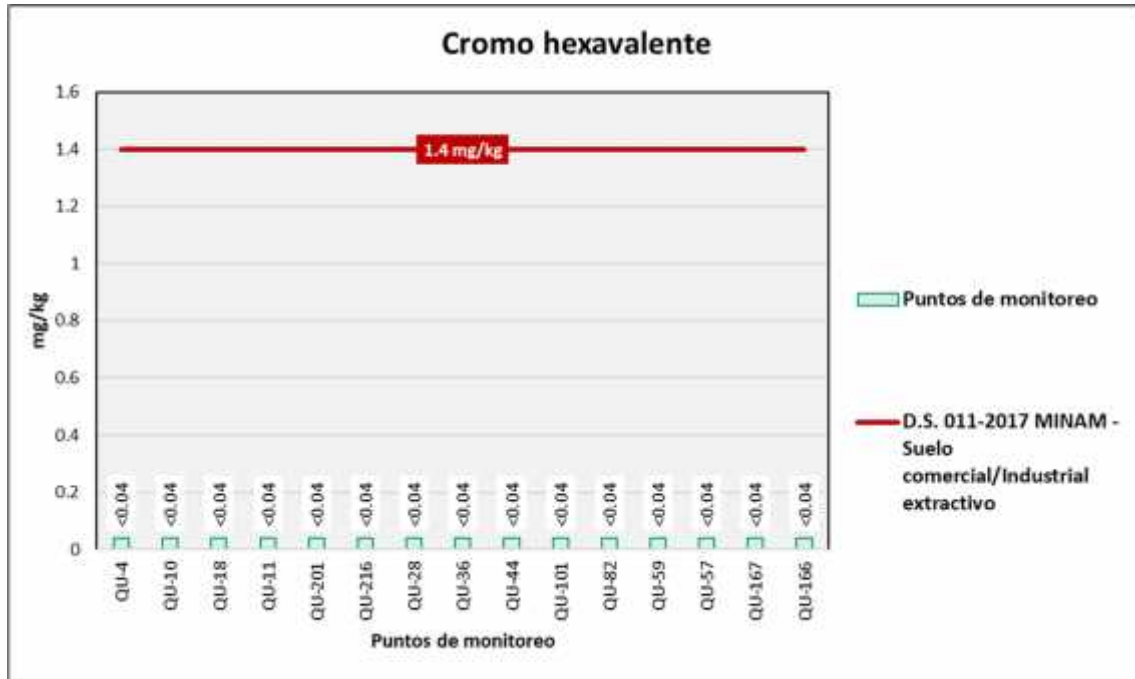
Tal como se muestra en la figura anterior, los valores de Cianuro Libre se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Cianuro Libre = 8.0 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

4.3.2.2 CROMO HEXAVALENTE

Las concentraciones de cromo hexavalente en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (0.04 mg/kg), pudiendo

evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

Figura 4.75. Concentraciones de Cromo VI



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

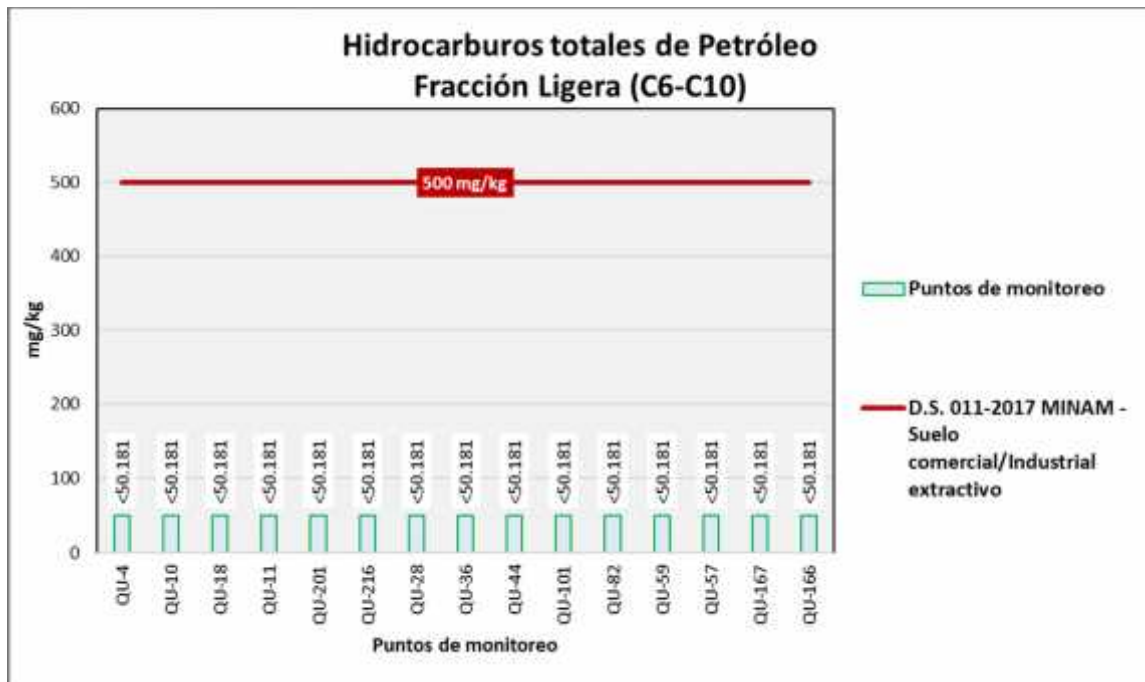
Tal como se muestra en la figura anterior, los valores de Cromo VI se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Cromo VI = 1,4 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

4.3.2.3 HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO – FRACCIÓN 1 (C6-C10)

Las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo F1 (C6-C10) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<50.181 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la siguiente figura, se grafica los valores de Hidrocarburos F1 encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA HTP F1 = 500 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.76. Concentraciones de Hidrocarburos totales de Petróleo F1



Fuente: CERPER, 2022.

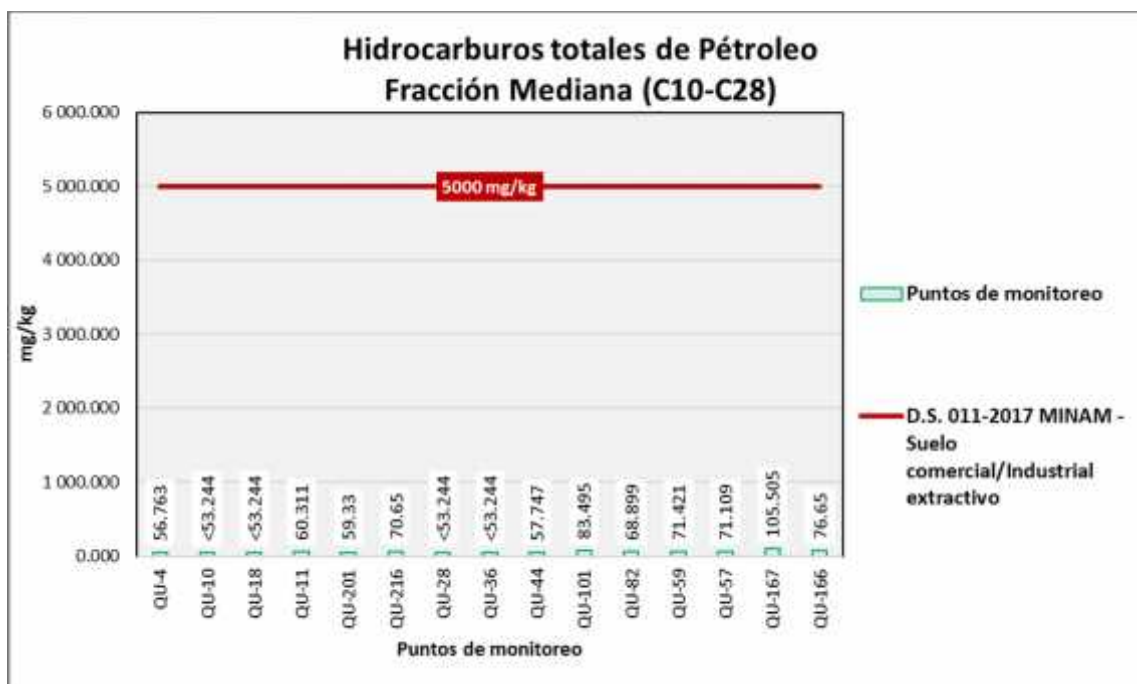
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.4 HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO – FRACCIÓN 2 (C10-C28)

Las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo F2 (C10-C28) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<53.244 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la figura líneas abajo se grafica los valores de Hidrocarburos F2 encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA HTP Fracción 2 = 5 000 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.77. Concentraciones de Hidrocarburos totales de Petróleo F2



Fuente: CERPER, 2022.

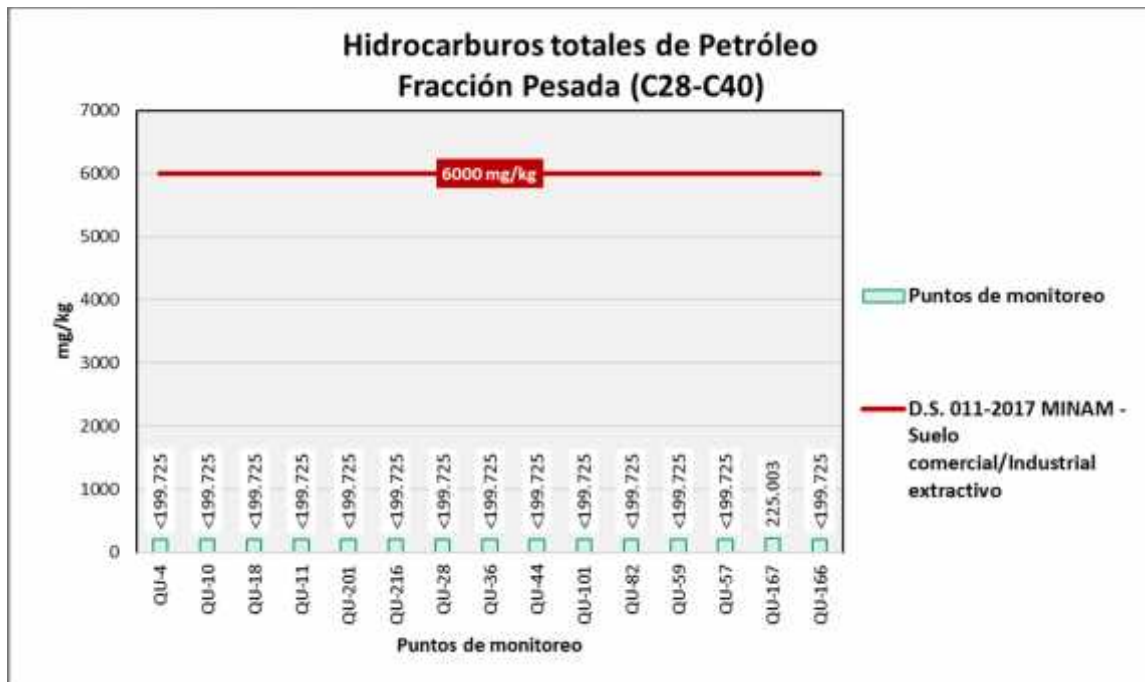
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.5 HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO – FRACCIÓN 3 (C28-C40)

Las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo F3 (C28-C40) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<199.725 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la figura líneas abajo grafica los valores de Hidrocarburos F3 encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA HTP Fracción 3 = 6 000 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.78. Concentraciones de Hidrocarburos totales de Petróleo F3



Fuente: CERPER, 2022.

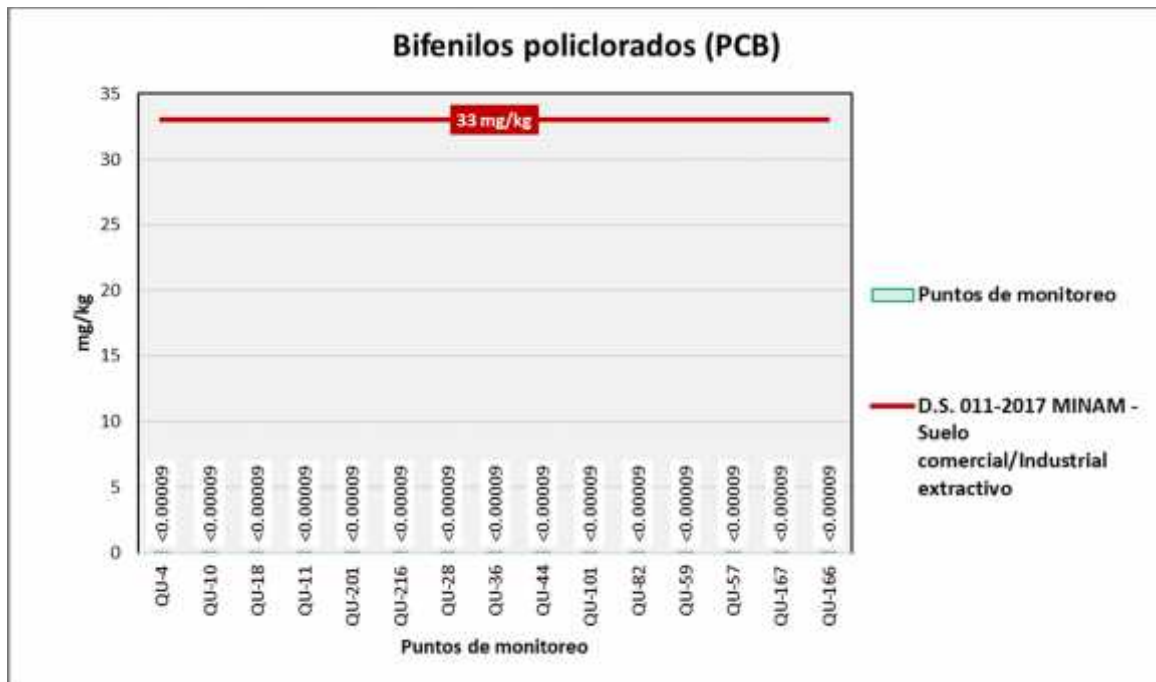
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.6 BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)

Las concentraciones de bifenilos policlorados (PCB) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0.0009 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En las siguientes, se grafica los valores de concentraciones de Bifenilos Policlorados (PCB) encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA PCB = 33 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.79. Concentraciones de Bifenilos Policlorados (PCB)



Fuente: CERPER, 2022.

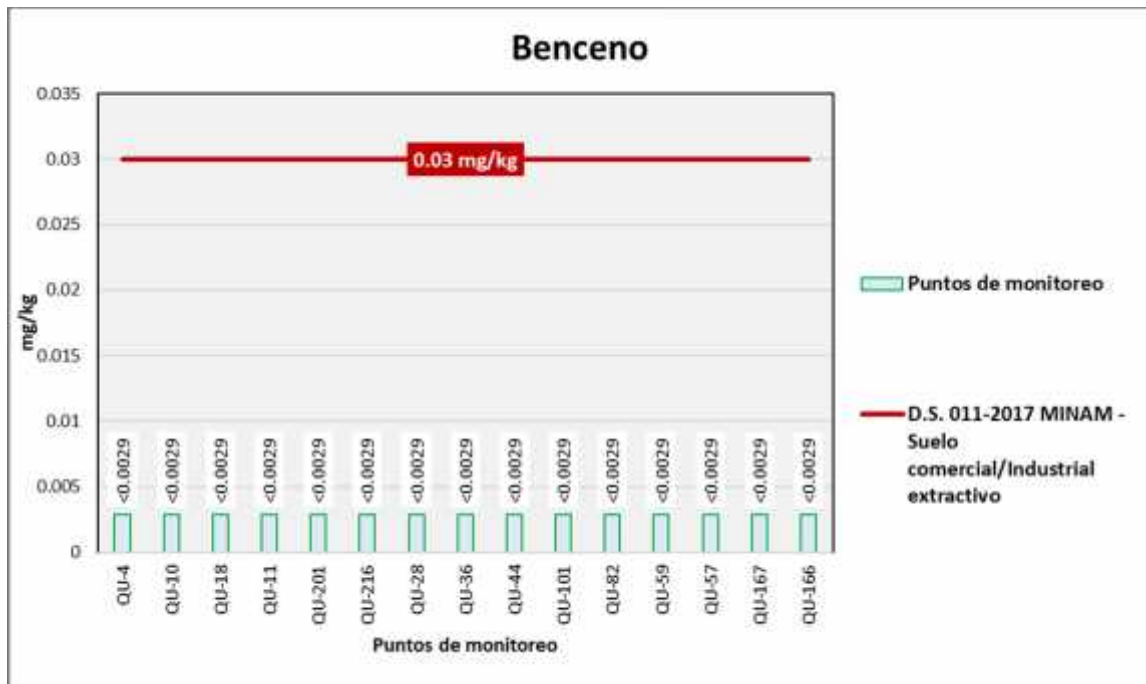
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.7 BENCENO

Las concentraciones de Benceno halladas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0.0029 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la siguiente figura, se grafica los valores de concentraciones de Benceno encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Benceno = 0.03 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.80. Concentraciones de Benceno



Fuente: CERPER, 2022.

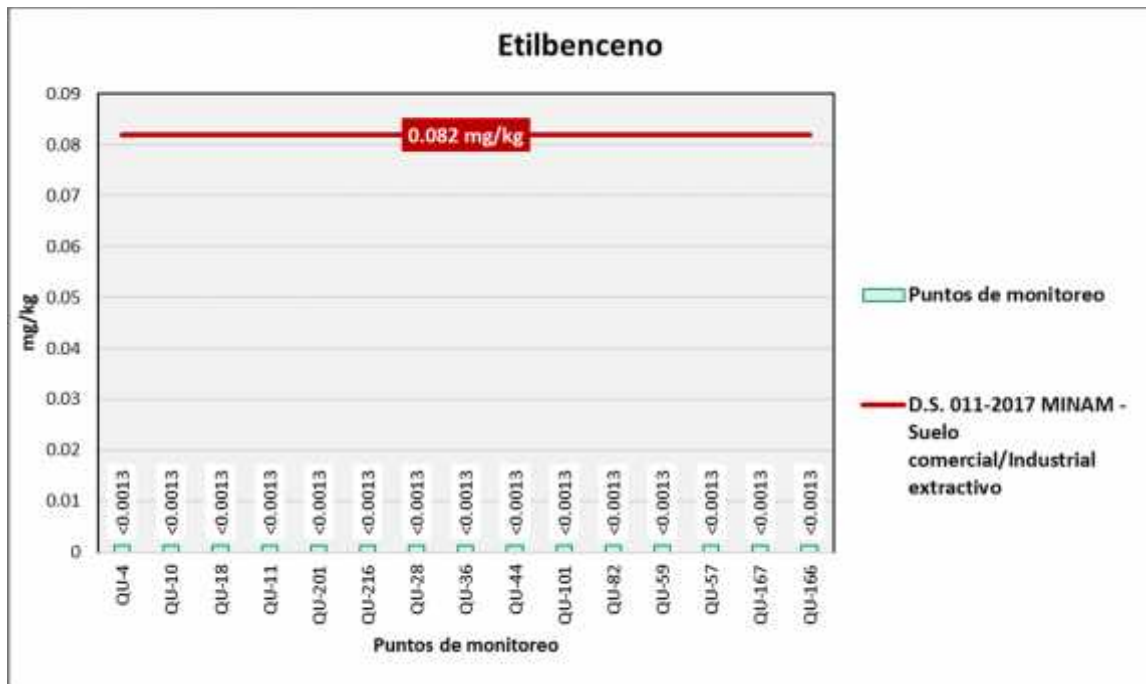
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.8 ETILBENCENO

Las concentraciones de Etilbenceno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (0.0013 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la figura líneas abajo, se grafica los valores de concentraciones de Etilbenceno con resultado que están muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Etilbenceno = 0.082 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.81. Concentraciones de Etilbenceno



Fuente: CERPER, 2022.

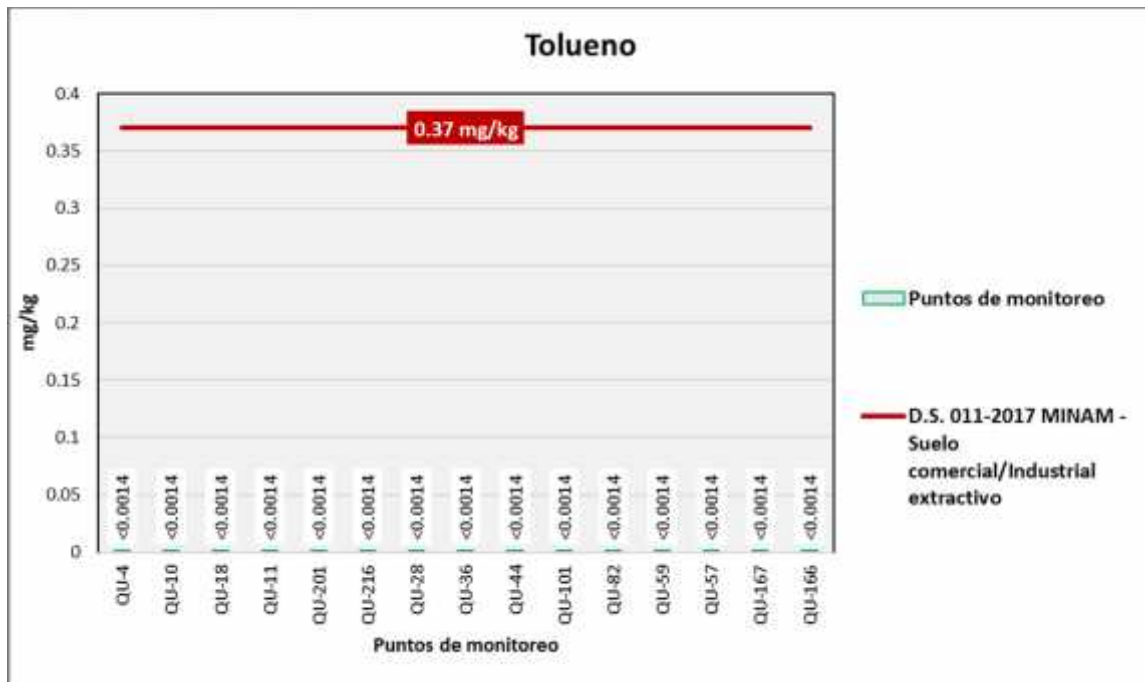
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.9 TOLUENO

Las concentraciones de Tolueno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (0.0014 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la figura líneas abajo se grafica los valores de concentraciones de Tolueno encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Tolueno = 0.37 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.82. Concentraciones de Tolueno



Fuente: CERPER, 2022.

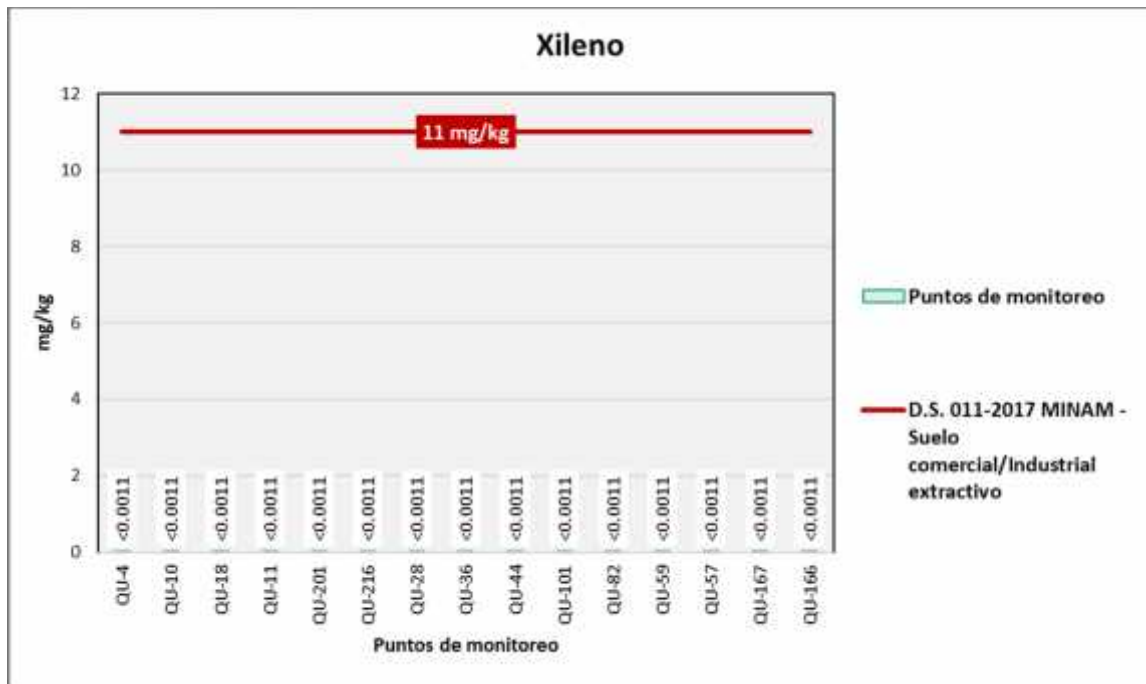
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.10 XILENO

Las concentraciones de Xileno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0.0011 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la figura líneas abajo, se grafica los valores de concentraciones de Xileno encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Xileno = 11 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.83. Concentraciones de Xileno



Fuente: CERPER, 2022.

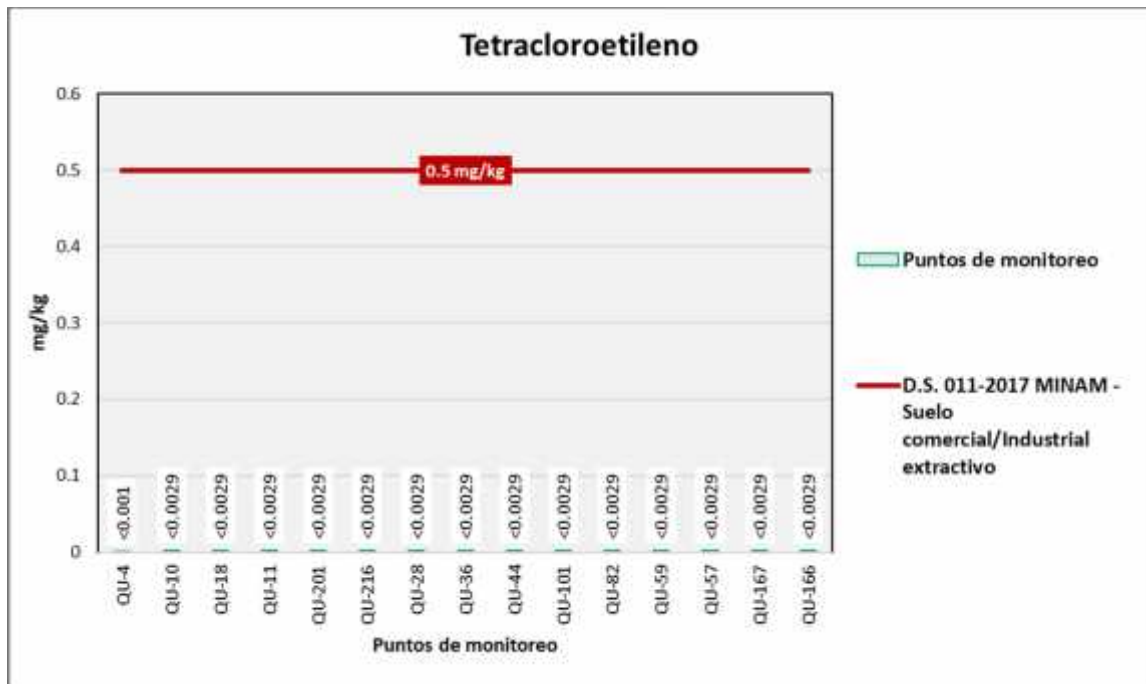
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.11 TETRACLOROETILENO

Las concentraciones de Tetracloroetileno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0.0010 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la siguiente figura, se grafica los valores de Tetracloroetileno encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Tetracloroetileno = 0.5 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.84. Concentraciones de Tetracloroetileno



Fuente: CERPER, 2022.

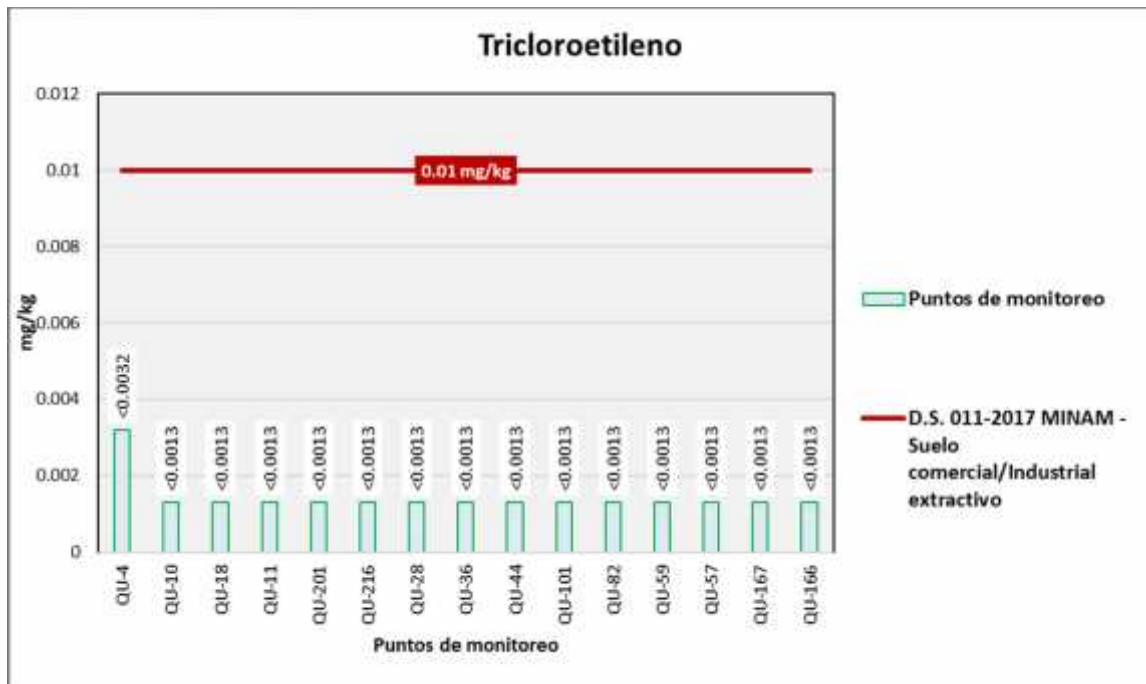
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.12 TRICLOROETILENO

Las concentraciones de Tricloroetileno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (0.0032 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la figura líneas abajo se grafica los valores de Tricloroetileno encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Tricloroetileno = 0.01 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.85. Concentraciones de Tricloroetileno



Fuente: CERPER, 2022.

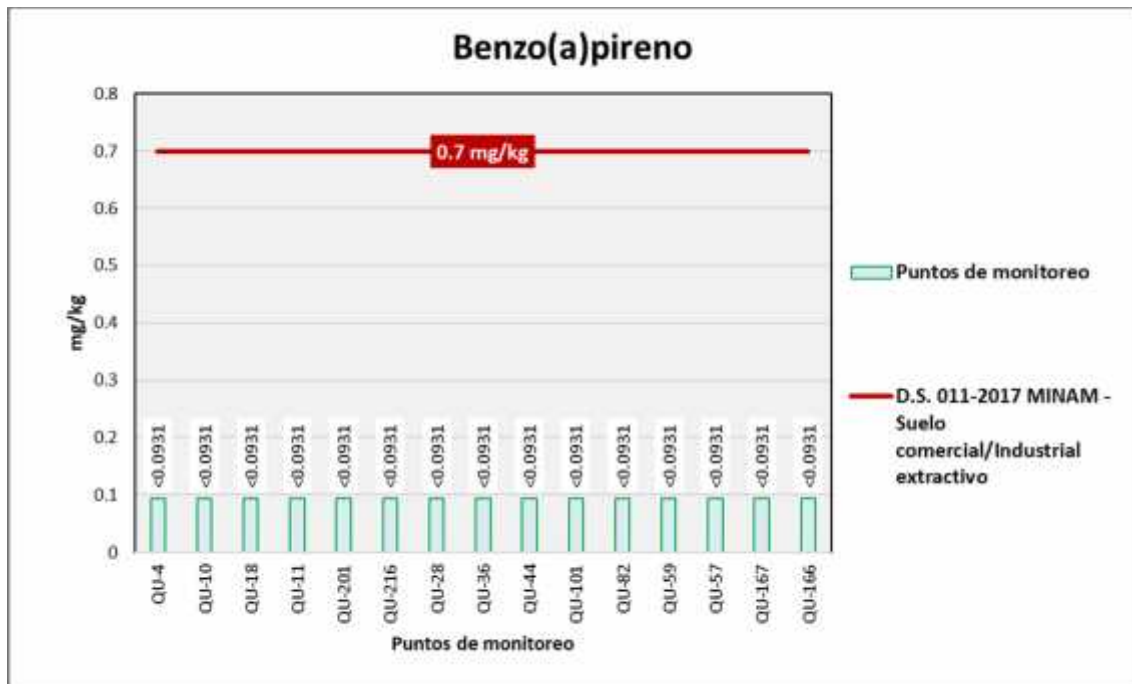
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.13 BENZO(A) PIRENO

Las concentraciones de Benzo(a) Pireno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<math><0.0931</math> mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la siguiente figura se grafica los valores de Benzo(a) Pireno encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Benzo(a) Pireno = 0.7 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.86. Concentraciones de Benzo(a) Pireno



Fuente: CERPER, 2022.

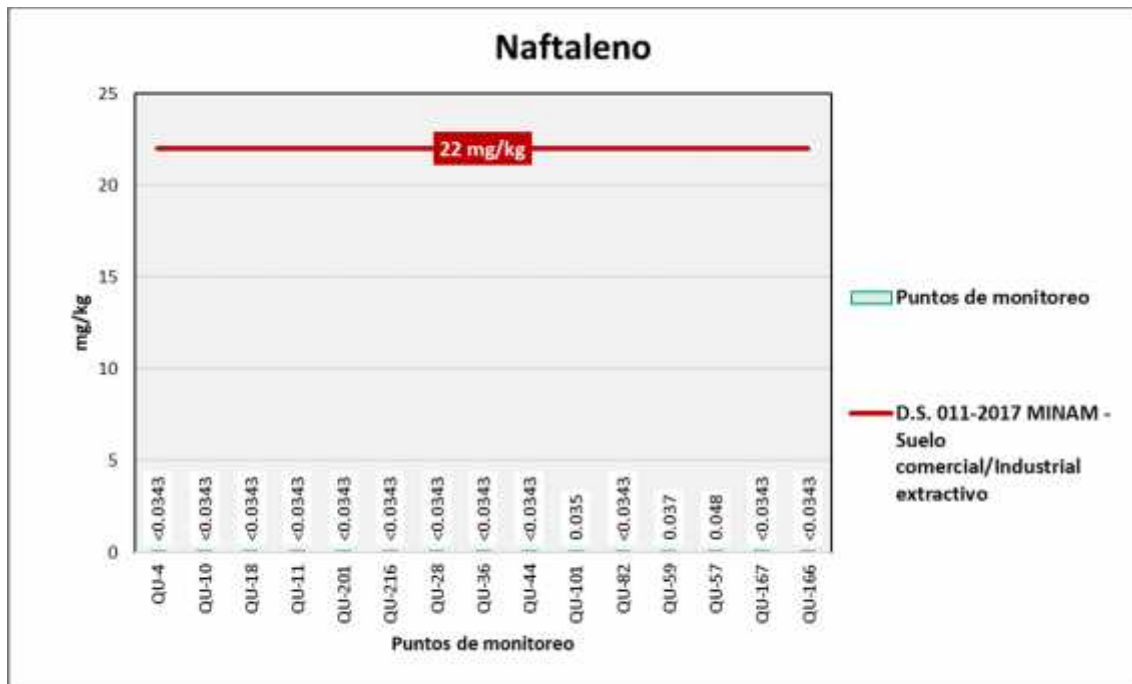
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.14 NAFTALENO

Las concentraciones de Naftaleno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0.0343 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En las siguientes figuras se grafica los valores de concentraciones de Naftaleno encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Naftaleno = 22 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.87. Concentraciones de Naftaleno



Fuente: CERPER, 2022.

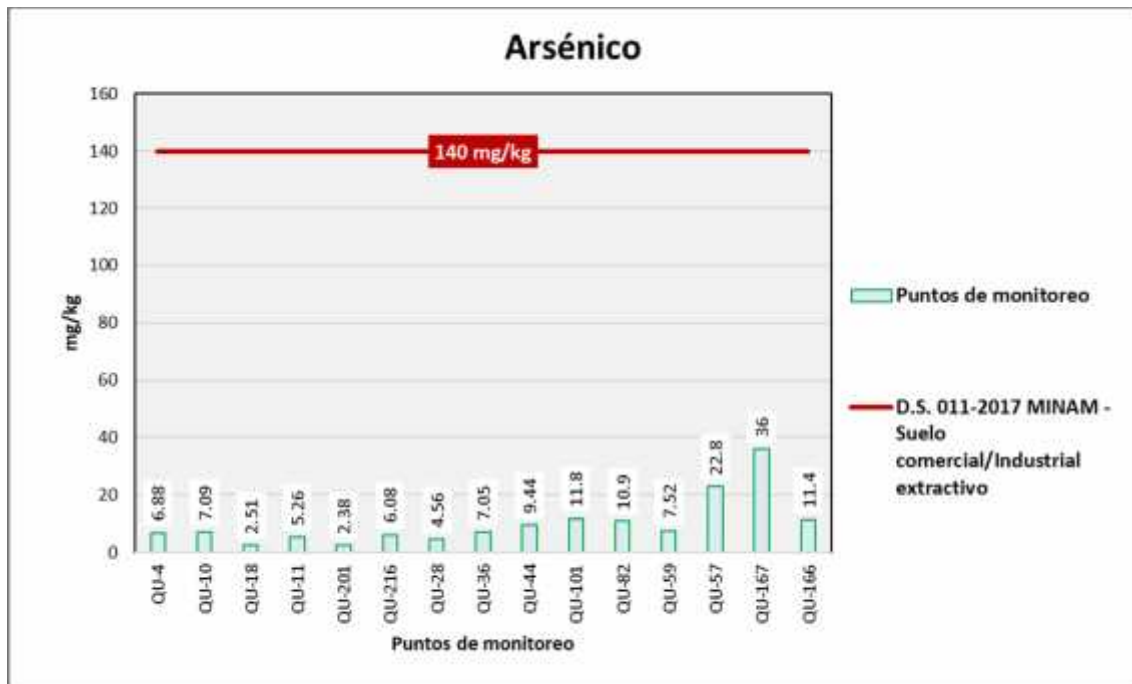
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.15 ARSÉNICO

Las concentraciones de Arsénico en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0.02 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En las siguientes figuras se grafica los valores de concentraciones de Arsénico encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA As = 140 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.88. Concentraciones de Arsénico



Fuente: CERPER, 2022.

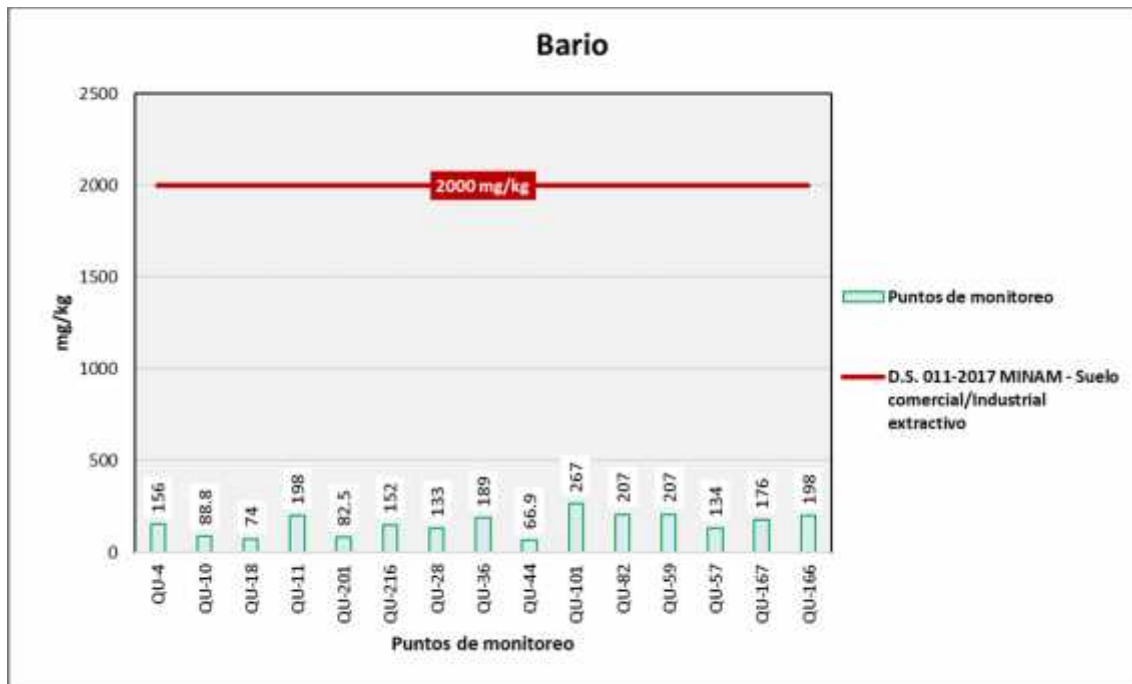
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.16 BARIO

Las concentraciones de Bario en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran muy por debajo del límite de detección del método de análisis (0.04 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelos.

En las siguientes figuras se grafica los valores de concentraciones de Bario encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Ba = 2 000 mg/kg MS) aprobado mediante Decreto Supremo N°011-2017-MINAM por lo que puede indicarnos que en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.89. Concentraciones de Bario



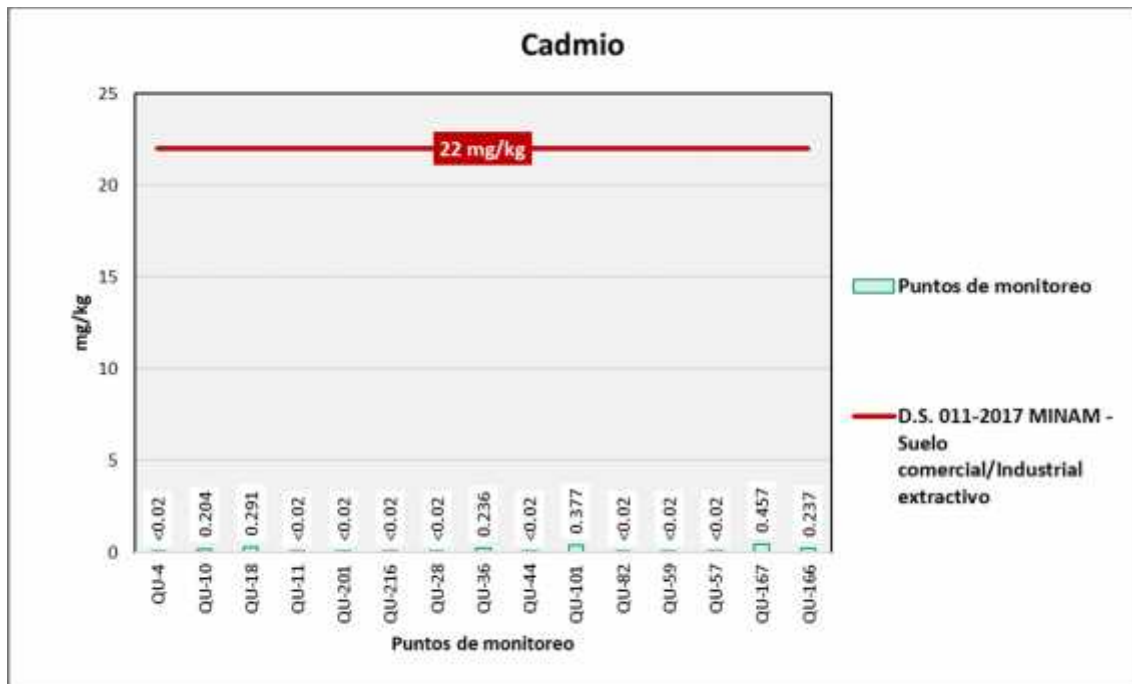
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.17 CADMIO

Las concentraciones de Cadmio en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Cd = 22 mg/kg) aprobados mediante Decreto Supremo N°011-2017-MINAM.

Figura 4.90. Concentraciones de Cadmio



Fuente: CERPER, 2022.

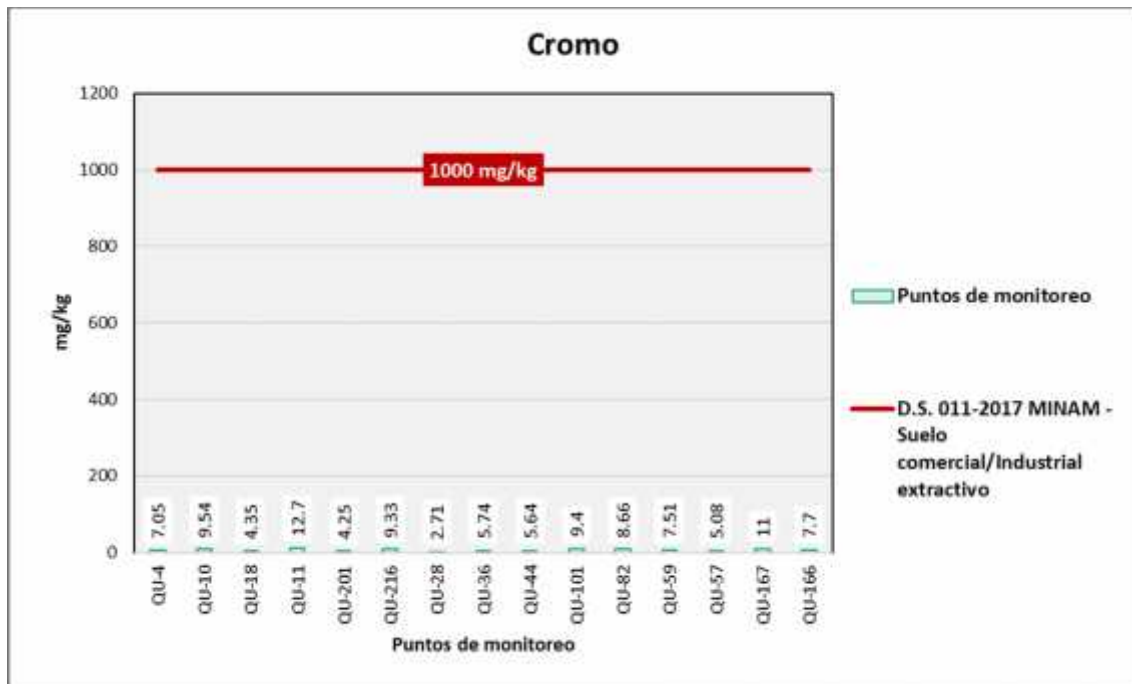
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.18 CROMO

Las concentraciones de Cromo en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran muy por debajo del límite de detección del método de análisis (0.2 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la siguiente figura se grafica los valores de concentraciones de Cromo encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Cr = 1 000 mg/kg MS) aprobados mediante Decreto Supremo N°011-2017-MINAM, por lo que, puede indicarnos que en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.91. Concentraciones de Cromo



Fuente: CERPER, 2022.

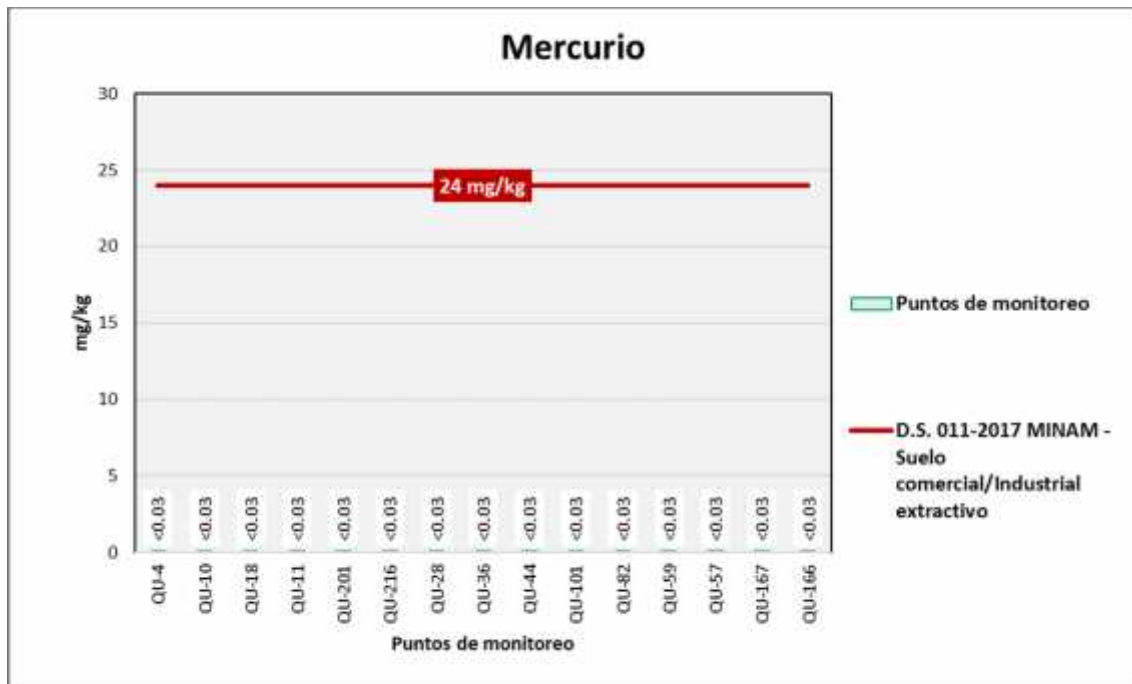
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.19 MERCURIO

Las concentraciones de Mercurio en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (0.03 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la siguiente figura se grafica los valores de concentraciones de Mercurio encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Hg = 24 mg/kg), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.92. Concentraciones de Mercurio



Fuente: CERPER, 2022.

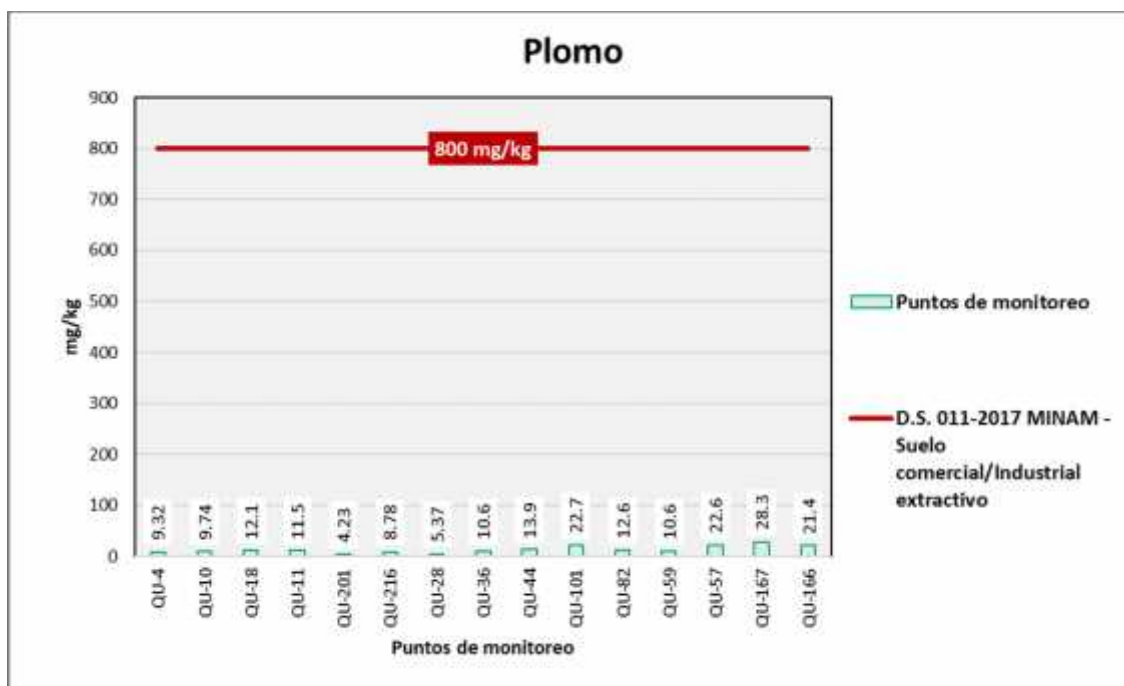
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.20 PLOMO

Las concentraciones de Plomo en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran muy por debajo del límite de detección del método de análisis (0.02 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho contaminante en el componente suelo.

En la figura siguiente se grafica los valores de concentraciones de Plomo encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Pb = 800 mg/kg MS) aprobados mediante Decreto Supremo N°011-2017-MINAM, por lo que, puede indicarnos que en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 4.93. Concentraciones de Plomo



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.4 CALIDAD DE AIRE

El Monitoreo de la Calidad de Aire correspondiente al MAP Campaña N° 10 – Temporada Húmeda del año 2022, se ha llevado a cabo bajo los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional de Monitoreo para la Calidad del Aire aprobado mediante D.S. N° 010-2019-MINAM.

El desarrollo del monitoreo se llevó a cabo desde el día 07 de abril hasta el 20 de abril del presente año en un total de diez (10) puntos de monitoreos, que abarca la zona de abastecimiento de agua para el proyecto (presa Vizcachas), comunidades que se encuentren en el área de influencia directa (Tala, Coscore y Calientes), las zonas de operación y zonas de las ciudades de Moquegua e Ilo.

La medición de los parámetros tales como material particulado menor a 10 micras y 2.5 micras (PM-10 y PM-2,5, respectivamente) se realizó con un periodo de 24 horas durante tres días consecutivos; mientras que, los parámetros de gases tales como dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂) y monóxido de carbono (CO), tuvieron una medición de 1, 24 y 8 horas, respectivamente. En relación a metales pesados como plomo (Pb) y arsénico (As) en el material particulado, se realizaron en un periodo de 24 horas.

Asimismo, los parámetros meteorológicos como temperatura (°C), humedad relativa (%), presión atmosférica (mmHg), dirección y velocidad del viento, tuvieron una duración de 24 horas en una sola corrida.

4.4.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AIRE

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados de los puntos de monitoreo de calidad de aire, los cuales conllevan los valores encontrados de los parámetros de PM-10, PM-2.5, CO, SO₂ y NO₂, así como la determinación de metales pesados como plomo (Pb) y arsénico (As) en el material particulado.

Asimismo, en el **Anexo 03** se adjuntan los informes de ensayo, así como las cadenas de custodia de los puntos de monitoreo.

Cuadro 4.11. Resultados de Calidad de Aire – Campana 10 Temporada Húmeda 2022

Punto de Monitoreo	Descripción	Fecha de Inicio de Muestreo	Resultados de Medición							
			PM-10	PM-2,5	CO	NO ₂	SO ₂	Pb	Cu	As
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Ca-Altarani	Primera medición	11/04/2022	27.30	17.20	-	-	-	0.003	0.0503	<0.005
	Segunda medición	12/04/2022	38.80	7.08	183.40	40.40	4.60	0.002	0.0629	<0.005
	Tercera medición	13/04/2022	29.40	5.00	-	-	-	0.003	0.0435	<0.005
Ca-Tala	Primera medición	11/04/2022	16.30	7.29	-	-	-	<0.002	0.0238	<0.005
	Segunda medición	12/04/2022	12.40	5.88	-	-	-	0.002	0.0229	<0.005
	Tercera medición	13/04/2022	21.10	<2.00	245.60	9.70	7.64	0.003	0.0312	<0.005
Ca-Alto Coscore	Primera medición	7/04/2022	27.10	11.20	-	-	-	0.004	0.0300	<0.005
	Segunda medición	8/04/2022	31.60	9.83	-	-	-	0.004	0.0400	<0.005
	Tercera medición	9/04/2022	9.17	<2.00	157.00	2.05	6.31	<0.002	0.0100	<0.005
Ca-Calientes	Primera medición	7/04/2022	21.60	8.62	-	-	-	0.004	0.0452	<0.005
	Segunda medición	8/04/2022	21.00	9.71	781.00	19.80	4.93	0.003	0.0383	<0.005
	Tercera medición	9/04/2022	22.50	12.90	-	-	-	0.004	0.0329	<0.005
Ca-Cortadera	Primera medición	16/04/2022	15.80	2.33	-	-	-	<0.002	0.0384	<0.005
	Segunda medición	17/04/2022	21.50	4.54	441.30	11.70	6.17	0.003	0.0317	<0.005
	Tercera medición	18/04/2022	24.70	12.00	-	-	-	<0.002	0.0457	<0.005
Ca-Vizcachas	Primera medición	18/04/2022	21.40	2.42	-	-	-	<0.002	0.0199	<0.005
	Segunda medición	19/04/2022	7.20	<2.00	301.00	35.80	8.88	0.002	0.0170	<0.005
	Tercera medición	20/04/2022	21.50	12.10	-	-	-	<0.002	0.0250	<0.005

Punto de Monitoreo	Descripción	Fecha de Inicio de Muestreo	Resultados de Medición							
			PM-10	PM-2,5	CO	NO ₂	SO ₂	Pb	Cu	As
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Chen Chen	Primera medición	11/04/2022	71.90	19.30	-	-	-	0.007	0.0596	<0.005
	Segunda medición	12/04/2022	82.60	21.50	332.20	335.20	16.70	0.009	0.0544	<0.005
	Tercera medición	13/04/2022	76.50	18.00	-	-	-	0.013	0.0690	<0.005
San Antonio	Primera medición	11/04/2022	28.50	9.67	-	-	-	<0.002	0.0593	<0.005
	Segunda medición	12/04/2022	82.40	19.10	-	-	-	0.005	0.0658	<0.005
	Tercera medición	13/04/2022	84.60	13.50	336.20	339.20	16.89	0.006	0.0721	<0.005
Ca-San Antonio	Primera medición	7/04/2022	110.00	22.40	-	-	-	0.012	0.4420	<0.005
	Segunda medición	8/04/2022	101.00	22.80	217.90	219.90	10.95	0.025	0.4930	<0.005
	Tercera medición	9/04/2022	63.10	13.70	-	-	-	0.006	0.4017	<0.005
E-3 (San Antonio)	Primera medición	15/04/2022	31.60	14.00	163.10	14.10	6.11	0.004	0.0256	<0.005
	Segunda medición	16/04/2022	42.60	11.10	-	-	-	0.006	0.0366	<0.005
	Tercera medición	17/04/2022	27.30	18.90	-	-	-	0.005	0.0279	<0.005
Ca-A-1 (SE Moquegua)	Primera medición	7/04/2022	41.90	26.30	-	-	-	0.011	0.0326	<0.005
	Segunda medición	8/04/2022	44.40	18.40	-	-	-	0.009	0.0316	<0.005
	Tercera medición	9/04/2022	28.70	15.20	129.20	6.97	5.49	0.003	0.0661	<0.005
Ca-A-1 (Ilo)	Primera medición	14/04/2022	82.30	26.90	-	-	-	<0.002	0.0183	<0.005
	Segunda medición	15/04/2022	71.40	18.40	-	-	-	<0.002	0.0125	<0.005
	Tercera medición	16/04/2022	73.50	41.20	635.50	8.46	10.10	0.003	0.0125	<0.005
Ca-A-2	Primera medición	14/04/2022	54.30	15.50	-	-	-	<0.002	0.0076	<0.005

Punto de Monitoreo	Descripción	Fecha de Inicio de Muestreo	Resultados de Medición							
			PM-10	PM-2,5	CO	NO ₂	SO ₂	Pb	Cu	As
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
(Ilo)	Segunda medición	15/04/2022	69.20	13.00	551.10	3.77	4.43	<0.002	0.0226	<0.005
	Tercera medición	16/04/2022	43.60	18.00	-	-	-	<0.002	0.0157	<0.005
ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE ⁽¹⁾			100	50	10 000	200	250	1.5	NA	25(*)

(1): Decreto Supremo N°003-2017-MINAM.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Excedencia con respecto al ECA para Agua (D.S. N°003-2017-MINAM)

4.4.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

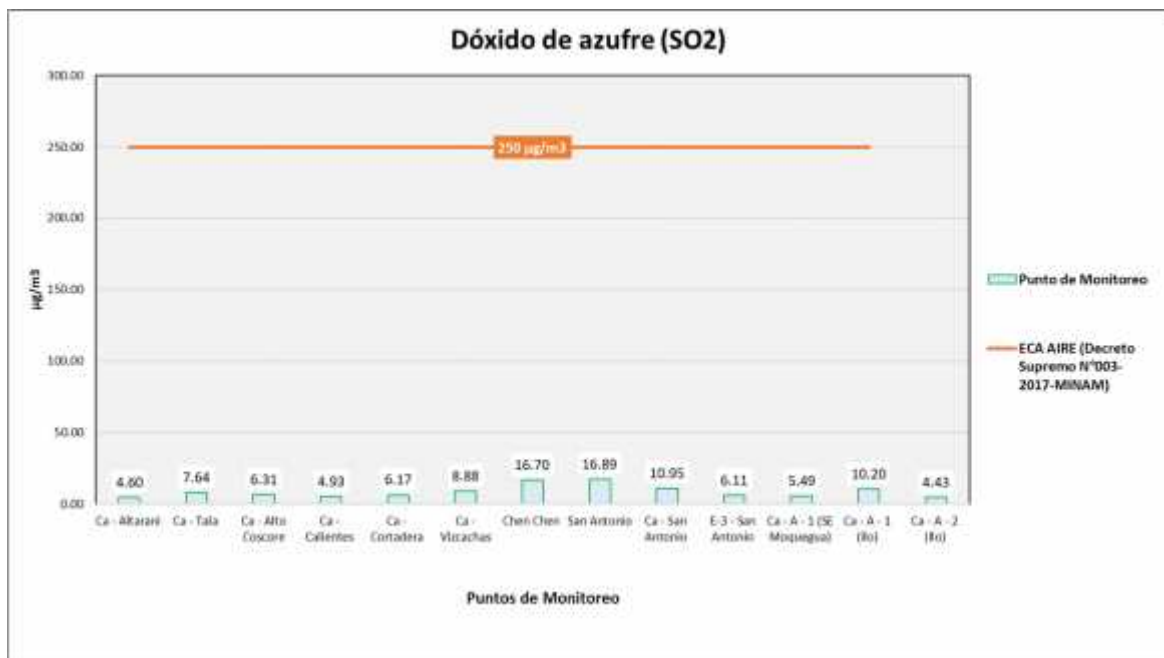
A continuación, en los siguientes gráficos se detalla las concentraciones en los puntos de monitoreo de los distintos elementos atmosféricos evaluados.

4.4.2.1 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

Las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de aire se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (3,0 µg/m³), pudiendo evidenciarse valores relevantes de dicho contaminante atmosférico en el área de evaluación.

Tal como se muestra en la figura líneas abajo, los valores de SO₂ se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA SO₂ = 250 µg/m³), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa actividad humana o de tránsito vehicular, debido a que dicho contaminante atmosférico se encuentra principalmente en la combustión de combustibles fósiles tales como el carbón o petróleo, los cuales son la base del funcionamiento de muchas actividades antrópicas.

Figura 4.94. Concentraciones de Dióxido de Azufre (SO₂)



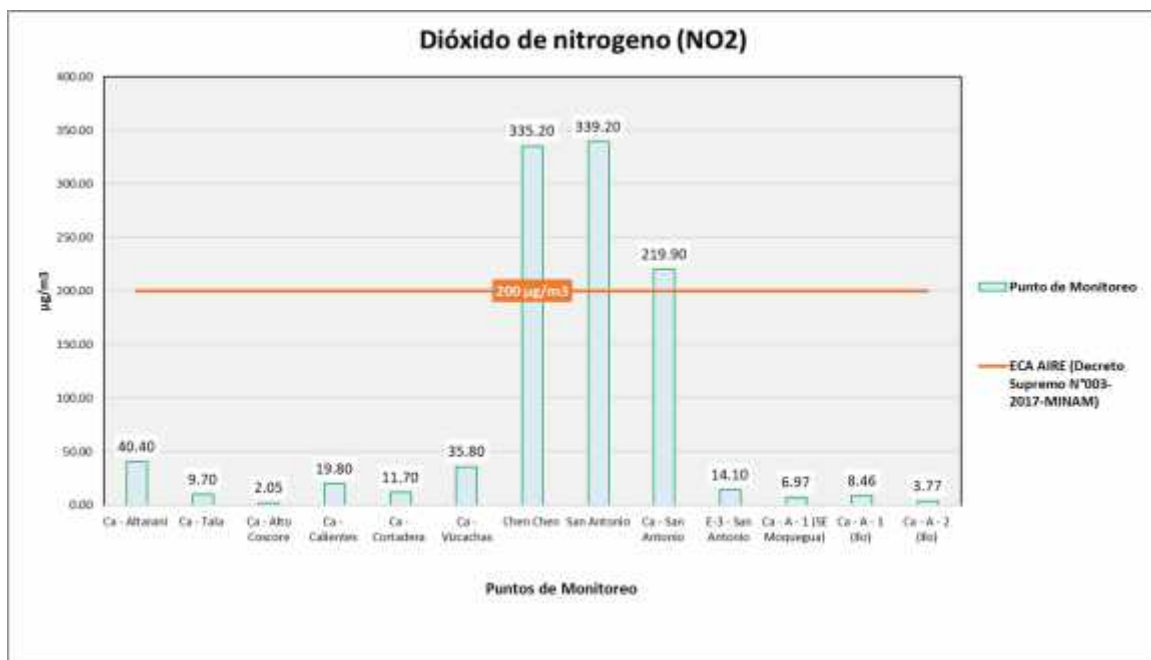
Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.4.2.2 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂)

El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas que presenta características tales como un olor desagradable, de color pardo rojizo y formado a partir de la deflagración de carburantes a altas temperaturas provenientes tanto de los motores de vehículos pertenecientes al parque automotor, así como de las principales industriales entre las cuales destacan las fábricas industrializadas con funcionamiento a base de combustibles fósiles y las centrales eléctricas.

Figura 4.95. Concentraciones de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)



Fuente: CERPER, 2022.

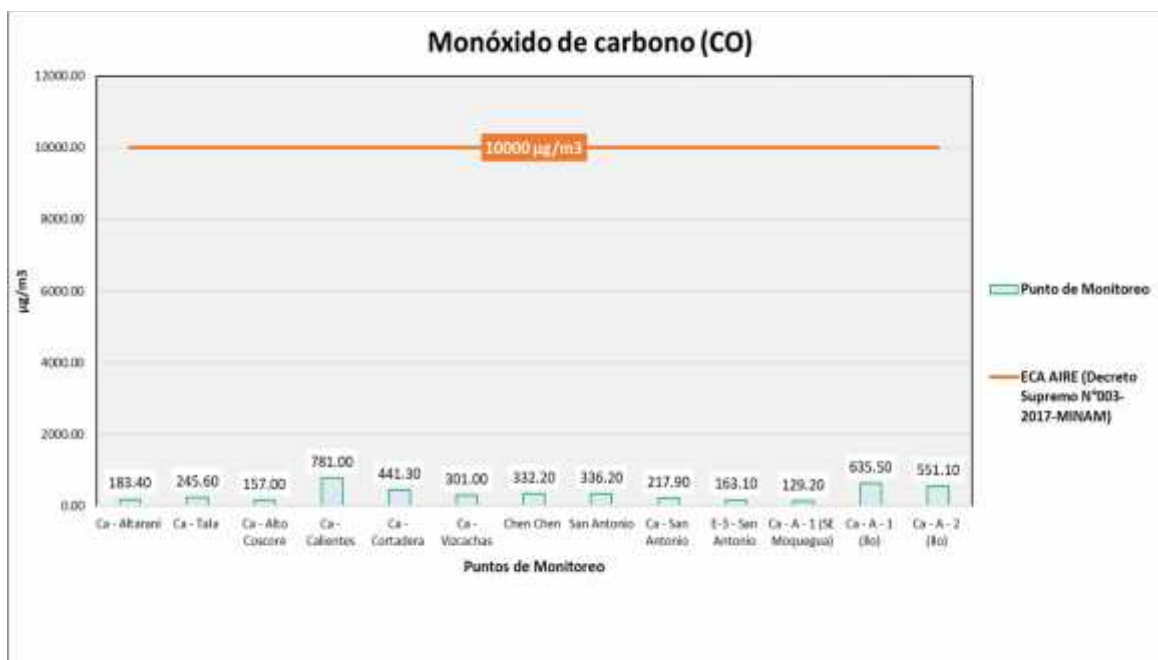
Elaboración: ASILORZA, 2022.

De acuerdo con el gráfico líneas arriba, se visualiza que los resultados de las concentraciones de NO₂ halladas en los puntos de monitoreo se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA NO₂ = 200 µg/m³). Sin embargo, en los 03 puntos de monitoreo que sobrepasan el ECA se encuentra valores determinantes, esto puede deberse a la presencia de maquinaria pesada por obras públicas y aumento de vehículos asociados a los trabajos, debido principalmente a la utilización de hidrocarburos, material requerido para el funcionamiento de dichas maquinarias.

4.4.2.3 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Las concentraciones de monóxido de carbono (CO) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de aire se encuentran por encima del límite de detección del método de análisis (49 µg/m³), pudiendo evidenciarse valores relevantes de dicho contaminante atmosférico en el área de evaluación.

Figura 4.96. Concentraciones de Monóxido de Carbono (CO)



Fuente: Informes de Ensayo CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2020.

El monóxido de carbono se produce de la combustión incompleta de combustibles que contiene carbono dentro de sus compuestos, principalmente es un gas asociado directamente al parque automotor, ya que se origina como resultado de la combustión incompleta de la gasolina utilizada en los motores de los vehículos de transporte.

De modo que, las concentraciones de CO en los puntos de monitoreo de calidad de aire dan como resultado que dichos valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA CO= 10 000 µg/m³), por consiguiente, podemos decir que la presencia de este contaminante en el área de evaluación es baja, además, de que, no se evidencia demasiada actividad vehicular en puntos de monitoreo como Ca-Calientes, Ca-Alto Coscore o Ca-Tala. Asimismo, los resultados en puntos de monitoreo dentro de la ciudad de Moquegua, en torno al contaminante atmosférico CO, concuerdan con la poca cantidad de unidades que conforman su parque automotor en comparación a parques automotores de gran tamaño como en ciudades de Lima o Arequipa.

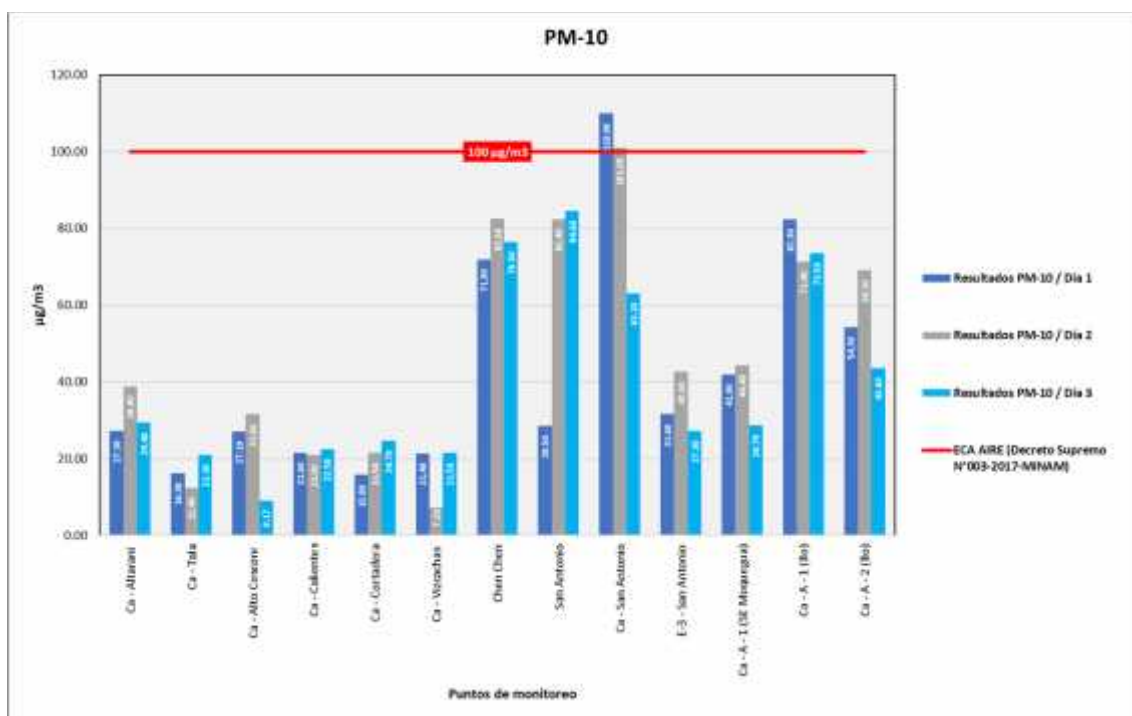
4.4.2.4 MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (PM-10)

El PM-10 (llamado así por su símbolo) es uno de las diversas partículas suspendidas presente en la atmósfera en forma de polvo, polen, hollín, humos, metales pesados como el plomo o cadmio, sales, entre otros, cuyas características de algunas de estas partículas son especialmente tóxicas por atender en la salud humana y, es principalmente en las grandes ciudades. Dicho contaminante atmosférico toma relevancia debido a que en la actualidad representa dos tercios

de las emisiones totales de material particulado, de acuerdo con lo mencionado por la Organización Mundial de la Salud (2005).

En la siguiente figura, se visualiza los resultados obtenidos para los puntos de monitoreo de calidad de aire, en donde se realizó tres mediciones consecutivas con un periodo de 24 horas de duración cada una, se observa que en los puntos de muestreo CA-San Antonio (1ra y 2da medición) los valores sobrepasan lo indicado en el ECA (100 ug/m3).

Figura 4.97. Concentraciones de Material Particulado PM-10



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cabe precisar que, la ubicación de los puntos de monitoreo de Ca-Tala, Ca-Alto Coscore y Ca-Calientes se encuentran sobre las áreas de las comunidades campesinas, en donde no se visualiza un tránsito constante de vehículos o fuentes fijas de contaminantes, presentando variaciones en la calidad del aire en dichas áreas.

De igual manera, en el punto de monitoreo Ca-A-1 (SE Moquegua), ubicado en la ciudad de Moquegua, está en zonas alejadas a carreteras principales o avenidas con gran flujo vehicular, asimismo, no se evidenció fuentes fijas de contaminantes alrededor de estos puntos de monitoreo. Además, en el caso del punto de monitoreo Ca-A-1 (SE Moquegua) se evidenció presencia de cultivos y plantaciones que podrían funcionar como una barrera natural para la deposición de partículas suspendidas.

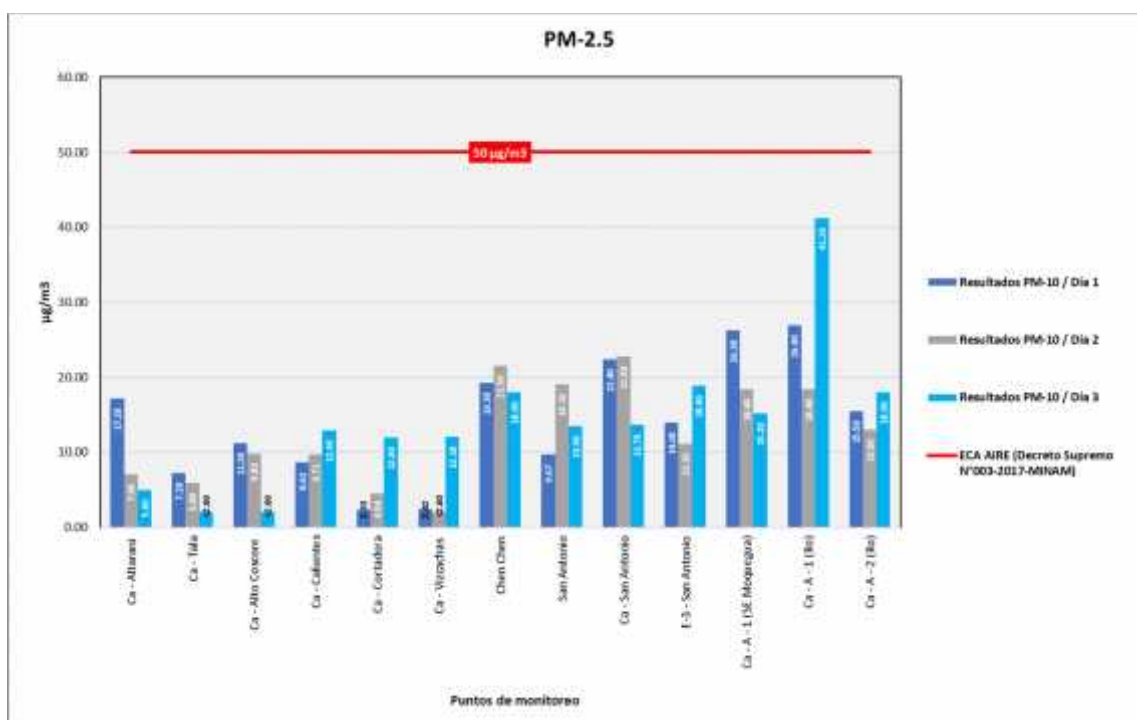
En cuanto a los puntos Ca-A-1 y Ca-A-2, ambos ubicados en el terreno propiedad de AAQ frente a ENGIE en la ciudad de Ilo, estos reflejan valores por debajo de los ECA para aire debido a que, si bien la característica principal del terreno donde se encuentran es arenosa, producto del nulo o poco tránsito que circula en dicho terreno, no hay una dispersión considerable de contaminantes que podrían afectar a la calidad de aire.

4.4.2.5 MATERIAL PARTICULADO MENOR A 2,5 MICRAS (PM-2,5)

De igual manera que el PM-10, el material particulado menor a 2,5 micras (PM-2,5) son contaminantes atmosféricos de mayor importancia debido principalmente a sus efectos nocivos en la salud, ya que son particularmente partículas que, debido a su pequeño tamaño pueden penetrar en el pulmón con mayor facilidad, causando inflamación de este y aumentando así el riesgo de cáncer (Defensoría del Pueblo, 2006).

En la siguiente figura, se visualiza el resultado obtenido para los puntos de monitoreo de calidad de aire, en donde se ha realizado tres mediciones consecutivas con un periodo de 24 horas de duración cada una.

Figura 4.98. Concentraciones de Material Particulado PM-2,5



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cabe precisar que, la ubicación de los puntos de monitoreo de Ca-Tala, Ca-Alto Coscore y Ca-Calientes se encuentran sobre las áreas de las comunidades campesinas, en donde no se visualiza un tránsito constante de vehículos o fuentes fijas de contaminantes, presentando

variaciones en la calidad del aire en dichas áreas. Asimismo, si bien los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo Ca-Altarani y Ca-Cortadera se encuentran por debajo de los ECA para aire (ECA PM-2,5 = 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), se debe indicar que, en la actualidad estos puntos se encuentran sin presencia de actividades constructivas.

4.5 RUIDO AMBIENTAL

El Monitoreo de ruido ambiental correspondiente a la Campaña N° 10 – Temporada Húmeda 2022, se ha llevado desde el día 07 de abril al 20 de abril del 2022, realizándose bajo los lineamientos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobados mediante D.S. N° 085-2003-PCM.

La medición de los niveles de ruido se ha realizado con un sonómetro de clase 1, cumpliendo con lo establecido con la norma IEC 61672-1-2013 y debidamente calibrado ante INACAL. Asimismo, la medición de calidad de ruido se realizó durante un periodo de 24 horas por cada punto de monitoreo.

4.5.1 RESULTADOS DE RUIDO AMBIENTAL

Para la evaluación de la calidad del ruido y la determinación de los niveles de vibraciones se ha establecido un total de doce (12) puntos de monitoreo distribuidos tanto en la zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco, así como en las áreas de influencia del proyecto en mención y en las zonas de interés como las ciudades de Moquegua e Ilo.

Cabe precisar que, los puntos de monitoreo de ruido y vibraciones comparten la misma descripción, misma codificación y ubicación geográfica (coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19S), tal como se presenta en el siguiente cuadro.

A continuación, en los siguientes cuadros se detallan los resultados de los puntos de monitoreo de calidad de ruido. Asimismo, en el **Anexo 03** se adjuntan los informes de ensayo, así como las cadenas de custodia de los puntos de monitoreo.

4.5.1.1 RESULTADOS DE RUIDO EN ZONA RESIDENCIAL

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados obtenidos en la evaluación de 24 horas para los puntos de monitoreo correspondientes a la zona residencial.

Cuadro 4.12. Resultados Promedios de Ruido Diurno – Zona Residencial

Puntos de Monitoreo	Descripción	Resultados de medición en horario diurno			ECA (D.S. N° 085-2003-PCM) - Residencial
		Lmáx (dB)	Lmín (dB)	LAeqT (dB)	
R-1	Chen Chen	62.0	24.0	38.0	60.0
R-2	San Antonio	63.0	24.0	41.0	60.0
R-3	Anexo de Calientes	62.6	22.6	37.4	60.0
R-8	Anexo de Tala	69.5	30.0	47.6	60.0
R-10	Comunidad Campesina Chilota	67.5	20.2	39.0	60.0
R-11	Comunidad Campesina Huachunta	70.0	22.4	41.7	60.0
R-7B	Centro Poblado Alto Coscore	67.0	24.6	36.3	60.0
R-7C	Anexo de Calientes	68.9	29.1	41.5	60.0

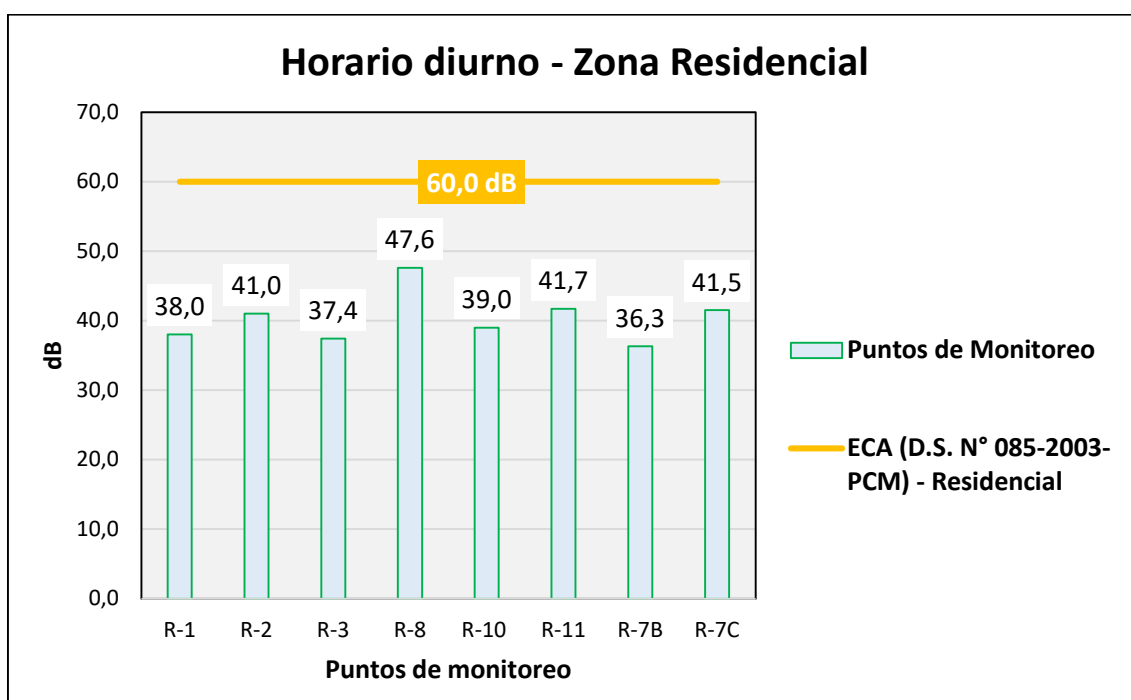
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 4.99. Resultados de Horario Diurno – Zona Residencial



(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 4.13. Resultados Promedios de Ruido Nocturno – Zona Residencial

Puntos de Monitoreo	Descripción	Resultados de medición en horario diurno			ECA (D.S. N° 085-2003-PCM) - Residencial
		Lmáx (dB)	Lmín (dB)	LAeqT (dB)	
R-1	Chen Chen	63.0	22.0	37.7	50.0
R-2	San Antonio	63.0	22.0	40.2	50.0
R-3	Anexo de Calientes	49.9	22.1	32.1	50.0
R-8	Anexo de Tala	67.5	30.2	41.5	50.0
R-10	Comunidad Campesina Chilota	55.7	20.3	32.2	50.0
R-11	Comunidad Campesina Huachunta	69.8	20.6	37.2	50.0
R-7B	Centro Poblado Alto Coscore	63.5	25.7	32.5	50.0
R-7C	Anexo de Calientes	62.5	29.8	40.2	50.0

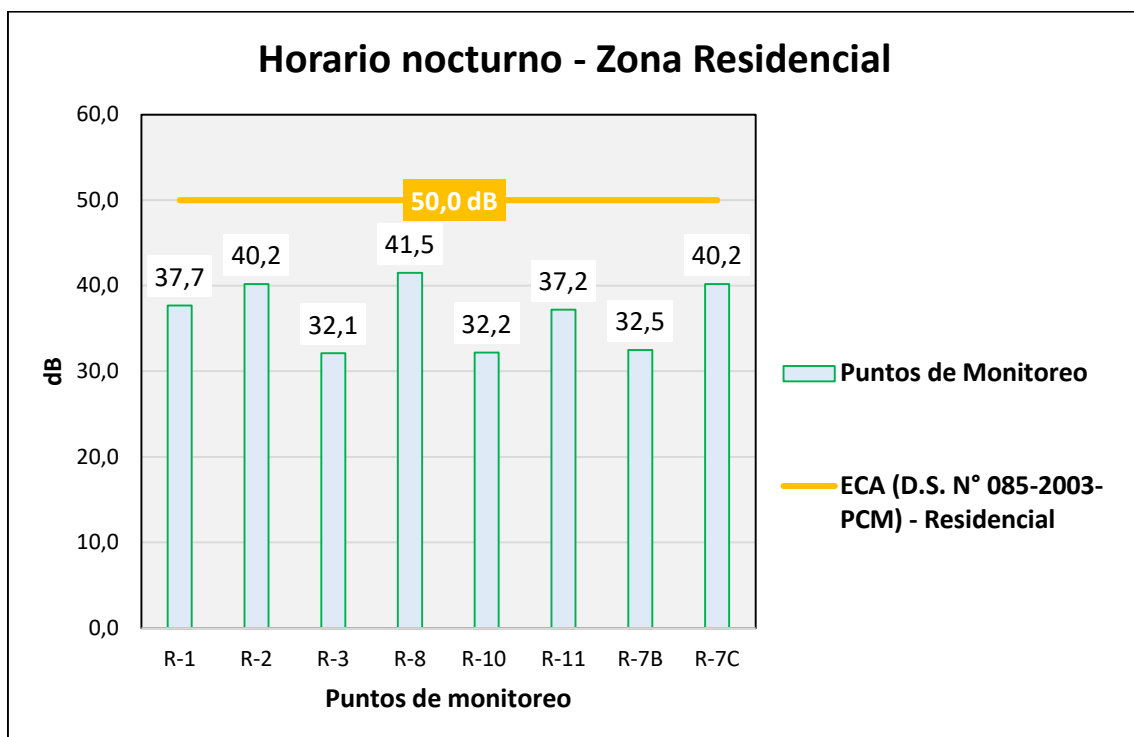
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 4.100. Resultados de Horario Nocturno – Zona Residencial



(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.5.1.2 RESULTADOS DE RUIDO EN ZONA COMERCIAL

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados obtenidos en la evaluación de 24 horas para los puntos de monitoreo correspondientes a la zona comercial.

Cuadro 4.14. Resultados Promedios de Ruido Diurno – Zona Comercial

Puntos de Monitoreo	Descripción	Resultados de medición en horario diurno			ECA (D.S. N° 085-2003-PCM) - Comercial
		Lmáx (dB)	Lmín (dB)	LAeqT (dB)	
R-4	Chen Chen	85.1	33.6	59.4	70.0
R-5	San Antonio	94.0	38.0	61.9	70.0

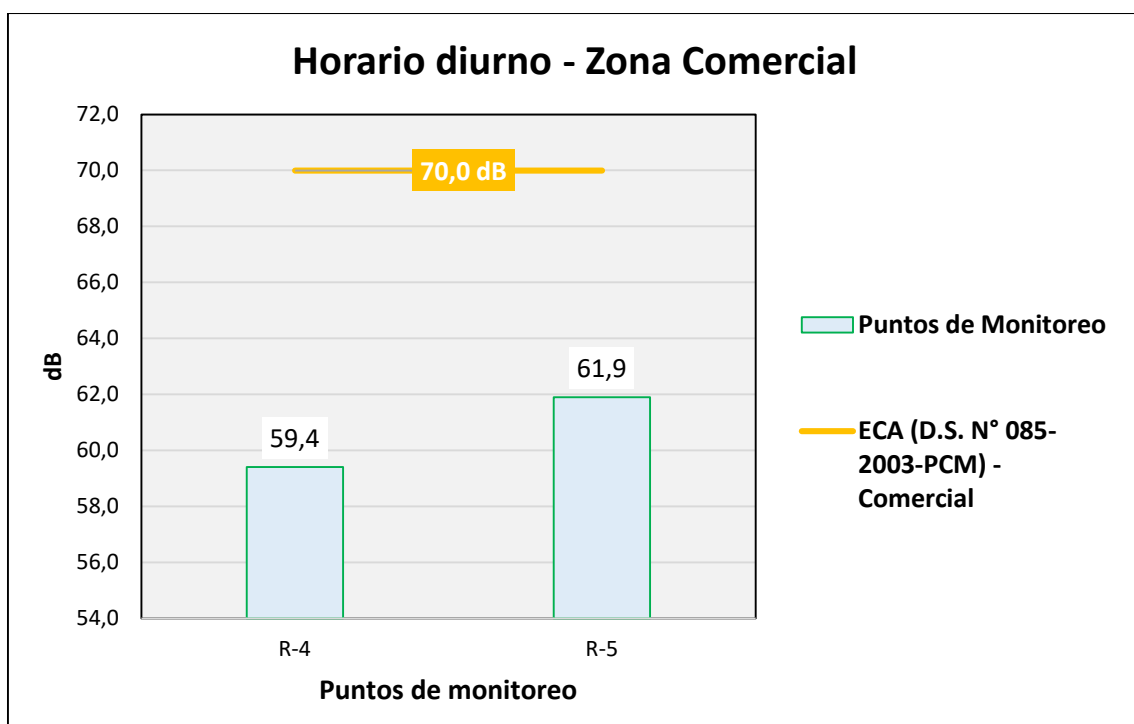
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 4.101. Resultados de Horario Diurno – Zona Comercial



(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 4.15. Resultados Promedios de Ruido Nocturno – Zona Comercial

Puntos de Monitoreo	Descripción	Resultados de medición en horario diurno			ECA (D.S. N° 085-2003-PCM) - Comercial
		Lmáx (dB)	Lmín (dB)	LAeqT (dB)	
R-4	Chen Chen	80.0	22.6	55.4	60.0
R-5	San Antonio	88.0	25.0	59.7	60.0

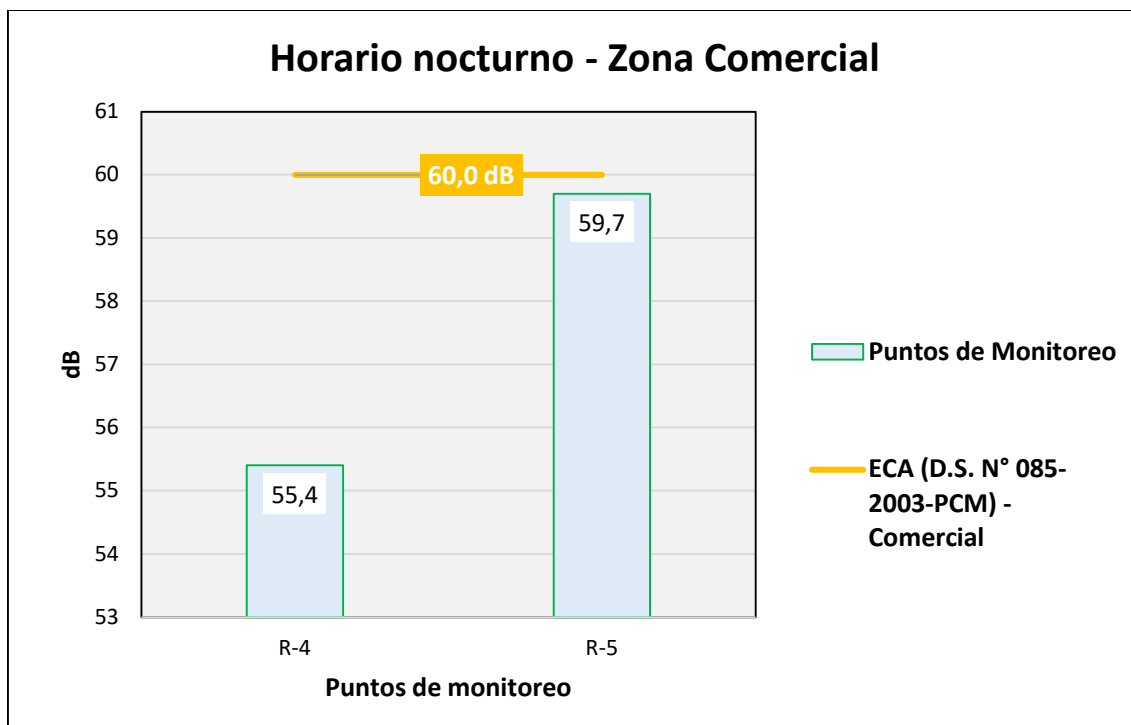
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 4.102. Resultados de Horario Nocturno – Zona Comercial



(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.5.1.3 RESULTADOS DE RUIDO EN ZONA INDUSTRIAL

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados obtenidos en la evaluación de 24 horas para los puntos de monitoreo correspondientes a la zona industrial.

Cuadro 4.16. Resultados Promedios de Ruido Diurno – Zona Industrial

Puntos de Monitoreo	Descripción	Resultados de medición en horario diurno			ECA (D.S. N° 085-2003-PCM) - Comercial
		Lmáx (dB)	Lmín (dB)	LAeqT (dB)	
RP-1	Terreno frente a Engie	81.3	38.1	48.5	80.0
RP-5	Terreno frente a Engie	70.9	31.7	44.8	80.0

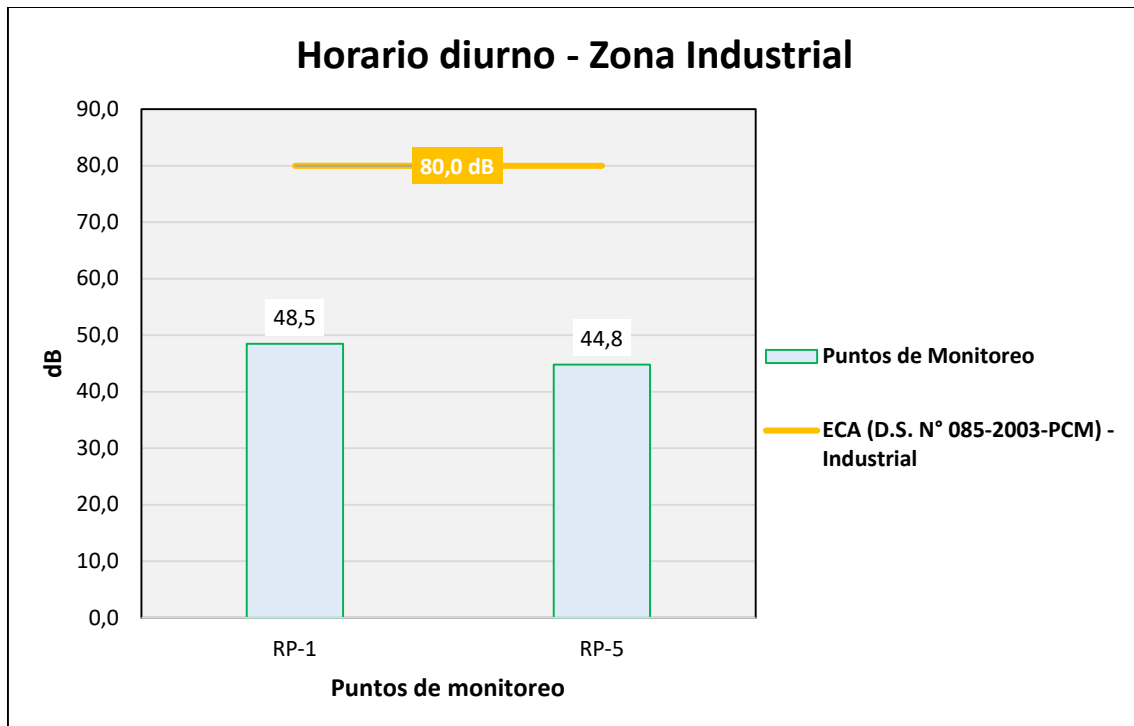
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 4.103. Resultados de Horario Diurno – Zona Industrial



(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 4.17. Resultados Promedios de Ruido Nocturno – Zona Industrial

Puntos de Monitoreo	Descripción	Resultados de medición en horario diurno			ECA (D.S. N° 085-2003-PCM) - Comercial
		Lmáx (dB)	Lmín (dB)	LAeqT (dB)	
RP-1	Terreno frente a Engie	59.5	35.1	42.4	70.0
RP-5	Terreno frente a Engie	63.2	30.4	43.1	70.0

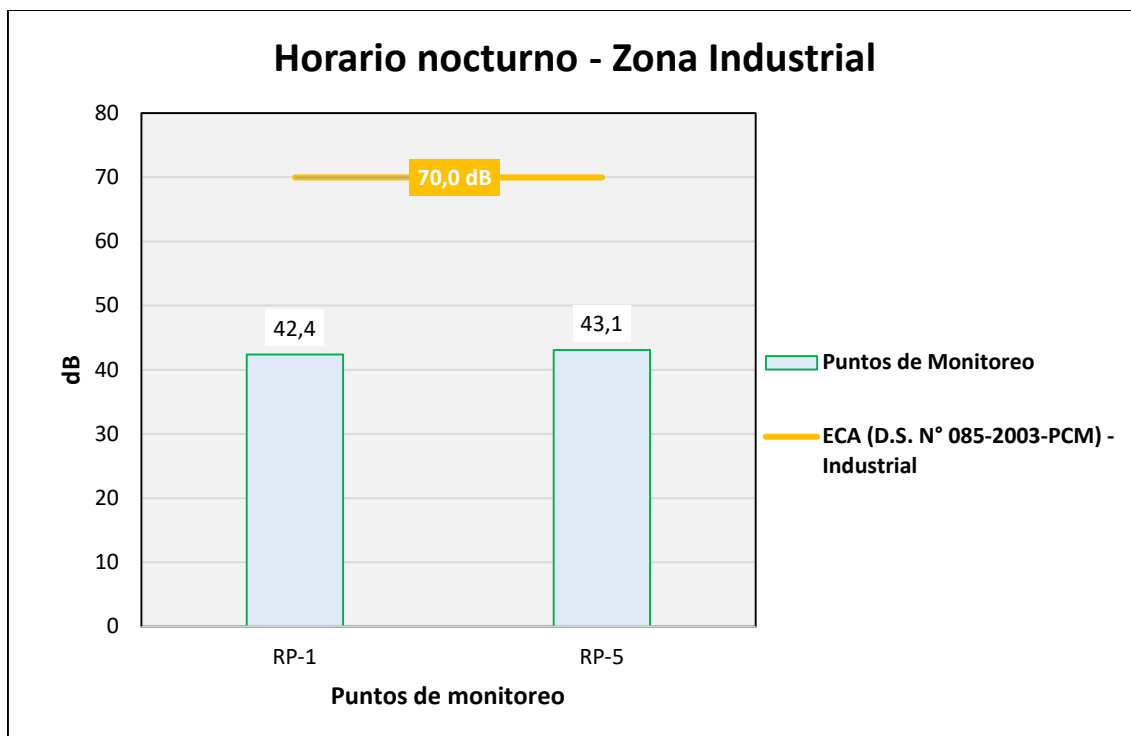
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 4.104. Resultados de Horario Nocturno – Zona Industrial



(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.5.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE RUIDO AMBIENTAL

Como podemos observar en los resultados expresados en los cuadros y figuras líneas arriba, observamos que los niveles de ruido se encuentran muy por debajo de los valores establecidos tanto para las zonas residenciales, comerciales e industriales en los Estándares Nacionales de Calidad para Ruido Ambiental aprobados por Decreto Supremo N°085-2003-PCM.

4.6 NIVELES DE VIBRACIÓN

4.6.1 RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE VIBRACIONES

En base a la descripción de las ubicaciones de los puntos de monitoreo para vibraciones se ha determinado la zona de aplicación y la curva base, con el fin de realizar la comparación con los niveles de referencia establecidos en la Normas ISO 2631-1 e ISO 2631-2.

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los rangos de factores en curvas base de vibraciones, de acuerdo con los puntos de monitoreo.

Cuadro 4.18. Rango de factores en curvas base de vibraciones

Puntos de Monitoreo	Descripción	Zona de Aplicación	Horario	Curva Base para vibración
R-8 Tala	C.C. Tala	Residencial	Diurno	2
R-7C Calientes	C.C. Calientes	Residencial	Diurno	2
R-7B Alto Coscore	C.C. Alto Coscore	Residencial	Diurno	2
R-10 Chilota	C.C. Chilota	Residencial	Diurno	2
R-11 Huachunta	C.C. Huachunta	Residencial	Diurno	2
R-4	Moquegua	Residencial	Diurno	2
R-5	Moquegua	Residencial	Diurno	2
R-1	Moquegua	Residencial	Diurno	2
R-2	Moquegua	Residencial	Diurno	2
R-3	C.C. Calientes	Residencial	Diurno	2
RP-1	Ilo	Almacén y Comercial	Diurno	8
RP-5	Ilo	Almacén y Comercial	Diurno	8

Fuente: Taller de trabajo para establecer la Malla de Puntos de Monitoreo – Subcomité (04.03.21), 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.6.1.1 EVALUACIÓN DE RESULTADOS CON LA NORMA ISO 2631-1

En el siguiente cuadro se muestra los puntos de muestreo, los resultados y los valores del ISO 2631-1 con el cual se realizará el análisis. Las mediciones de vibraciones se presentan como aceleración ponderada de la frecuencia (m/s^2), descritas mediante nivel global de una frecuencia de 0.5- 80 Hz.

Cuadro 4.19. Resultados de medición de aceleración ponderada (m/s^2)

Puntos de Monitoreo	Resultado de A_w (m/s^2)	En base a la Norma ISO 2631-1 ⁽¹⁾		
		Valor de A_w	Nivel de Percepción	Efecto al cuerpo receptor
R-8 Tala	<0.0000001	$A_w < 0.315 m/s^2$	$A_w (0.01 - 0.02)$ Expresado en m/s^2	No molesto
R-7C Calientes	<0.0000001			
R-7B Alto Coscore	<0.0000001			
R-10 Chilota	<0.0000001			
R-11 Huachunta	<0.0000001			
R-4	<0.0000001			
R-5	<0.0000001			
R-1	<0.0000001			
R-2	<0.0000001			
R-3	<0.0000001			
RP-1	<0.0000001			
RP-5	<0.0000001			

A_w : Aceleración ponderada de la frecuencia expresada en m/s^2 .

“<”: Valor obtenido por debajo del límite de detección del método.

(1): Adaptado del ISO 2631-1:1997 “Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo, Parte 1: Requerimientos generales”, 1997.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.6.1.2 EVALUACIÓN DE RESULTADOS CON LA NORMA ISO 2631-2

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de las mediciones de vibración durante el horario diurnos. Las mediciones de vibraciones se presentan como aceleración ponderada de la frecuencia (m/s^2) y su respectiva transformación en nivel de aceleración en dB (referencia $10^{-6} m/s^2$), descritas mediante nivel global de una frecuencia de 80 Hz.

Cuadro 4.20. Conversión de la aceleración expresada en unidades dB - Campaña 10 Temporada Húmeda

Puntos de Monitoreo	Resultado de A_w (m/s^2)	Resultado $L_{a,w}$ expresado en dB
R-8 Tala	<0.0000001	0.0
R-7C Calientes	<0.0000001	0.0
R-7B Alto Coscore	<0.0000001	0.0
R-10 Chilota	<0.0000001	0.0
R-11 Huachunta	<0.0000001	0.0
R-4	<0.0000001	0.0
R-5	<0.0000001	0.0
R-1	<0.0000001	0.0
R-2	<0.0000001	0.0
R-3	<0.0000001	0.0
RP-1	<0.0000001	0.0
RP-5	<0.0000001	0.0

A_w : Aceleración ponderada de la frecuencia expresada en m/s^2 .

$L_{a,w}$: Aceleración expresado en dB, con referencia a $10^{-6} m/s^2$

"<": Valor obtenido por debajo del límite de detección del método.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13643, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 4.21. Resultados de la aceleración (m/s^2) referencial - Campaña 10 Temporada Húmeda

Puntos de Monitoreo	Resultado $L_{a,w}$ expresado en dB	Nivel Máximo Referencial por Zona de aplicación expresado en dB ⁽¹⁾
R-8 Tala	0.0	100
R-7C Calientes	0.0	
R-7B Alto Coscore	0.0	
R-10 Chilota	0.0	
R-11 Huachunta	0.0	
R-4	0.0	
R-5	0.0	
R-1	0.0	
R-2	0.0	
R-3	0.0	
RP-1	0.0	110

Puntos de Monitoreo	Resultado $L_{a,w}$ expresado en dB	Nivel Máximo Referencial por Zona de aplicación expresado en dB ⁽¹⁾
RP-5	0.0	

$L_{a,w}$: Aceleración expresado en dB, con referencia a 10^{-6} m/s^2

(1): Adaptado del ISO 2631-2:2003 "Evaluación de exposición humana a vibraciones del cuerpo entero, Parte 2: Vibración continua inducida por shock de instalaciones (1 a 80 Hz)", 2003.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.6.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VIBRACIONES

De acuerdo con los valores obtenidos en los cuadros líneas arriba, la evaluación de vibraciones en los doce puntos de monitoreo, distribuidos en las comunidades campesinas pertenecientes al AID, así como en las ciudades de Moquegua e Ilo, reflejan resultados por debajo del límite de detección del método aplicado, es decir, las vibraciones registradas representan valores cercanos a cero que no pueden ser cuantificadas por el método del laboratorio (nivel umbral del vibrómetro).

De tal modo que, podemos afirmar que la evaluación en los puntos de monitoreo no refleja o registra niveles de vibraciones, siendo así el efecto por la exposición de vibraciones en relación al confort de los cuerpos receptores de significancia como "no molesto", debido a que, los resultados de aceleración ponderada de los puntos de monitoreo son inferiores al valor de $0,315 \text{ m/s}^2$, de acuerdo con lo establecido en la norma ISO 2631-1.

Tal como se menciona en los párrafos anteriores y se refleja en los cuadros del ítem 5.4.2., los valores de aceleración ponderada tienden a ser nulos, pudiendo interpretarse como una ausencia de vibraciones, por lo tanto, en comparación con la norma ISO 2631-2, dichos valores no exceden los Niveles Máximos Referenciales tanto para las zonas de aplicación residenciales como comerciales.

4.7 RADIACIONES NO IONIZANTES

Las Radiaciones No Ionizantes (RNI) son las radiaciones electromagnéticas que no tienen la energía suficiente para ionizar la materia y por lo tanto no pueden afectar el estado natural de los tejidos vivos. Constituyen, la parte del espectro electromagnético cuya energía fotónica es débil para romper enlaces atómicos; entre ellas cabe citar la radiación ultravioleta, la luz visible, la radiación infrarroja, los campos de radiofrecuencias y microondas, y los campos de frecuencias extremadamente bajas.

Estas radiaciones pueden provenir de la naturaleza, siendo el Sol la mayor fuente de radiación; o de servicios y sistemas radioeléctricos de uso civil y militar, tales como la radio, TV, Internet, telefonía fija y móvil o celular y radioaficionados. Es importante destacar que las ondas

radioeléctricas, que emiten Radiaciones No Ionizantes, aun cuando sean de alta intensidad de potencia, no pueden causar ionización en un sistema biológico, es decir que no pueden alterar su estructura molecular ni celular.

4.7.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

En el siguiente cuadro se detallan los resultados obtenidos en los tres (03) puntos de monitoreo que forman parte de la malla de puntos del MAP Quellaveco.

Cuadro 4.22. Resultados de la evaluación de radiaciones no ionizantes

Parámetros	Unidades	PUNTOS DE MONITOREO			D.S. N°010-2005-PCM
		R-1/SAN ANTONIO	R-2/SAN ANTONIO	R-3/ANEXO CALIENTES	
Intensidad de Campo Eléctrico (E)	(V/m)	0.440	3.280	0.590	4167.3
Intensidad de Campo Magnético (H) (A/m)	(A/m)	0.004	0.004	0.002	67.6
Densidad de Flujo Magnético (B)	(uT)	0.004	0.005	0.002	83.3

(1): Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.7.2 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

De los resultados obtenidos en el ítem 4.7.1, podemos observar que, los valores tanto de intensidad de campo eléctrico, intensidad de campo magnético y densidad de flujo magnético, parámetros que se encuentran establecidos en la normativa ambiental para radiaciones no ionizantes, reflejan valores por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones no ionizantes aprobados mediante Decreto Supremo N°010-2005-PCM.

Si bien cerca del proyecto no se cuenta con la presencia de líneas de transmisión existentes que producto de su funcionamiento podrían estar emitiendo radiaciones no ionizantes en el área del proyecto y colindantes, es importante mencionar que, de acuerdo con la bibliografía internacional, este tipo de radiaciones no ionizantes se mantiene al día de hoy por debajo de los estándares tanto nacionales como internacionales.

5. CONCLUSIONES

5.1 CALIDAD DE AGUA

Los procedimientos y métodos de aseguramiento de la calidad en los procesos de muestreo y análisis del laboratorio esta normado por la entidad INACAL, a través de la NTP – ISO/IEC17025-2017. Además, se tomaron duplicados en puntos importantes, además de blancos viajeros, los cuales son tomados aleatoriamente, cumpliendo el procedimiento de cada laboratorio acreditado.

5.1.1 ZONA DE ABASTECIMIENTO

La evaluación de la zona de abastecimiento de agua para el proyecto Minero Quellaveco (zona de alta montaña) ha considerado un total de once (11) puntos de monitoreo distribuidos en los ríos Vizcacha, Chilota, Titire, Chincune y Calazaya, así como en las quebrada Vilaje y Pampa de Huachunta, de los cuales se han analizado un total de 64 parámetros realizando la comparación de las concentraciones obtenidas con la Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecida en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

De los resultados podemos apreciar que la gran mayoría de los puntos de monitoreo cumplen con los valores de los ECA para Agua Superficial en torno a la categoría asignada por la Autoridad Nacional del Agua – ANA. Sin embargo, se observa ciertas excedencias en algunos puntos de monitoreo de calidad de agua. En el siguiente cuadro se detalla un resumen de la evaluación realizada en los cuerpos de agua ubicados en la zona de alta montaña.

Cuadro 5.1. Cuadro Resumen de los Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua – Zona de Alta Montaña

Cuerpo de Agua	Punto de Monitoreo	Parámetros Evaluados			Observaciones
		Sí cumplen ECA	No cumplen ECA	Total	
Río Vizcachas	PGB-1	61	3	64	pH, Aluminio, Boro, manganeso
	QLVIZ-8	61	3	64	pH, Aluminio, Boro, manganeso
	VIZ-1	64	-	64	
	VIZ-2	64	-	64	
Río Titire	TIT-1	56	9	64	Conductividad, pH, cloruro, sulfato, Aluminio, Boro, cobre, hierro, manganeso

Cuerpo de Agua	Punto de Monitoreo	Parámetros Evaluados			Observaciones
		Sí cumplen ECA	No cumplen ECA	Total	
Río Chilota	CHL-8	64	-	64	
	CHL-4	64	-	64	
Quebrada S/N	HAS-2	64	-	64	
Quebrada Vilaje	HAS-3	64	-	64	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

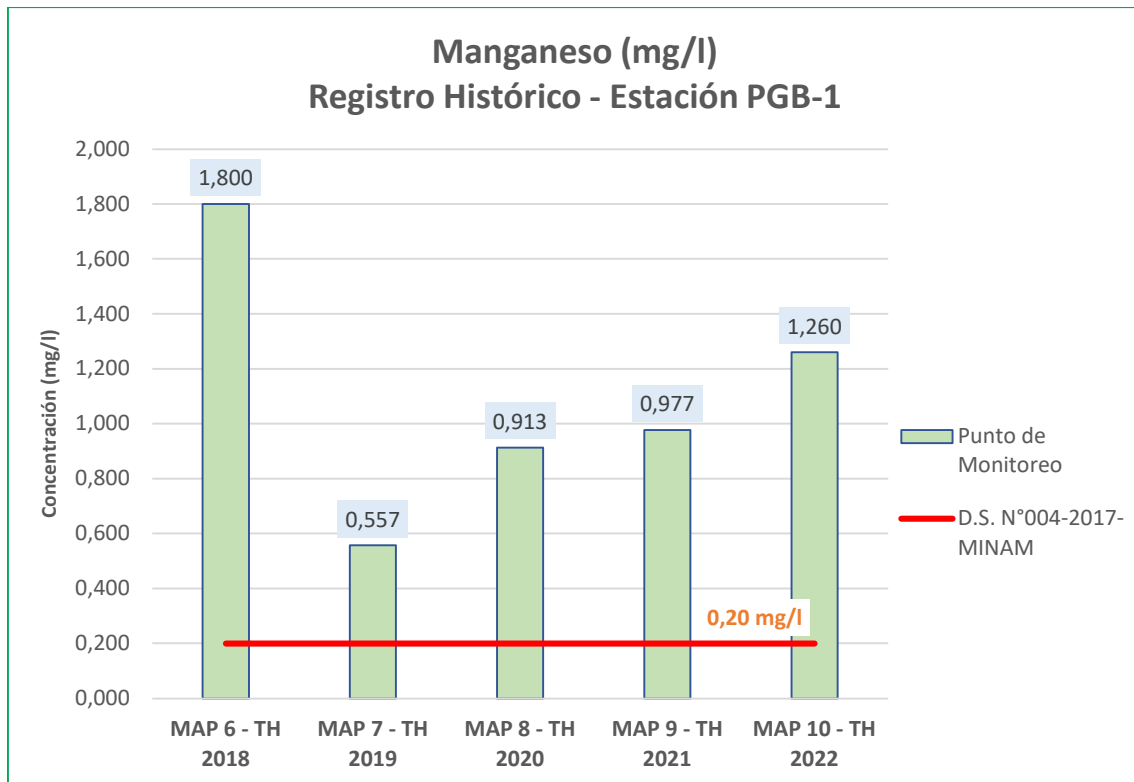
Asimismo, se aprecia que la evaluación en el río Vizcachas y Titire mantiene una tendencia a la acidez con respecto al pH producto de la presencia de actividad geotérmica que influye en la liberación de óxidos de metales como el Boro, Aluminio, Cobalto y Manganeso, tal como se registra desde la línea base y se viene dando en las anteriores campañas.

De igual manera, se observa que en el punto de monitoreo PGB-1 (A la salida del canal de Pasto Grande – río Vizcachas), históricamente desde el año 2014 se han encontrado valores elevados de manganeso, boro y aluminio, esto puede deberse al afloramiento de aguas subterráneas con alto contenido de manganeso asociada al desgaste de rocas con presencia de dicho elemento.

Los demás parámetros evaluados en los puntos de monitoreo correspondientes a la zona de alta montaña presentan valores dentro de lo esperado y del mismo comportamiento que se viene registrando en las anteriores campañas.

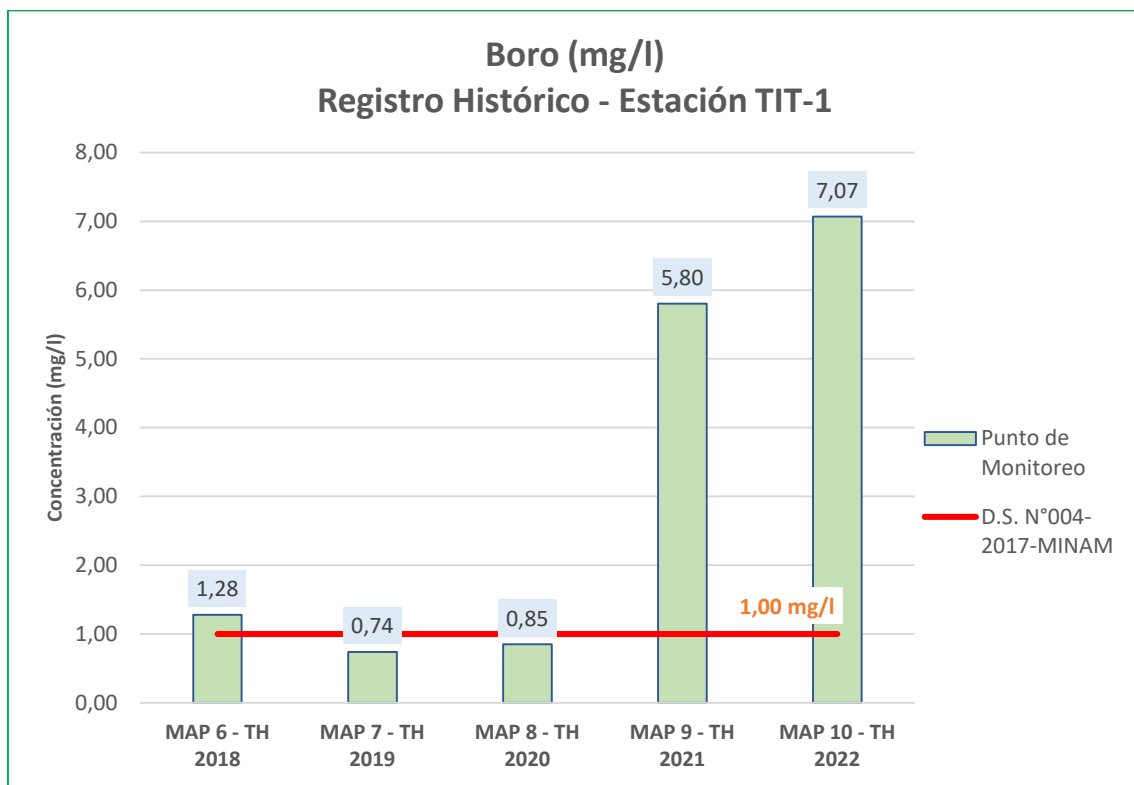
En la figura líneas abajo se observa alto contenido de manganeso en el punto de muestreo PGB-1 del río Vizcachas, donde los valores se encuentran por encima del ECA para agua aprobados por el D.S. N° 004-2017-MINAM, esto puede deberse a la presencia de actividad geotérmica.

Figura 5.1. Registros históricos de la estación PGB-1 para Mn (últimos cinco años)



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 5.2. Registros históricos de la estación TIT-1 para B (últimos cinco años)



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como podemos observar en la figura líneas arriba, la presencia de boro en el río Titire se evidencia desde el año 2018, donde viene registrando valores elevados y que se encuentra por encima de los ECA para agua aprobados por el D.S. N° 004-2017-MINAM, esto puede deberse a la presencia de actividad geotérmica que recibe el mismo río lo que ocasiona la liberación de minerales como el boro o aluminio.

5.1.2 ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco se ha realizado la evaluación de calidad de agua en un total de 24 puntos de monitoreo, encontrándose ciertas excedencias en algunos de los puntos evaluados.

De la misma forma que la evaluación en la zona de alta montaña, se han analizado un total de 64 parámetros de calidad de agua, los cuales serán comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Asimismo, en el siguiente cuadro se detalla el resumen del análisis realizado.

Cuadro 5.2. Cuadro Resumen de los Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua – Zona de Operaciones y Moquegua

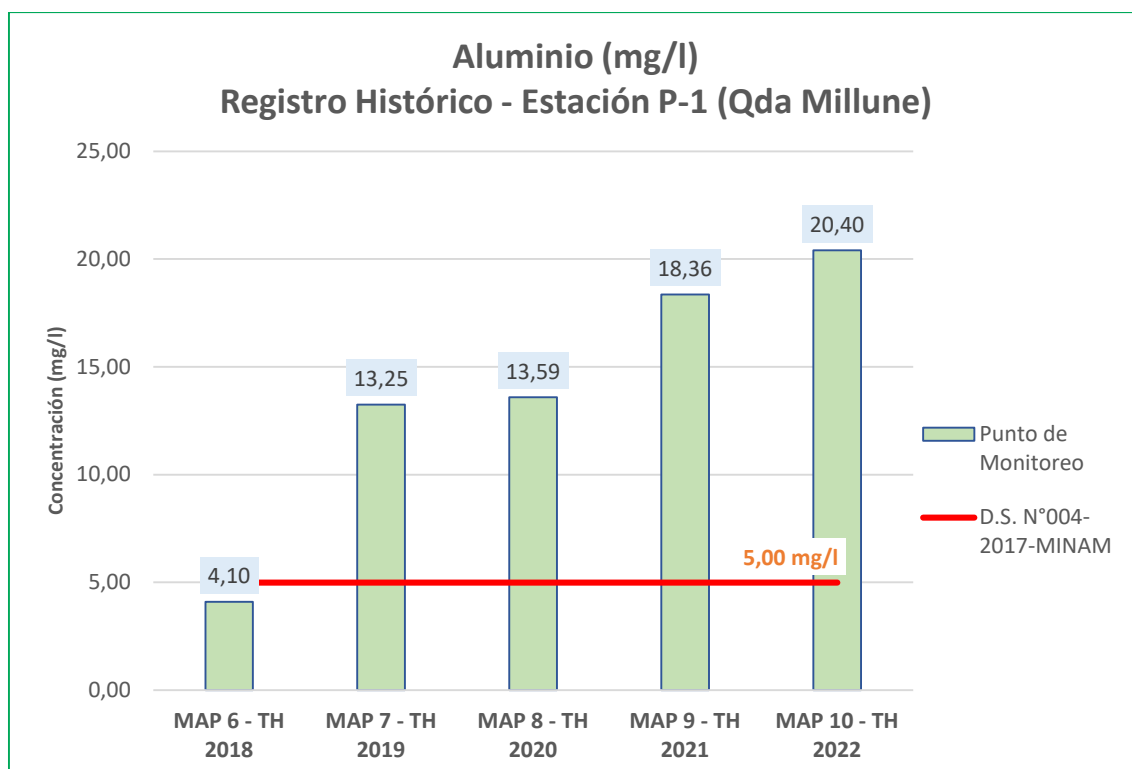
Cuerpo de Agua	Punto de Monitoreo	Parámetros Evaluados			Observaciones
		Sí cumplen ECA	No cumplen ECA	Total	
Río Asana	AS-1	64	-	64	
	P-11	64	-	64	
	P-12	64	-	64	
	AS-3	64	-	64	
Quebrada Altarani	ALT-4	64	-	64	
Río Charaque	CH-3	64	-	64	
	Q-CH	64	-	64	
Quebrada Millune	P-1	61	3	64	pH, aluminio, manganeso
Quebrada Sarallenque	P-10	64	-	64	
Río Capillune	CAP-1	64	-	64	
Río Coscore	COS-1	64	-	64	
	COS-2	64	-	64	
	COS-3	64	-	64	
	COS-4	64	-	64	
Río Tumilaca	TUM-3	64	-	64	

Cuerpo de Agua	Punto de Monitoreo	Parámetros Evaluados			Observaciones
		Sí cumplen ECA	No cumplen ECA	Total	
	TUM-4	64	-	64	
	13172RTumi	64	-	64	
Río Huancanane	CAP-2	62	2	64	pH, boro
	CAP-3	63	1	64	Boro
Río Moquegua	MQ-3	62	2	64	Coliformes termotolerantes, Escherichia coli
	13172RMoque1	62	2	64	Coliformes termotolerantes, Escherichia coli
	13172RMoque2	60	4	64	pH, Boro, Coliformes termotolerantes, Escherichia coli
Río Osmore	13172Rosmo1	62	2	64	pH, Boro

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se ha podido observar ya desde la línea base y en anteriores campañas se viene presentando concentraciones altas de aluminio y manganeso en la quebrada Millune (punto de monitoreo P-1) dada sus características de ser un área altamente mineralizada (precisamente se encuentra aguas arriba de la zona de operaciones), por lo que, las concentraciones de dichos elementos influyen a que el pH del agua de la quebrada Millune tenga una tendencia a la acidez y los valores de Al sobrepasan los valores del ECA del DS N° 004 2017 MINAM que es 5 mg/L.

Figura 5.3. Registros históricos de la estación P-1 para Aluminio (últimos años)



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.3 AGUA DE MAR

En los puntos de monitoreo de calidad de agua de mar se han observado que los parámetros evaluados se encuentran por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, principalmente para la categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. En las cuatro (04) estaciones de monitoreo P-13, P-9, P-5 y P-1 en ILO ENGIE se ha registrado concentraciones de parámetros por debajo de lo dispuesto en el ECA

Si bien en la actualidad, no se vienen realizando actividades operativas en la zona de evaluación, estos monitoreos permiten establecer una imagen antes de las actividades propias de la etapa de operación donde se estima que saldrá el concentrado de mineral a través del ingreso de buques y/o barcos para su traslado.

5.2 SEDIMENTOS

La composición de los sedimentos en los 39 puntos de monitoreo puede variar de material mineral pura a materia predominantemente orgánica. Los sedimentos son depósitos de una variedad de desechos biológicos, químicos y contaminantes (residuos) en los cuerpos de agua, siendo sumideros de contaminantes como metales pesados y compuestos orgánicos tóxicos. Los

resultados de la evaluación de metales en sedimentos en los treinta y nueve (39) puntos monitoreados, se evaluaron de manera referencial con la norma canadiense (CCME, 2002), al no contar con normatividad nacional.

Asimismo, es importante mencionar que, al no existir una legislación nacional se ha previsto tomar normativa internacional aceptada como es el caso de los Estándares Internacionales de la Norma Canadiense que, como sucede en muchos casos, no está acorde con la realidad del entorno ambiental de nuestro país y podrían existir diferencias entre los parámetros evaluados.

5.3 CALIDAD DE SUELO

De los resultados obtenidos en la evaluación de calidad de suelo podemos apreciar que en los 15 puntos de monitoreo de calidad de suelo las concentraciones de los parámetros orgánicos del suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método del laboratorio (“<”), infiriendo así que la presencia de dichos parámetros en el suelo es nula o su concentración es tan baja que no puede ser detectado por los métodos acreditados. En lo que respecta a los parámetros inorgánicos (metales pesados y cianuro libre), observamos que los valores obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de suelo cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivos, pudiendo concluir que las concentraciones halladas no representan un grado de contaminación en los suelos evaluados.

5.4 CALIDAD DE AIRE

Los puntos de monitoreo fueron seleccionados con la finalidad de conocer la calidad del aire por material particulado, teniendo en cuenta que estos puntos presentan diversas características urbanísticas y de movilidad vehicular que influyen en la calidad del aire. Así mismo, en su ubicación se tuvo en cuenta la libre circulación del aire, alejado de fuentes de emisión fija y móvil, seguridad de los equipos, accesibilidad y punto de energía para su instalación.

Conforme con los resultados obtenidos en torno a la evaluación de calidad de aire en los diferentes puntos de monitoreo, abarcando las zonas de operación, así como las que abarca comunidades campesinas de Tala, Alto Coscore y Calientes, pasando por una evaluación en la ciudad de Moquegua e Ilo (frente al terreno de ENGIE), se ha podido visualizar que, las concentraciones halladas para los parámetros atmosféricos tales como el material particulado, tanto para menor a 10 micras como menor a 2,5 micras, el dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono, se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire aprobados mediante la promulgación del Decreto Supremo N°003-2017-MINAM.

No obstante, se ha podido evidenciar que, en los puntos ubicados en Chen Chen y San Antonio el resultado del parámetro NO₂ se encuentra superando ampliamente el Estándar de Comparación para dicho parámetro de 200 µg/m³, esto puede deberse a la presencia visualizada de maquinaria pesada y vehículos de transporte que se encontraban en el momento del monitoreo.

5.5 CALIDAD DE RUIDO Y VIBRACIONES

Se ha podido observar que, la evaluación correspondiente para ruido ambiental tanto en horario diurno como nocturno, cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobados mediante D.S. N° 085-2003-PCM para la zonificación Residencial (R-3, R-8 Tala, R-2, R-1, R-11 Huachunta y R-10 Chilota), comercial (R-4 y R-5) e Industrial (RP-1 y RP-5).

Cabe mencionar que, de acuerdo con los resultados obtenidos en anteriores campañas, el comportamiento de los niveles de ruido para los puntos de monitoreo R-4 y R-5 vienen encontrándose en valores entre 45.2 dB y 52.2 dB para horario diurno (resultados de LAeqT en el MAP N°6 y MAP N°7, respectivamente). Mientras que, para el horario nocturno se ha visto una disminución en los niveles de ruido nocturno dado que los resultados obtenidos en el MAP N°6 y N°7 arrojaban valores entre 46,8 dB y 57,4 dB.

Finalmente, es importante resaltar que, los puntos de monitoreo R-4 y R-5 por ser puntos ubicados dentro de la ciudad de Moquegua y que podrían verse alterados producto del tránsito de vehículos pesados, que transportarán el material hacia Ilo (recordar que la malla de puntos de monitoreo de ruido y vibraciones, se hizo tomando en cuenta, las posibles rutas del transporte del concentrado, conforme a lo aprobado en el IGA).

5.6 RADIACIONES NO IONIZANTES

De los resultados obtenidos en el ítem 4.7.1, podemos observar que, los valores tanto de intensidad de campo eléctrico, intensidad de campo magnético y densidad de flujo magnético, parámetros que se encuentran establecidos en la normativa ambiental para radiaciones no ionizantes, reflejan valores por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones no ionizantes aprobados mediante Decreto Supremo N°010-2005-PCM.

Si bien cerca del proyecto no se cuenta con la presencia de líneas de transmisión existentes que producto de su funcionamiento podrían estar emitiendo radiaciones no ionizantes en el área del proyecto y colindantes, es importante mencionar que, de acuerdo con la bibliografía internacional, este tipo de radiaciones no ionizantes se mantiene al día de hoy por debajo de los estándares tanto nacionales como internacionales.



**INFORME DE MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA
CAMPAÑA 10 – TEMPORADA HÚMEDA - 2022
MAP QUELLAVECO**

Elaborado para:



Elaborado por:



Av. Parque de las Leyendas N°210, Oficina 501, San Miguel

Teléfonos: 051 3963771/961888866/967635869

www.asilorza.com

gerencia@asilorza.com

Agosto, 2022

FICHA DE CONTROL DE DOCUMENTOS

Revisión	Responsable	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	Miguel Gomez	Emitido para Revisión Interna	26/07/2022	Karol Orosco	05/08/2022
COMENTARIOS:					

NIVEL DEL CONTROL DE CALIDAD - MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

Revisión	Responsable	Descripción	Nivel
Rev. A	Miguel Gómez	Responsable de la redacción del documento	Interno ASILORZA
Rev. 0	Karol Orosco	Control de Calidad – Documento Final	Doc. para envío al cliente
Rev. 1	Cliente	Control de Calidad Técnico	Observaciones
Rev. 2	Cliente	Aprobación	Para entrega a la autoridad/stakeholders

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	GENERALIDADES	5
2.1.	MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO	5
2.1.1.	CREACIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MAP QUELLAVECO	5
2.1.2.	ALCANCES DEL MAP QUELLAVECO	5
2.2.	INFORMACIÓN DEL PROYECTO QUELLAVECO	6
2.2.1.	INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA) APROBADOS DEL PROYECTO	6
2.2.2.	UBICACIÓN DEL PROYECTO	7
2.3.	OBJETIVOS	8
2.3.1.	OBJETIVO GENERAL	8
2.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3.	ACTIVIDADES DEL MAP N°10 CAMPAÑA HÚMEDA-2022	9
3.1.	DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO	9
3.1.1.	ZONA DE ALTA MONTAÑA	9
3.1.2.	ZONA DE OPERACIONES	9
3.1.3.	ZONA DEL ÁMBITO MOQUEGUA.....	9
3.2.	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	9
3.3.	BITÁCORA DE LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO	11
3.3.1.	RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.....	11
4.	METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO	18
4.1.	METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN APLICADAS	18
4.1.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	18
4.1.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT	18
4.2.	METODOLOGÍAS DE MUESTREO APLICADAS	19
4.2.1.	PLANCTON.....	20
4.2.2.	PERIFITON.....	20
4.2.3.	BENTOS.....	20
4.2.4.	NECTON.....	21
4.3.	ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS.....	21
4.4.	ANÁLISIS DE DATOS	21
4.4.1.	ÍNDICES COMUNITARIOS	21
4.4.2.	ÍNDICES DE BIOMASA Y PESCA	24
4.4.3.	ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL	24
4.5.	CONSIDERACIONES	28
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
5.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	29
5.1.1.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT	31

5.1.2.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT DE LOS CUERPOS DE AGUA EVALUADOS A TRAVÉS DEL ÍNDICE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL)	31
5.1.3.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT DEL BOSQUE RIBEREÑO POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND	31
5.2.	ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO	35
5.2.1.	PLANCTON	35
5.2.2.	BENTOS.....	49
5.2.3.	PERIFITON.....	57
5.2.4.	PECES.....	63
5.3.	ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL	86
5.3.1.	ABASTECIMIENTO.....	86
5.3.2.	OPERACIONES.....	86
5.4.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN NACIONAL	89
5.5.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL.....	89
5.6.	ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES	89
5.7.	EVOLUCIÓN HISTÓRICA	89
5.7.1.	PLANCTON.....	90
5.7.2.	BENTOS.....	91
5.7.3.	PECES.....	92
6.	CONCLUSIONES	93
6.1.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	93
6.2.	COMUNIDADES ACUÁTICAS.....	94
6.2.1.	PLANCTON.....	94
6.2.2.	BENTOS.....	95
6.2.3.	PERIFITON.....	96
6.2.4.	PECES.....	96
7.	BIBLIOGRAFÍA	99

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el impacto a los ecosistemas naturales se viene incrementando de manera marcada en las especies de flora y fauna debido a causas como la introducción de especies exóticas, contaminación de las aguas, o pérdida de la biodiversidad genética; todo ello producto del inadecuado comportamiento humano o al incremento de actividades productivas e industriales que generan la perturbación ecológica, generando la ruptura del equilibrio natural; en muchos casos identificar y medir estas perturbaciones resultan difíciles de identificar debido a la confluencia de múltiples factores y la falta de estudios específicos para cada especie.

En el Perú la normativa ambiental y los esfuerzos para el aprovechamiento sostenible se centran en garantizar el suministro hídrico para la población, agricultura e industria manteniendo el caudal ecológico (flujo mínimo para garantizar la existencia de hábitat naturales de flora y fauna), por estas razones se han diseñado herramientas y técnicas que permiten conocer el estado de la calidad hídrica de los cuerpos de agua, así como garantizar su preservación

El monitoreo hidrobiológico permite analizar especies microscópicas que se encuentran en el agua: plancton, fitoplancton, zooplancton y perifiton; estos últimos son aquellos organismos que se encuentran sobre la superficie de las rocas, dentro o en las zonas aledañas del cauce del río. El estudio de estos microorganismos ayuda a verificar y determinar la calidad del agua actuando como “indicadores biológicos” para confirmar y determinar la calidad del agua basados en un estudio técnico detallado de presencia, ausencia o preponderancia de las especies identificando los cambios ocurridos en la calidad del agua mediante observaciones y registros periódicos.

A continuación, se describen los resultados de la temporada húmeda 2022 y los comparativos de los anteriores monitoreos. Las comunidades acuáticas evaluadas fueron las de plancton, perifiton, bentos, peces; además de parámetros fisicoquímicos, sobre cuyos datos obtenidos se aplicaron índices ecológicos y de calidad ambiental a fin de conocer el estado hidrobiológico de los cuerpos de agua en las zonas de muestreo.








2. GENERALIDADES

2.1. MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO

2.1.1. CREACIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MAP QUELLAVECO

Para el año 2013 se establece el Programa de Monitoreo Ambiental Participativo Quellaveco, estando relacionado bajo los compromisos N°5, 7 y 10 asumidos por el titular AAQ en la Mesa de Diálogo con diversas autoridades y actores locales. Por lo que, con fecha del 12 de junio del año 2013 se da la conformación del Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo, con las funciones de elaborar, supervisar y presentar los resultados obtenidos en el MAP Quellaveco.

Dicho subcomité está conformado por los siguientes representantes:

-  Anglo American (como titular del proyecto): 02 representantes.
-  Gobierno Regional de Moquegua: 02 representantes.
-  Municipalidad Provincial de Ilo: 01 representante.
-  Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto: 01 representante.
-  Municipalidad Provincial de Sánchez Cerro: 01 representante.
-  Sociedad Civil de Mariscal Nieto: 01 representante.
-  Sociedad Civil de Ilo: 01 representante.

Área de Influencia que incluye las comunidades campesinas de Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala: 01 representante.

2.1.2. ALCANCES DEL MAP QUELLAVECO

El alcance del presente informe corresponde al desarrollo e interpretación de los resultados obtenidos de Hidrobiología en el Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) del Proyecto Minero Quellaveco correspondiente a la campaña N° 10 – Temporada Húmeda 2022.

Asimismo, considera como alcance la representación gráfica de los resultados obtenidos en los monitoreos de calidad de aire, ruido y vibraciones, suelo, sedimentos, agua superficial y de mar desarrollados en los puntos de monitoreo establecidos.

2.2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO QUELLAVECO

2.2.1. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA) APROBADOS DEL PROYECTO

Con fecha del 19 de diciembre del año 2000, se aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Minero Quellaveco por parte del Ministerio de Energía y Minas, autoridad responsable, mediante la Resolución Directoral N°266-2000-EM/DGAA.

Para el año 2008, AAQ elabora y presenta la primera modificatoria del EIA del Proyecto Minero Quellaveco, con el objetivo de realizar cambios en la ubicación y tamaño del componente de la Planta Concentradora y del sistema de abastecimiento de agua para mina, la cual, a cargo del Ministerio de Energía y Minas, es aprobada el 23 de abril del 2010 mediante la Resolución Directoral N°140-2010-MEM/AAM.

Con fecha del 30 de marzo del año 2010, AAQ presenta ante el Ministerio de Energía y Minas, la segunda modificatoria del EIA del Proyecto Minero Quellaveco, cuya elaboración tenía como objetivo realizar el cambio de ruta de transporte de concentrados, líneas de transmisión e instalaciones portuarias, siendo aprobada mediante Resolución Directoral N°319-2010-MEM/AAM, con fecha del 14 de noviembre del mismo año.

Para el año 2012, se presenta ante el Ministerio de Energía y Minas, la tercera modificatoria del EIA, con la finalidad de optimizar el diseño y operación de la presa Vizcachas destinada para el abastecimiento de la mina, siendo dicha modificatoria aprobada mediante Resolución Directoral N°377-2012-MEM/AAM.

El 22 de mayo de 2014 se aprobó el Informe Técnico Sustentatorio (ITS) mediante la Resolución Directoral N° 214-2014-MEM-AAM, involucrando cambios en la huella del proyecto ubicada dentro del área de estudio de Línea Base Ambiental - área de operaciones, denominada así en los instrumentos de gestión ambiental anteriormente aprobados.

Para el año 2015, precisamente para el mes de agosto, mediante Resolución Directoral N°399-2015-MEM/AAM se aprueba la cuarta modificatoria del EIA que tenía como objetivo realizar modificaciones en la capacidad de planta, depósito de relave y mina.

2.2.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área de evaluación que abarca el MAP del Proyecto Minero Quellaveco se encuentra ubicada entre los distritos de Torata, Samegua y Moquegua, pertenecientes a la provincia de Mariscal Nieto y el distrito de Ilo, en la provincia de Ilo, pertenecientes a la región de Moquegua.

Para el monitoreo hidrobiológico dicha área de evaluación ha sido dividida en tres principales zonas, abarcando desde la zona de operaciones donde se encuentran los principales componentes del proyecto hasta la ciudad de Moquegua.

2.2.2.1. ZONA DE OPERACIONES

La zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco se encuentra geográficamente emplazada en el valle del río Asana, aproximadamente a unos 40 km al noreste de la ciudad de Moquegua, entre los 1,700 y 4,630 msnm, abarcando un área aproximada de 39,300 hectáreas.

Esta zona se encuentra sobre las cuencas del río Asana y de las quebradas de Papujune y Cortadera, en donde se encuentran principales componentes del proyecto tales como el tajo a cielo abierto, el depósito de desmontes, el túnel de desviación del río Asana, la planta concentradora, el depósito de relaves, entre otros.

2.2.2.2. ZONA DE ALTA MONTAÑA

La zona de alta montaña contiene principalmente el área para el abastecimiento de agua para utilización de la mina, el cual consta de un esquema de abastecimiento de agua superficial (represa) compuesto por una estructura de captación de agua en el río Titire, un embalse ubicado en el río Vizcachas, un tanque de regulación ubicado en el cerro Pelluta y una tubería de conducción hasta la zona de operaciones.

2.2.2.3. ZONA DE LA CIUDAD DE MOQUEGUA





La zona de Moquegua comprende el ámbito de influencia producto de la ruta de transporte de concentrados desde la zona de operaciones, pasando por la ciudad de Moquegua hasta la llegada a la ciudad de Ilo

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de las principales comunidades de agua dulce (plancton, bentos, perifiton y necton) en cuerpos de agua lóticos como parte del Componente Hidrobiológico del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo – Quellaveco.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-  Estimar la riqueza y abundancia de las comunidades de fitoplancton y zooplancton, bentos, perifiton y necton dentro del área de estudio.
-  Elaborar un listado de los principales grupos taxonómicos que conforman las comunidades de fitoplancton y zooplancton, bentos, perifiton y peces dentro del área de estudio para la actualización de la información hidrobiológica.
-  Establecer la calidad de las aguas en función a los principales índices bióticos que se pueden derivar de la información obtenida de las comunidades hidrobiológicas evaluadas.
-  Comparar los resultados de las temporadas 2020, 2021 y 2022 con monitoreos de años anteriores.

3. ACTIVIDADES DEL MAP 10 TEMPORADA HÚMEDA-2022

3.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO

3.1.1. ZONA DE ALTA MONTAÑA

Esta zona está comprendida por 14 puntos de monitoreo ubicados en los ríos Vizcachas, Chilota, Titire, Calazaya y en las quebradas Huachunta y Chincune. La distribución de estos puntos está en relación a la empresa de Vizcachas ubicada actualmente en la zona.

3.1.2. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones hasta el puente Tumilaca se tiene 10 puntos de monitoreo ubicados en el río Asana y sus aportantes siendo los puntos de mayor interés los que se encuentran a la entrada y salida del túnel de desvío. A su vez se monitorea los ríos Coscore, Capillune y tributarios. El objeto de estos puntos es evaluar los componentes hidrobiológicos a razón de las actividades de construcción en un comienzo y en adelante la etapa de operación minera propiamente.

3.1.3. ZONA DEL ÁMBITO MOQUEGUA

En la parte baja de la ciudad, exactamente en el río Moquegua a la altura del puente Montalvo se evalúa un punto de monitoreo y con este se cierra el total de áreas evaluadas en el componente de hidrobiología.

3.2. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

El área del proyecto está ubicada en la región de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto; entre los distritos de Torata, Charaque, Altarani, Coscore, Alta montaña, Tumilaca, Moquegua, Titire y Huachunta. El área donde se desarrolla el proyecto Quellaveco presenta un relieve con fuertes pendientes y quebradas estrechas que forman pequeños cañones favoreciendo la presencia de microclimas. En el Cuadro 3.1 se describen las coordenadas y altitud de las 25 estaciones evaluadas.

Para fines del monitoreo, el análisis de las comunidades acuáticas en los cuerpos de agua del área del proyecto se realizó considerando sus componentes y, han sido agrupadas en Operaciones (11 estaciones) y Abastecimiento (14 estaciones).

Cuadro 3.1. Ubicación de los puntos de muestreo de la fauna acuática en el área del proyecto

Estación de muestreo	Cuerpo de Agua	Zona	Zona	Coordenadas UTM- WGS84 TS 2020		Coordenadas UTM- WGS84 TH 2021		Altitud msnm
				Este	Norte	Este	Norte	
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	18L	349750	8161304	3555100	8159215	1332
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	18L	349118	8158175	349118	8158175	4314
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	18L	351799	8169720	351799	8169720	4340
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	18L	357229	8152274	357229	8152274	4431
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	18L	355452	8154002	355452	8154002	4401
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	18L	355626	8150428	355626	8150428	4463
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	18L	354879	8150125	354879	8150125	4469
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	18L	349032	8151222	349032	8151222	4366
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	18L	351680	8148024	351680	8148024	4422
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	18L	349144	8151113	349144	8151113	4467
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	18L	355116	8159234	355116	8159234	4379
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	18L	356061	8159325	356061	8159325	4368
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	18L	355914	8159292	357820	8159622	4380
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	18L	357041	8156730	357041	8156730	4379
P12	Rio ASANA	Operaciones	18L	323118	8108112	323118	8108112	3357
AS1	Rio ASANA	Operaciones	18L	331033	8107302	331033	8107302	3167
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	18L	322437	8109190	322437	8109190	1365
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	18L	330640	8107302	330640	8107302	3166
P11	Rio ASANA	Operaciones	18L	329834	8107657	329834	8107657	3166

Estación de muestreo	Cuerpo de Agua	Zona	Zona	Coordenadas UTM- WGS84 TS 2020		Coordenadas UTM- WGS84 TH 2021		Altitud msnm
				Este	Norte	Este	Norte	
COS-1	Rio Coscore	Operaciones	18L	319090	8107910	319090	8107910	249
CAP-03	Rio Huancane	Operaciones	18L	310270	8105874	310270	8105874	2348
TUM-3	Rio Tumilaca	Operaciones	18L	306970	8106621	306970	8106621	2236
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	18L	304599	8105308	304599	8105308	1901
CAP-01	Rio Capillune	Operaciones	18L	325486	8102337	325486	8102337	3420
MQ-01	Rio Moquegua	Operaciones	18L	302070	8102936	302070	8102936	1828

Elaboración: ASILORZA, 2022.

3.3. BITÁCORA DE LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO

3.3.1. RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

3.3.1.1. ETAPA PREVIA A LA SALIDA DE CAMPO, DISTRIBUCIÓN Y CONFORMACIÓN DE EQUIPOS

Previo a las salidas de campo, se gestionó la disponibilidad de equipos y los especialistas necesarios para el trabajo de este componente. En conjunto con participantes de las universidades, entes consultivos, el equipo de ASILORZA y principalmente los miembros del Sub Comité de Monitoreo y Vigilancia de los Compromisos Ambientales se ejecutó el monitoreo hidrobiológico.

Es así que, al iniciar la campaña, y en cada día de monitoreo se envió una ficha informativa (Cuadro 3.2) donde se detallaba los puntos de monitoreo, participantes y su distribución en cada componente.

Cuadro 3.2. Ejemplo de distribución diaria de puntos de monitoreo y participantes

DISTRIBUCIÓN 27/04/2022		
HUACHUNTA	ASILORZA 1 Z7M-930	CONDUCTOR: JOSÉ CARLOS SOSA COLANA ASILORZA: RICARDO BEGAZO QUICAÑA SCCA: MARIBEL PACHECO SCCA: MELISSA MAMANI
VIZCACHAS	ASILORZA-SCCA VBB-706 CON CAJA CON GANCHOS	CONDUCTOR: YHONI MAMANI NAIRA ASILORZA: ELVIS COAYLA SCCA: EDWARD QUISPE SCCA: SHELBY PASTOR
VIZCACHAS	CRONOGRAMA FLORA 1	FLORA 1 F10-, F27-T1-Ca (Tb), F24-T1-Tb_Ca (Tb, Bofedales), F23-T1-Pj_m
	V0V-756 SIN CAJA HERRAMIE CON GANCHOS	CONDUCTOR: RENE DE LA CRUZ BIÓLOGO: ALEXANDER QUISPE ÑAUPA ASISTENTE: IZAMAR DAJHANA TISNADO CÁCERES
	CRONOGRAMA FLORA 2	FLORA 2 F35-T1-Pj, F07-T1-Pj, F06-T1-Pj_m, F30-T1- Pj_m (Tb Bofedales)
	Z6V-705	CONDUCTOR: RONALDO SANCHEZ PINEDA BIÓLOGO: YAN CARLOS YIMER NINA LOAYZA ASISTENTE: TANIA CALLIZANA CONDORI
HUACHUNTA	CRONOGRAMA	AVIFAUNA T-15 HERPETOFAUNA T-15
	AVIFAUNA- HERPET VAK-863	CONDUCTOR: SAMUEL HUANCAPAZA VARGAS BIÓLOGA: DIANA CAROLINA ALCÁNTARA SERNA BIÓLOGA: CINTHYA YSABEL SALAS YBAÑEZ
	CRONOGRAMA MASTOFAUNA 1	MASTOFAUNA 1 T-15 (Instalación)
	V0E-722 SIN CAJA HERRAMIE CON GANCHOS	CONDUCTOR: RAMON FLOR CUSIHUALPA BIÓLOGO: ROMULO AUGUSTO CASANOVA FLORES ASISTENTE: RICHARD DAVID CONDORI LOPEZ
	CRONOGRAMA MASTOFAUNA 2	MASTOFAUNA 2 Ma-05; Ma-03
	V0X-845 SIN CAJA HERRAMIE CON GANCHOS	CONDUCTOR: ISMAEL SAGUA MAMANI BIÓLOGO: GENDRICK OMAR MELENDEZ LINARES ASISTENTE: ISSAMAR DINA DIAZ CATUNTA

Elaborado por: ASILORZA, 2022.

Las fotografías a continuación, muestran las coordinaciones y reuniones sostenidas con los miembros acreditados del Sub Comité que participaron en las actividades de monitoreo, a esa actividad se sumaron los representantes de los entes consultivos y estudiantes de la universidad UNAM.

Fotografía 1. Charla de inicio de actividades



Fuente: ASILORZA, 2022.

Fotografía 2. Explicaciones en campo sobre las metodologías



Fuente: ASILORZA, 2022.

3.3.1.2. ETAPA DE CAMPO

El monitoreo hidrobiológico fue desarrollado mediante el uso de un equipo Electrofisher Smith-Root LR 24; el especialista a cargo del uso del equipo realizó la explicación del mismo a los participantes.

Fotografía 3. Trabajo en campo



Fuente: ASILORZA, 2022.

La campaña de monitoreo hidrobiológico empezó en el punto MQ-01, el cual se encuentra a la altura del puente Montalvo. En esta zona se encontró un nuevo registro para el MAP, se trata del “pejerrey de río” *Odontesthes sp.*”

Fotografía 4. Pejerrey de río en el río Moquegua



Fuente: ASILORZA, 2022.

En adelante, los puntos de monitoreo se desarrollaron en la zona de Operaciones, propiamente en los ríos de Coscore (parte alta) Asana, Altarani y Capillune. En los dos primeros ríos mencionados se encontró truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en diferentes grados de abundancia. De manera similar en la parte alta del río Capillune se aplicó las metodologías encontrándose sapos adultos y renacuajos que, aunque no pertenece al componente que tratamos en este informe se colectó datos para el informe biológico.

Fotografía 5. Captura de truchas en el punto P-12, a la salida del túnel que desvía el agua del río Asana



Fuente: ASILORZA, 2022.

La siguiente etapa de campo para hidrobiología se dio en los ríos, quebradas y humedales ubicados en la zona de alta montaña. Podemos mencionar los ríos Vizcachas y Chilota donde además de los otros parámetros, en necton se tuvo captura de truchas. Lo mismo sucedió para los puntos ubicados en bofedales donde adicionalmente se tuvo capturas de bagres (*Trichomycterus sp.*) e ispi (*Orestias ispi*).

Fotografía 6. Captura de truchas en el punto QLVIZ-04 a la salida de la represa de Vizcachas



Fuente: ASILORZA, 2022.

Fotografía 7. Trabajos en alta montaña



Fuente: ASILORZA, 2022.

Para finalizar la etapa de campo se realizó los muestreos en el río Coscore (parte baja), Huancanane y puente Tumilaca. Como principal observación debemos rescatar la captura de truchas en los dos primeros ríos y bagres en el tercero.

Entiéndase por “captura” la recolección con el fin de tomar las medidas (longitud, peso) y posterior liberación.

Fotografía 8. Bagres encontrados en Alta Montaña



Fuente: ASILORZA, 2022.

4. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

4.1. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN APLICADAS

4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Durante las evaluaciones hidrobiológicas en campo, se realizó una descripción del hábitat de cada una de las estaciones evaluadas, considerando su ubicación, tipo de ambiente acuático, tipo de hábitat, amplitud del cauce, profundidad, estado de conservación, entre otros, análisis respaldados y complementados con fotografías de las distintas zonas de estudio.

En el Anexo 1 se muestran los Mapas del Monitoreo y en el Anexo 4 se muestra la Descripción de Puntos de Monitoreo.

4.1.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

La calidad del hábitat de las estaciones monitoreadas fue evaluada mediante el uso de dos metodologías o protocolos de evaluación como el Stream Visual Assessment Protocol (SVAP) y el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR-And).

Ambas metodologías son complementarias y su uso permite obtener una información valiosa que se expresa en un puntaje estandarizado que permite calificar los resultados obtenidos. Dicho puntaje permite realizar comparaciones de manera objetiva entre distintas estaciones y entre resultados obtenidos para distintos componentes en una misma estación, pudiendo evaluarse la existencia de patrones de correlación.

4.1.2.1. STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL, NWCC (SVAP, 1998)

Consiste en un protocolo de calificación del ambiente fluvial en función a sus características ecológicas y su potencial como ambiente óptimo para el desarrollo de la comunidad hidrobiológica. Como parte del presente monitoreo se emplearon nueve criterios de evaluación agrupados en las siguientes cuatro categorías: i) condición del canal y su área circundante, ii) condición (aparente) del agua, iii) diversidad y abundancia de hábitats para organismos acuáticos y iv) modificadores externos (i.e. residuos y sedimentos).

La ficha de evaluación de calidad de hábitat según el protocolo SVAP a utilizar se presenta en el Cuadro 4.1, asimismo, se detallan los valores comparativos del SVAP.

Cuadro 4.1. Valores comparativos del SVAP

Categorías	Valor SVAP	Condición del hábitat
I	≥9,00	Excelente
II	7,50-8,99	Bueno
III	6,01-7,49	Regular
IV	≤ 6,00	Pobre

Fuente: NRCS- USDA 1999

4.1.2.2. ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA (QBR-AND)

Consiste en un Protocolo de evaluación de la calidad de la vegetación ribereña basado en el protocolo QBR original (Munne et al. 2003) y modificado para ambientes andinos, que considera el grado de cubierta, estructura y calidad de la comunidad vegetal altoandina, así como la naturalidad del cauce fluvial. Alcanzan un puntaje máximo de 100 aquellas estaciones que presentan una elevada calidad de conservación de ribera. En el Cuadro 4.2 se detallan los valores comparativos del QBR-And.

Cuadro 4.2. Valores comparativos del QBR-And

Puntuación	Nivel de calidad
>95	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
76-95	Vegetación ligeramente perturbada, calidad buena
51-75	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
26-50	Alteración fuerte, mala calidad
<26	Degradación extrema, calidad pésima

Fuente: Munne et al. 2003

4.2. METODOLOGÍAS DE MUESTREO APLICADAS

La recolección y procesamiento de las muestras hidrobiológicas se efectuó siguiendo el procedimiento estandarizado para la colecta de plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces siguiendo la metodología descrita en “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú (MINAM – UNMSM 2014)”

Para realizar las colectas, el Ministerio de la Producción – PRODUCE, a través de la Resolución Directoral N° 00535-2021-PRODUCE/DGPCHDI emitida el 16 de julio del 2021, resuelve otorgar la autorización para efectuar la investigación pesquera con extracción de muestras de especímenes

hidrobiológicos, sin valor comercial y sin uso de embarcación pesquera, según la normatividad vigente.

4.2.1. PLANCTON

Las muestras de Plancton (Fitoplancton y Zooplancton) fueron colectadas filtrando 40 litros de agua superficial (tomados en diferentes puntos del cauce evaluado) a través de una red de plancton estándar de 30 micras de diámetro de poro.

Estas muestras fueron preservadas con solución de formol al 5% en frascos de 100 ml previamente rotulados para su posterior análisis.

4.2.2. PERIFITON

La colecta del perifiton se realizó mediante el raspado con una espátula de una superficie 5 x 5 cm sobre rocas, piedras, maderos o superficies de tamaños adecuados (sustrato que se encuentra en la estación a evaluar y que son seleccionados al azar). Se realizaron tres réplicas por cada estación de monitoreo, las cuales conformaron una sola muestra por estación, que se trasvasó en un frasco de plástico de 200 ml, previamente rotulado con los datos de campo y fueron fijadas con formol al 5%.

4.2.3. BENTOS

Los macroinvertebrados bentónicos fueron muestreados mediante el uso de una red Surber de marco metálico de 30 x 30 cm y malla de 500 μ que es sostenida en la parte central de la corriente, con la abertura hacia la corriente. En un movimiento vertical, desde la superficie del agua hacia el fondo, la red se colocó sobre el sustrato del fondo del río. Una vez ubicado el muestreador se extiende el marco frontal para delimitar un área de monitoreo, junto con la red para facilitar el flujo de agua y arrastre de las muestras. Las piedras encontradas en el área demarcada por el marco frontal fueron removidas, lavándolas en el flujo de agua y asegurándose de no dejar organismos adheridos.

El proceso prosiguió hasta terminar de examinar todas las piedras y hasta que no se observaron restos de vegetación o detritus en el área de monitoreo. Terminado el proceso se levantó la red cónica, se agregó agua de la corriente para arrastrar cualquier organismo que haya quedado atrapado en la red, se removió y tapó el frasco colector.

4.2.4. NECTON

Para evaluar a los peces se utilizó un equipo Electrofisher Smith Root LR-24, el cual se utilizó a lo largo de los cuerpos de agua en zonas donde existe mayor probabilidad de encontrar peces. Para esto se realizó descargas eléctricas de ± 150 V según la conductividad del cuerpo de agua, siendo el tiempo de las descargas de 600 segundos como mínimo en una longitud de 100 m aproximadamente en función a la presencia de zonas de posible captura.

Dichas descargas tienen como objetivo aturdir los peces para poder capturarlos mediante una red y realizar la toma de datos; minutos después los peces fueron devueltos al río.

4.3. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

La identificación y determinación taxonómica de las muestras de perifiton, plancton, macrofitas y bentos se realizó en el laboratorio acreditado por INACAL Servicios Analíticos Generales – SAG, bajo la metodología SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017.

4.4. ANÁLISIS DE DATOS

4.4.1. ÍNDICES COMUNITARIOS

Los registros obtenidos en campo (datos cuantitativos) fueron utilizados para la elaboración del listado general de especies. Con los resultados obtenidos se procedió a determinar la composición de especies, Riqueza (S, número de especies) y Abundancia (N, número de individuos), asimismo se calculó la diversidad para cada comunidad acuática por cuerpo de agua evaluado, en base al índice de Shannon Wiener (H' , \log_2), utilizando el programa PRIMER ver 6 (Clarke & Gorley). A continuación, se detallan los análisis realizados.

- 📌 **Composición:** La composición o frecuencia de los géneros en cada muestra es la contribución (en porcentaje) de los individuos de cada género o grupo taxonómico con respecto al número total de individuos en la muestra.
- 📌 **Riqueza de especies (S):** La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la diversidad biológica, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas.
- 📌 **Abundancia de individuos (N) y/o Densidad:** La densidad está expresada como el número total de individuos colectados en las estaciones de muestreo. Los valores de densidad por cada estación se calcularon en base a la sumatoria del número de individuos identificados en cada una de las muestras.

🌿 **Riqueza de Margalef (d):** Éste es el número total de géneros encontrados en la muestra con relación al número total de individuos y se expresa como:

$$d = (S - 1) / L \cdot N$$

Donde:

d= índice de riqueza;

S = número de géneros en la muestra;

N = número total de individuos en la muestra.

Valores altos de este índice están mayormente asociados a condiciones de aguas de buena calidad. Los rangos de valores de diversidad para la riqueza de Margalef se muestran en la Cuadro 4.3

Cuadro 4.3. Rangos de valores para la diversidad de Margalef.

Rango	Diversidad
0.0 – 0.8	Bajo
0.9 – 2	Intermedio
> 2	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

🌿 **Índice de diversidad de Shannon Wiener (H')**: El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') es un método ampliamente usado para calcular la diversidad biótica en los ecosistemas acuáticos y terrestres y se expresa como:

$$H = - \sum_i^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

Dónde:

H = índice de diversidad de especies;

S = número de especies;

pi = proporción del total de la muestra perteneciente a su especie i.

Un valor alto indica una diversidad alta influenciada por una gran cantidad de taxones o una distribución más equitativa de estas. El valor del índice es cero en los casos en que todos los individuos recogidos pertenecen a un sólo grupo taxonómico. Las unidades son expresadas en bits/individuo.

Los rangos de valores de diversidad para el índice de Shannon-Wiener se muestran en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Rangos de valores para la diversidad de Shannon-Wiener.

Rango	Diversidad
0 - 1	Bajo
1 - 3	Intermedio
>3	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

Índice de Uniformidad de Pielou (J'): El índice de uniformidad de Pielou (J') se usó para la interpretación del índice de diversidad de Shannon-Wiener. Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, correspondiendo el máximo valor a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988, citado por Moreno, 2001). La fórmula es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{L_i(k)}$$

Dónde:

J' = índice de uniformidad de Pielou;

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener;

k = número total de especies en la muestra.

Índice de diversidad o Dominancia de Simpson ($1-D'$): El índice de diversidad de Simpson ($1-D'$) es la distribución proporcional de organismos en una comunidad, tomando en cuenta el número de grupos taxonómicos en el sitio, así como la abundancia de cada uno de ellos. El índice es expresado como $1-D'$, donde $D = \sum(P_i)^2$ y P_i = proporción de individuos de una especie en la comunidad. Los valores oscilan entre cero a uno. Un valor cercano a cero indica que la comunidad tiene muy pocos grupos taxonómicos o un gran número de grupos taxonómicos, pero la mayoría de ellos son raros. Valores cercanos a uno tiene un gran número de grupos taxonómicos, pocos de los cuales son raros. Los rangos de valores de diversidad para el índice de Simpson se muestran en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Rangos de valores para la diversidad de Simpson.

Rango	Diversidad
0.0 - 0.4	Bajo
0.41 - 0.7	Intermedio
0.71 - 1.0	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

4.4.2. ÍNDICES DE BIOMASA Y PESCA

- 🌿 **Captura por unidad de esfuerzo de peces (CPUE):** Tomando en cuenta a todos los peces capturados y el esfuerzo aplicado, se calculó la captura por unidad de esfuerzo en términos de número de peces por minuto de pesca eléctrica. Se realizó un promedio por estaciones de muestreo.
- 🌿 **Factor de condición:** Es un indicador del nivel de desarrollo de las especies ictiológicas basado en el concepto de crecimiento alométrico, que expresa el nivel de bienestar del pez (Lagler 1966) mediante la fórmula:

$$F = P \cdot 1 / L^3$$

Donde:

FC = Factor de condición

P = Peso

L = Longitud

Este factor se estimó para conocer el periodo en el que la especie alcanza su grado máximo de bienestar o robustez (Le Cren, 1951).

4.4.3. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL

- 🌿 **Porcentaje ETP:** Se basa en la presencia de tres grupos indicadores (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) considerados como sensibles a aguas perturbadas o contaminadas por materia orgánica. Su presencia en los cuerpos de agua es un indicador de aguas limpias y de buena calidad. Está basado en la abundancia relativa (%) de estos grupos en una muestra determinada, la escala de comparación para el presente estudio se tomó del índice %EPT desarrollado por EcoCiencia para Ecuador (Carrera y Fierro 2001). El Cuadro N° 4.8 describe y proporciona rangos establecidos para la evaluación de los resultados obtenidos (%EPT), calificando los resultados en categorías Malo, Regular, Buena, y Muy Buena para calidad de agua

Cuadro 4.6. Rangos de valores para el índice %EPT.

Porcentaje EPT	Calidad de agua
75 - 100%	Muy Buena
50 - 74%	Buena
25 - 49%	Regular
0 - 24%	Mala

Fuente: Carrera y Fierro, 2001

- 🌿 **Índice BMWP/Col:** El índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) es un método cualitativo (presencia / ausencia), simple y rápido, que requiere nivel taxonómico de familia. A cada una de las familias de individuos se le otorga un puntaje que va de 1 a 10, basado en la

tolerancia de los diferentes grupos a la descomposición orgánica (Hauer & Lamberti, 1996). La suma de los puntajes de todas las familias da el puntaje total BMWP. Mientras más alto sea el puntaje, menor es el grado de perturbación ambiental. El Cuadro 4.9, nos muestra la clasificación de las aguas expresadas en la clase (I, II, III, IV, V) el valor del BMWP su significado ecológico de acuerdo con el BMWP / Col y los colores en caso se requieran hacer una representación cartográfica (Roldán 2003).

Cuadro 4.7. Clasificación de las aguas y significado ecológico de acuerdo con el índice BMWP/Col.

Clase	Calidad de Agua	Valor BMWP/Col	Significado
I Azul claro	Muy Buena	≥121	Aguas muy limpias, no contaminadas
II Azul oscuro	Buena	>150, <101-120>	Aguas limpias, no contaminadas
III Verde	Aceptable	61-100	Se evidencia efectos de la contaminación
IV Amarillo	Dudosa	36- 60	Aguas moderadamente contaminadas
V Naranja	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
VI Rojo	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas situación

Fuente: Roldán, G. y J. Ramírez. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda edición. Medellín. Editorial Universidad de Antioquía.

La ventaja de este índice se basa en la fiabilidad de los resultados, la rapidez y sencillez de su utilización, con ahorro de costos y tiempo.

Cuadro 4.8. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo al índice BMWP/Col.

Familias	Puntajes
Blephariceridae, Ptilodactylidae, Hydridae, Perlidae, Psephenidae, Grypopterygidae.	10
Gytiscidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae.	9
Helicopsychidae, Hydrobidae, Leptoceridae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Dixidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae	7
Aeshnidae, Corydalidae, Elmidae, Staphylinidae,	6
Pyralidae, Tabanidae, Dugesidae, Planariidae	5
Dolichopodidae, Empididae, Hidrachniidae	4
Ceratopogonidae, Hydrophilidae, Phisidae, Tipulidae, Ascellidae, Ostracoda, Planorbiidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Syrphidae	2
Tubificidae, Oligochaeta (todas las clases)	1

Fuente: Roldán, G. y J. Ramírez. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda edición. Medellín. Editorial Universidad de Antioquía.

Índice HBI o IBF (Hilsenhoff Biotic Index o Índice Biótica de Familias): A diferencia del BMWP, el Índice Biótico de Familias considera una medida de ponderación, representada por la sumatoria de los productos de los valores correspondientes al nivel de tolerancia de una familia

de macroinvertebrados bentónicos en particular por la abundancia de esta; este valor es posteriormente dividido entre la abundancia total de organismos, tal como se presenta en la fórmula a continuación:

$$I. \quad (\text{o } H \ I) = \frac{(V \ x \ n)}{N}$$

Dónde:

VTi: Valor de tolerancia de la i-ésima familia presente en la muestra.

ni: Abundancia de la i-ésima familia presente en la muestra.


N: Abundancia total de macroinvertebrados bentónicos en la muestra.

Los valores de Tolerancia por familia para el IBF, utilizados en el presente análisis provienen del trabajo de Figueroa et al. (2003), para ríos del sur de Chile y de valores desarrollados para Norteamérica (Hilsenhoff, 1988; Barbour et al., 1999; Carter et al., 2007). Es importante señalar que, a pesar de que este índice sería -aparentemente- más apropiado para medir la condición de un cuerpo acuático (al no depender de la riqueza del medio exclusivamente), no estaría sesgado por patrones de deriva o por el esfuerzo muestral. Asimismo, aún no se han desarrollado grandes avances para su adaptación al medio Sudamericano, tal como sucede en el caso del índice BMWP.

Cuadro 4.9. Escala de calidad de agua, Índice HBI.

Clase de calidad	Rango del índice biótico de familias	Calidad del agua
I	≤ 3.75	Excelente
II	3.76 – 4.25	Muy buena
III	4.26 – 5.00	Buena
IV	5.01 – 5.75	regular
V	5.76 – 6.50	relativamente mala
VI	6.51 – 7.25	Mala
VII	≥7.26	Muy mala

Fuente: Hilsenhoff, 1988; Roldán, 1999.

 **Índice ABI (Andean Biotic Index; Acosta et al, 2009):** Forma parte del protocolo de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA). Este índice se desarrolló en la cuenca alta y media del río Cañete (Lima, Perú) el cual cuenta también con ecosistemas de puna. Toma en cuenta la presencia de macroinvertebrados bentónicos a nivel de familia.

La clasificación adaptada para el Perú de acuerdo con la puntuación obtenida de la sumatoria de los valores de cada familia es:

Cuadro 4.10. Estado ecológico de las aguas de acuerdo con la puntuación del índice ABI.

ABI	Estado ecológico
>74	Muy bueno
45 – 74	Bueno
27 – 44	Moderado
11 – 26	Malo
<11	Pésimo

Fuente: Acosta et al., 2009.

Cuadro 4.11. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo con el índice ABI.

Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje
Helicopsychidae	10	Libellulidae	6	Baetidae	4
Calamoceratidae	10	Coenagrionidae	6	Belostomatidae	4
Odontoceridae	10	Hyalellidae	6	Dixidae	4
Anomalopsychidae	10	Turbellaria	5	Dolichopodidae	4
Leptophlebiidae	10	Ptilodactylidae	5	Stratiomyidae	4
Oligoneuridae	10	Lampyridae	5	Empididae	4
Polythoridae	10	Psephenidae	5	Hirudinea	3
Perlidae	10	Scirtidae	5	Physidae	3
Gripopterygidae	10	Elmidae	5	Hydrobiidae	3
Blepharoceridae	10	Dryopidae	5	Limnaeidae	3
Athericidae	10	Hydraenidae	5	Planorbidae	3
Leptoceridae	8	Simuliidae	5	Sphaeriidae	3
Polycentropodidae	8	Tipulidae	5	Ostracoda	3
Hydroptilidae	6	Veliidae	5	Staphylinidae	3
Xiphocentronidae	8	Gerridae	5	Gyrinidae	3
Hydrobiosidae	8	Corixidae	5	Dytiscidae	3
Gomphidae	8	Notonectidae	5	Hydrophilidae	3
Calopterygidae	8	Hydropsychidae	5	Psychodidae	3
Philopotamidae	8	Naucoridae	5	Chironomidae	2
Glossosomatidae	7	Pyalidae	4	Culicidae	2
Leptohiphidae	7	Tabanidae	4	Muscidae	2
Limnephilidae	7	Limoniidae	4	Ephydriidae	2
Ancylidae	6	Ceratopogonidae	4	Oligochaeta	1
Aeshnidae	6	Hydracarina	4	Syrphid-ae	1

Fuente: Acosta, R., B. Ríos, M. Rieradevall & N. Prat. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica* 28:35-64.

4.5. CONSIDERACIONES

La malla inicial de puntos estaba conformada por 27 estaciones de monitoreo. En la temporada seca 2020, no se evaluaron dos de ellas, siendo estas la estación CORT-1 ubicada en la quebrada cortadera dentro de la zona de operaciones y la estación QLCHI-03 ubicada en río chilota. En el primer caso, durante la evaluación se estaban realizando actividades propias del proyecto dificultando el muestreo; y en el segundo caso una pobladora no permitió que se realice el muestreo.

En la temporada húmeda 2021 no se evaluó la estación QLHUA-04 y la estación QLCHR-01 debido a que al momento del muestreo se encontraba inundada por las actividades de embalse de la presa Vizcachas. En la temporada seca 2021, la estación QLBCHI-01, que corresponde a un humedal, se encontró seca; por tal motivo, solo se realizó la evaluación de calidad hábitat, pero no se pudo realizar el muestreo de las comunidades acuáticas.

En la evaluación más reciente realizada en la temporada húmeda, abril del 2022, se evaluaron 23 estaciones. Las estaciones QLCHR-01 y QLHUA-04, ubicadas en el área de abastecimiento, no fueron monitoreadas debido a que se encontraban inundadas haciendo inviable el muestreo. Por otro lado, se volvió a evaluar la estación QLCHI-03.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

La caracterización física permite identificar diferentes condiciones para el establecimiento de las comunidades hidrobiológicas. Las 24 estaciones evaluadas estuvieron distribuidas en 13 cuencas como se muestra en el Cuadro 5.1 (Alatarani, 1; Asana, 3; Calasaya, 2; Capillune, 1; Charaque, 1; Chilota, 4; Coscore, 1; Huachunta, 3; Huancanane, 1; Moquegua, 1; Represa, 2; Titire, 1; Tumulaca, 2; y Vizcachas, 2).

Las estaciones estuvieron, en su mayoría, ubicadas en cuerpos de agua lóticos (quebradas, 2; canal principal del río, 14; y bofedal, 7) y solo dos estuvieron ubicadas en cuerpos de agua lénticos (represas).

Los cuerpos acuáticos evaluados presentaron, en su mayoría, aguas de tipo blancas, cuyas características como sólidos en suspensión y conductividad, tienen fuerte influencia por las lluvias locales y crecimiento del caudal asociado. El sustrato predominante fue de tipo duro, donde predominaron la grava, el canto rodado y piedras de porte mediano y grande (bolones).

Como se ha mencionado, el análisis de los cuerpos acuáticos se realizó considerando los componentes del proyecto, como abastecimiento y operaciones.

Cuadro 5.1. Características físicas de los puntos de evaluación en la temporada húmeda (abril 2022)

Estación de muestreo	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente	Zona
QLBCHI-01	Humedal Chilota	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBCHI-07	Humedal Chilota	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, hojarasca/Troncos sumergidos	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	lótico	bofedal	macrofitas, fangoso	blanca	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBHUA-05	Quebrada Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, hojarasca/Troncos sumergidos	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLCHI-01	Río Chilota	lótico	bofedal	fangoso	negra	trasparente	lento	Abastecimiento

Estación de muestreo	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente	Zona
QLCHI-03	Rio Chilota	lótico	río	pedregoso/fangoso / rápidos	blanca	turbia	baja	Abastecimiento
QLCHI-04	Rio Chilota	lótico	río	pedregoso/fangoso / rápidos	blanca	turbia	baja	Abastecimiento
QLHUA-01	Rio Calasaya	lótico	río	Pedregoso, Hojarasca/Troncos sumergidos	blanca	trasparente	lento	Abastecimiento
QLHUA-02	Rio Calasaya	lótico	bofedal	fangoso, hojarasca/Troncos sumergidos	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLTIT-02	Rio Titire	lótico	río	fango, corridas	blanca	turbia	baja	Abastecimiento
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	lótico	río	pedregoso, corridas, rápidos.	blanca	trasparente	moderada alta	Abastecimiento
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	lótico	río	rápidos	blanca	transparente	baja	Abastecimiento
ALT-04	Quebrada Altarani	lótico	quebrada	pedregoso cascadas rápidas corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
CH-03	Quebrada Charaque	lótico	quebrada	pedregoso, rápidos	blanca	transparente	baja	Operaciones
AS-01	Rio ASANA	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada	Operaciones
CAP-01	Rio Capillune	lótico	río	pedregoso	blanca	transparente	baja	Operaciones
CAP-03	Rio Huancane	lótico	río	pedregoso, rápidos	blanca	transparente	baja	Operaciones
COS-01	Rio Coscore	lótico	río	pedregoso, rápidos, corridas	blanca	transparente	moderada / muy fuerte	Operaciones
MQ-01	Rio Moquegua	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	turbia	moderado	Operaciones
P-11	Rio ASANA	lótico	río	pedregoso, corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
P-12	Rio ASANA	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada / muy fuerte	Operaciones
TUM-01	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
TUM-03	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada/fuerte	Operaciones

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

5.1.2. ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT DE LOS CUERPOS DE AGUA EVALUADOS A TRAVÉS DEL ÍNDICE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL)

De acuerdo con los resultados comparativos del análisis de calidad ambiental de los hábitats evaluados, se registró que las estaciones mantuvieron las mismas calificaciones en las cuatro últimas temporadas evaluadas, lo que corresponde a (Figura 5.1, Cuadro 5.2):

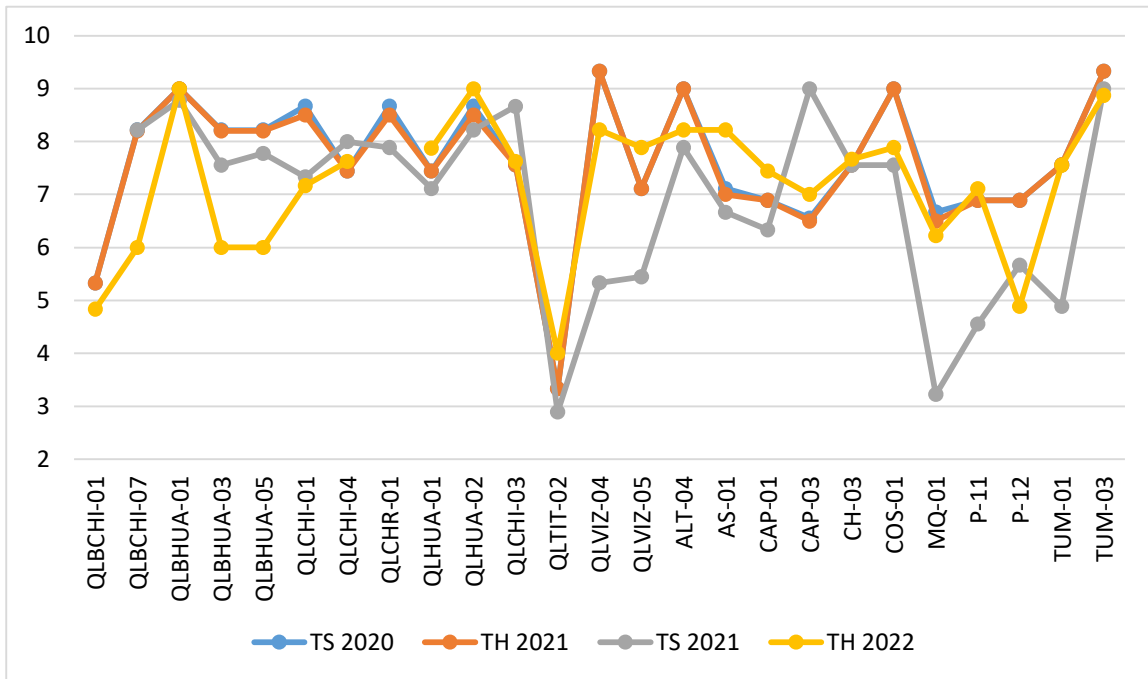
- Cinco de ellas registraron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad”,
- Ocho estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”,
- Diez estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular” y, por último,
- Dos estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre”, que corresponden a QLTIT-02 y QLBCHI-01 ubicadas en las cuencas del Titire y del Chilota, respectivamente. En el primer caso, la estación se encuentra ubicada en un cuerpo lótico de aguas termales, debido a ello existe escasa vegetación ribereña y el agua tiene una apariencia turbia por las sales minerales naturales, además de presentar un encauzamiento natural del río que genera que las laderas sean inestables. En el segundo caso, al momento de la evaluación, el cuerpo de agua que corresponde a un humedal se encontraba seco.

5.1.3. ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT DEL BOSQUE RIBEREÑO POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND

De acuerdo con los resultados comparativos del análisis de calidad de hábitat por la metodología QR-AND se identificó lo siguiente (ver Cuadro N° 5.2, Figura 5.2):

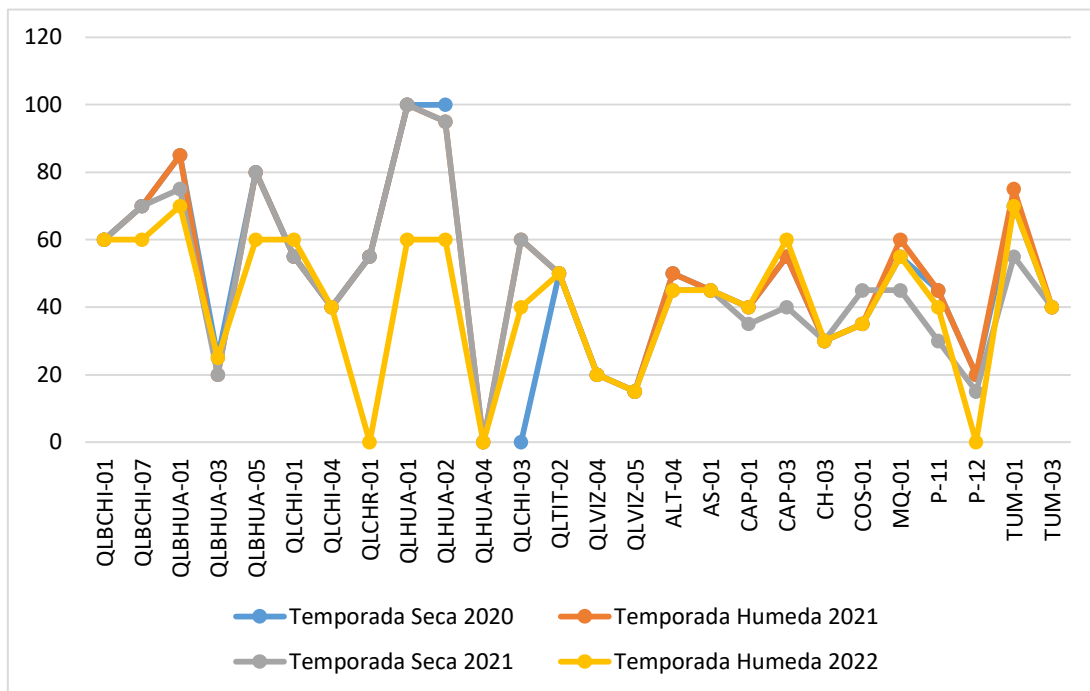
- Los puntos de monitoreo ubicados en el área de operaciones se mantuvieron en las mismas categorías en las cuatro temporadas.
- De los puntos ubicados en el área de abastecimiento, 6 bajaron de categoría de calidad buena a calidad intermedia de hábitat: QLBCHI-07, QLBHUA-01, QLBHUA-05, QLHUA-01, QLHUA-02 y QLCHI-03.
- Cuatro estaciones presentaron una calidad por debajo de mala calidad.
- Nueve estaciones presentaron una mala calidad.

Figura 5.1. Comparación de la calidad del hábitat de los cuerpos de agua evaluados por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 5.2. Comparación de la calidad del bosque de ribera por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.2. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP

Estación de monitoreo	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022
QLBCHI-01	5.33	5.33		4.83
QLBCHI-07	8.22	8.20	8.22	6.00
QLBHUA-01	9	9.00	8.78	9.00
QLBHUA-03	8.22	8.20	7.56	6.00
QLBHUA-05	8.22	8.20	7.78	6.00
QLCHI-01	8.67	8.50	7.33	7.17
QLCHI-04	7.44	7.44	8.00	7.63
QLCHR-01	8.67	8.50	7.89	-
QLHUA-01	7.44	7.44	7.11	7.88
QLHUA-02	8.67	8.50	8.22	9.00
QLCHI-03	7.56	7.56	8.67	7.63
QLTIT-02	3.33	3.33	2.89	4.00
QLVIZ-04	9.33	9.33	5.33	8.22
QLVIZ-05	7.11	7.11	5.44	7.89
ALT-04	9	9.00	7.89	8.22
AS-01	7.11	7.00	6.67	8.22
CAP-01	6.89	6.89	6.33	7.44
CAP-03	6.56	6.50	9.00	7.00
CH-03	7.56	7.56	7.56	7.67
COS-01	9	9.00	7.56	7.89
MQ-01	6.67	6.50	3.22	6.22
P-11	6.89	6.89	4.56	7.11
P-12	6.89	6.89	5.67	4.89
TUM-01	7.56	7.56	4.89	7.56
TUM-03	9.33	9.33	9.00	8.88

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.3. Valores de clasificación y calidad de los hábitats evaluados - QBR-AND

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada seca 2020	Temporada húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Temporada húmeda 2022
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	60	60	60	60
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	70	70	70	60
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	85	85	75	70
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	25	20	20	25
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	80	80	80	60
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	55	55	55	60
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	40	40	40	40

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada seca 2020	Temporada húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Temporada húmeda 2022
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	55	55	55	-
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	100	100	60
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	95	95	60
QLHUA-04	Rio Calasaya	Abastecimiento		-	-	-
QLCHI-03	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	-	60	60	40
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	50	50	50	50
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	20	20	20	20
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	15	15	15	15
ALT-04	Quebrada Altarani	Operaciones	50	50	45	45
AS-01	Rio ASANA	Operaciones	45	45	45	45
CAP-01	Rio Capillune	Operaciones	40	40	35	40
CAP-03	Rio Huancane	Operaciones	55	55	40	60
CH-03	Quebrada Charaque	Operaciones	30	30	30	30
COS-01	Rio Coscore	Operaciones	35	35	45	35
MQ-01	Rio Moquegua	Operaciones	55	60	45	55
P-11	Rio ASANA	Operaciones	45	45	30	40
P-12	Rio ASANA	Operaciones	20	20	15	0
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	70	75	55	70
TUM-03	Rio Tumilaca	Operaciones	40	40	40	40

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2. ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.2.1. PLANCTON

La composición acumulada a la fecha en el área evaluada corresponde a 6 divisiones del fitoplancton, las que se ha mantenido en las últimas dos evaluaciones (TH 2021 y TS 2021), y 9 phylla del zooplancton, incrementándose dos Tardigrada y Gastrotrichia en la última evaluación (TH 2022).

Como se muestra en el Cuadro 5.4, el número de especies acumuladas ha ido incrementándose de 111 especies registradas en la temporada seca 2020 hasta 189 especies registradas en la temporada húmeda 2022, lo que representa un aumento del 70% desde la primera evaluación realizada.

Comparando esta información con la curva de acumulación de especies (Figura 5.3), se infiere que, para la comunidad del plancton el número de especies registrados a la fecha se acerca con una probabilidad de 0.96 al total de especies del plancton que habitan en el área evaluada.

Cuadro 5.4. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

Plancton	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	Total
Fitoplancton	80	67	63	74	117
Zooplancton	31	55	25	40	72
Total	111	122	87	115	189
Composición acumulada	111	157	178	189	-

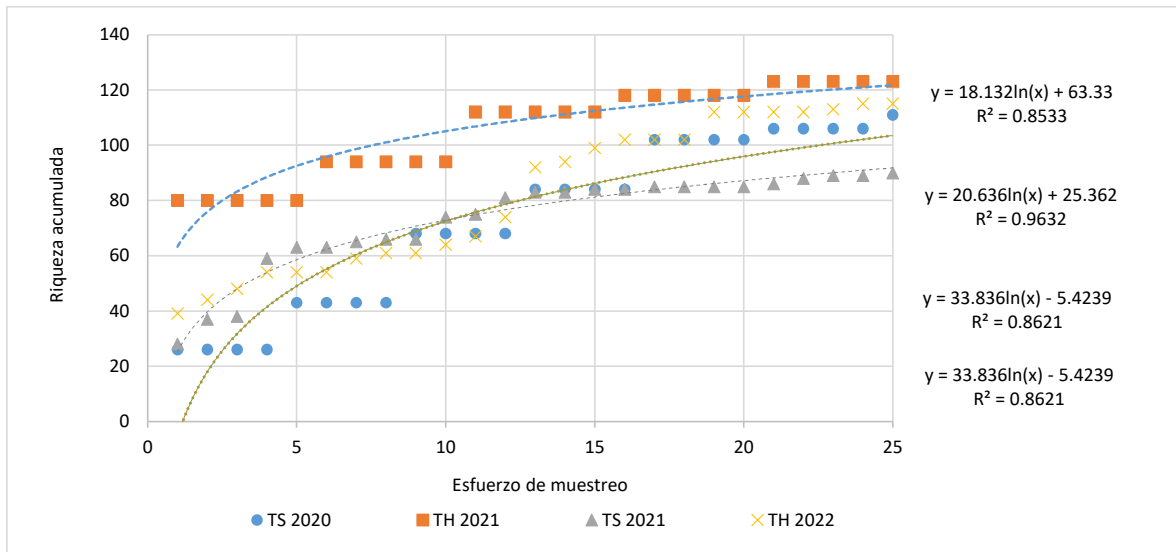
Elaboración: ASILORZA, 2022

Por otro lado, comparando los resultados de las temporadas secas 2020 y 2021 y húmedas 2021 y 2022, se aprecia que hay una tendencia a incrementar la riqueza de especies en las temporadas húmedas (12 y 155 especies versus 111 y 87, respectivamente).

Estos resultados pueden deberse a que en la temporada seca los cuerpos de agua tienen un caudal bajo, disminuyendo las probabilidades de establecimiento de la comunidad del plancton; mientras que, en la temporada húmeda, debido a las precipitaciones, los cauces de los cuerpos de agua aumentan su caudal y permiten una mejor composición de especies.

Esta información es relevante ya que permite evidenciar que 1) la riqueza de especies varía entre temporadas, 2) un mayor número de evaluaciones, o un mayor esfuerzo de muestreo, permite cuantificar con mayor precisión la composición de especies del área de estudio.

Figura 5.3. Curva de acumulación de especies de plancton



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.1. FITOPLANCTON

5.2.1.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada total registrada en las cuatro evaluaciones realizadas (TS 2020, TH 2021, TS 2021 y TH 2022) estuvo representada por 117 especies de fitoplancton, distribuidas en seis divisiones, siendo las Ochrophyta o diatomeas, las dominantes en los hábitats evaluados. Las especies se distribuyeron en los siguientes porcentajes por división: Ochrophyta 9% (54 especies), Chlorophyta 26% (30 especies), Cyanobacteria 14% (16 especies), Euglenozoa 4% (cinco especies), Dinophyta 1% (una especie) y Charophyta 9% (11 especies). (Figura 5.4).

Comparando la riqueza de especies en las cuatro evaluaciones mencionadas, se observa que el número de especies fue mayor en la temporada seca 2020 con 80 especies con respecto a las otras evaluaciones como se aprecia en el Cuadro 5.5.

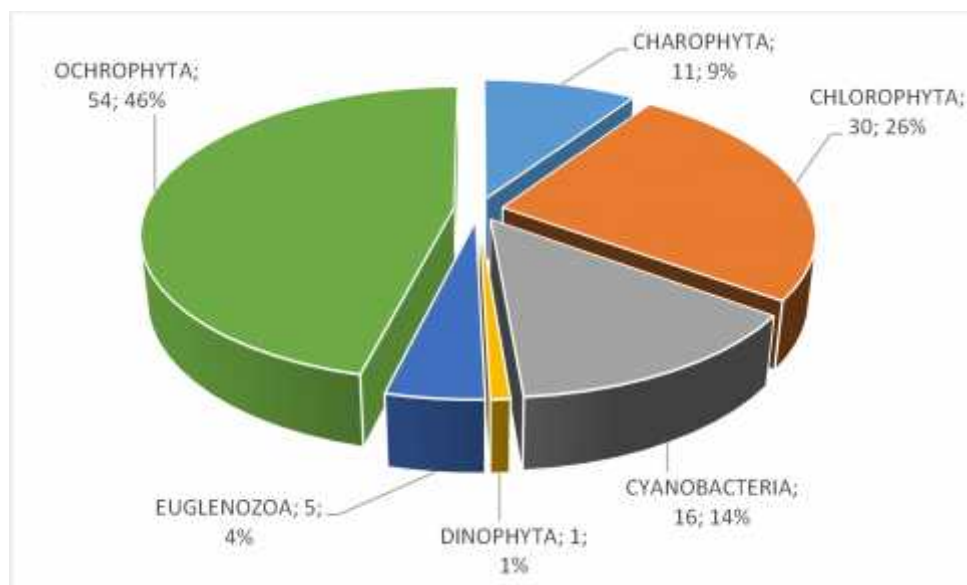
Cabe mencionar que, en las cuatro evaluaciones, la división Ochrophyta fue la más diversa, debido a que estas algas por tener un exoesqueleto de sílice tienden a precipitarse y mezclarse con los sólidos en suspensión. Por otro lado, las Chlorophyta y Cyanobacteria disminuyeron en la temporada húmeda 2021 debido al aumento en el nivel del agua de los cuerpos evaluados; estas algas se agrupan formando filamentos, los cuales son muy visibles en época de estiaje como parches de color verde. Cuando el nivel del agua aumenta, estas no logran aglomerarse y son arrastradas por la corriente.

Cuadro 5.5. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

División	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	Total
CHAROPHYTA	9	7	4	7	11
CHLOROPHYTA	20	16	13	18	30
CYANOBACTERIA	11	5	5	9	16
DINOPHYTA		1	1	1	1
EUGLENOZOA	3	3	3	3	5
OCHROPHYTA	37	35	37	36	54
Total	80	67	63	74	117

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 5.4. Composición porcentual total por división del Fitoplancton



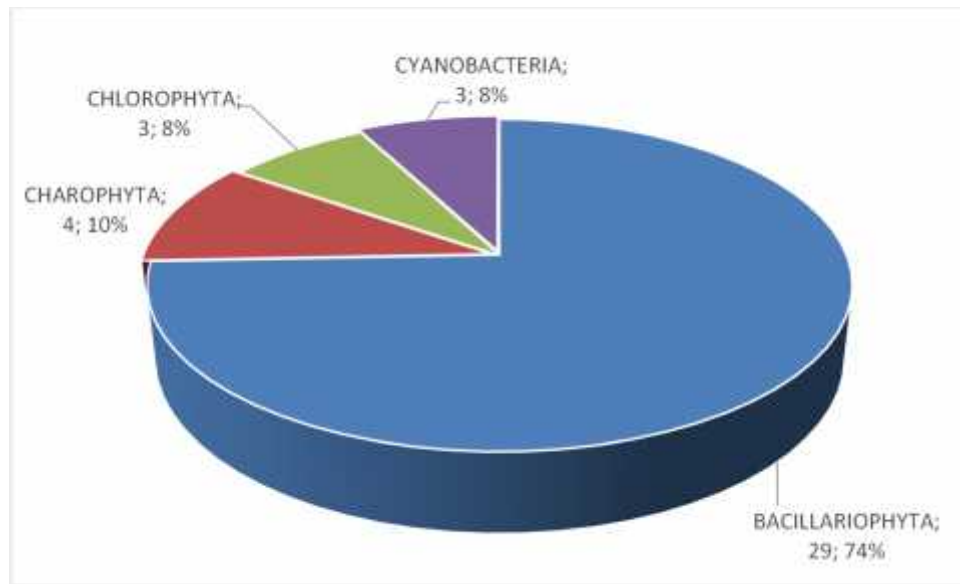
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.1.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA HÚMEDA 2022

5.2.1.1.2.1. OPERACIONES

En los cuerpos de agua donde se ubica este componente del proyecto, en la presente evaluación se registró un total acumulado de 39 especies. Las Ochrophyta fueron las más diversas registrándose 29 especies que corresponde al 74% de la riqueza total, seguidas de las Chlorophyta (3 especies, 8%), Cyanobacteria (3 especies, 8%) y Charophyta (4 especies, 10%). Figura 5.5.

Figura 5.5. Composición y riqueza por división del Fitoplancton en la temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto a los resultados por estación como se aprecia en el Cuadro 5.6, las Bacillariophyta estuvieron presentes en todas las estaciones, siendo más abundantes en P-11 con 17 especies, todas de esta división. Por otro lado, la estación con la mejor composición y riqueza de especies fue MQ-1 donde se colectaron 20 especies distribuidas en las 4 divisiones registradas en el área de abastecimiento.

Cuadro 5.6. Composición y número de especies del fitoplancton por estación

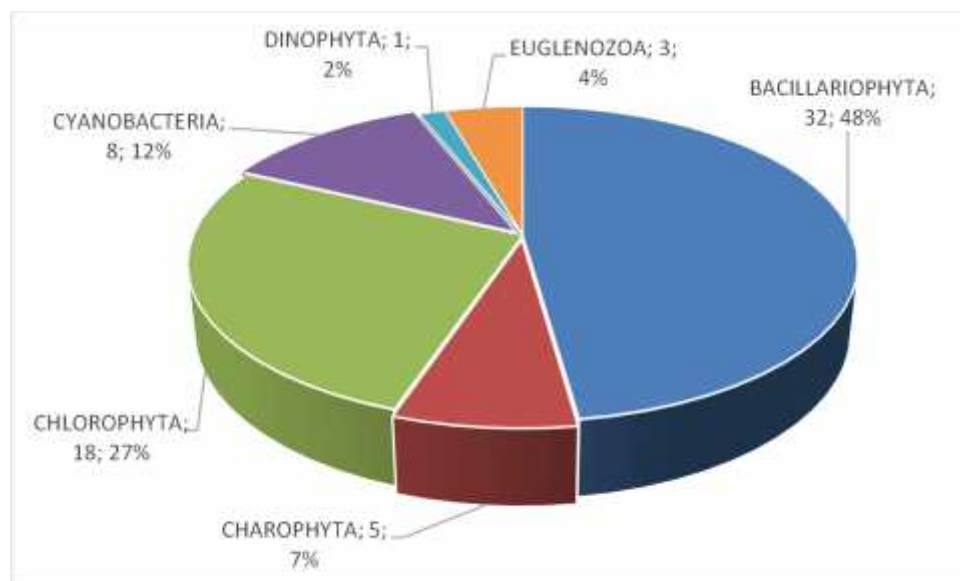
División	MQ-1	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	TUM-01	TUM-03	CAP-03	Total
BACILLARIOPHYTA	16	9	15	17	10	12	12	6	15	14	15	29
CHAROPHYTA	1	1					2			1		4
CHLOROPHYTA	2						1	1	1			3
CYANOBACTERIA	1		1							1		3
Total	20	10	16	17	10	12	15	7	16	16	15	39

Elaboración: ASILORZA, 2022

5.2.1.1.2.2. ABASTECIMIENTO

Se registraron un total de 67 especies del fitoplancton, distribuidas en 6 divisiones, distribuidas en 48% Bacillariophyta, 4% Euglenozoa 2% Dinophyta, 12% Cyanobacteria, 27% Chlorophyta y 7% Charophyta, como se aprecia en la Figura 5.6.

Figura 5.6. Composición y riqueza por división del Fitoplancton en la temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.7, las Bacillariophyta se registraron en casi todas las estaciones, excepto en QLBCHI-01. La estación con mayor riqueza de especies fueron QLBHUA-01 y QLBCHI-07 con 31 y 30 especies respectivamente.

Cuadro 5.7. Composición y número de especies del fitoplancton

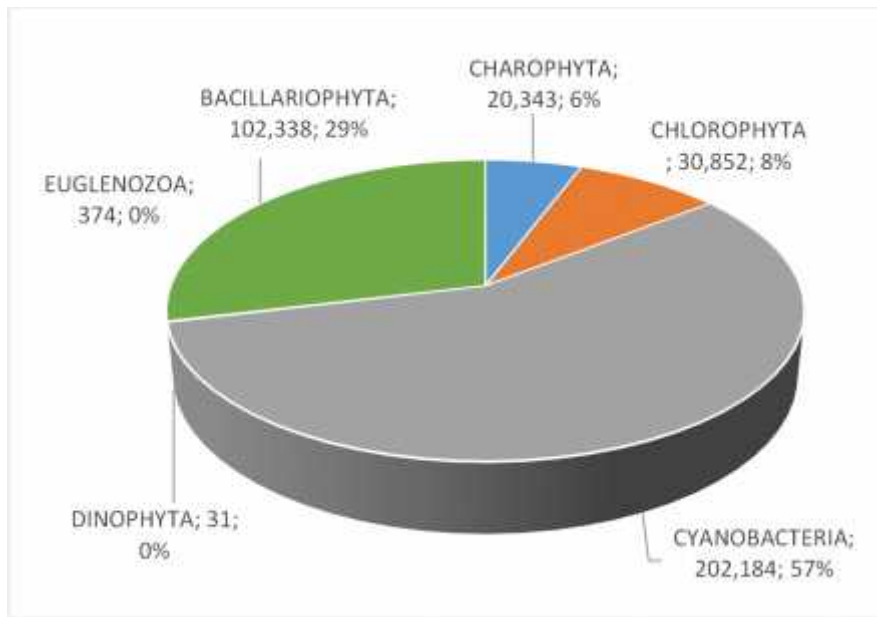
División	QLCHI-01	QLBCHI-07	QLBCHI-01	QLHUA-03	QLYZ-04	QLBHUA-05	QHUA-01	QLBHUA-01	QLCHI-04	QLHUA-02	QLCHI-03	QLTIT-02	QLVIZ-05	Total
BACILLARIOPHYTA	9	17		14	9	9	2	12	12	9	10	2	12	32
CHAROPHYTA		2						3			1			5
CHLOROPHYTA		6	1	4		1		11	3	3	2		6	18
CYANOBACTERIA		2		2				5	1	1	1	1	1	8
DINOPHYTA					1									1
EUGLENOZOA		3		1	2								1	3
Total	9	30	1	21	12	10	2	31	16	13	14	3	20	67

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.1.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

En el análisis comparativo, la división con mayor abundancia fue Cyanobacteria (57%), algas dominantes en ambientes acuáticos con alta concentración de materia orgánica en descomposición. (Figura 5.7). Asimismo, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), presentaron registros de moderados a altos (2,92 a 4,51 bits/Individuo).

Figura 5.7. Distribución porcentual de la abundancia del Fitoplancton por división (célula/ml)



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se aprecia en el Cuadro 5.8, se registró una mayor abundancia de especies del fitoplancton en la temporada seca 2020, sin embargo, los índices de riqueza de especies de Margalef (7.12 bits/individuos) y de diversidad de Shannon – Wiener (4.51 bits/individuos) fueron mayores en la temporada húmeda 2021; mostrando una mejor composición y distribución a diferencia de las temporadas seca 2020 y 2021, donde hubo una marcada dominancia de la división Cyanobacteria en la primera y de Ochrophyta en la segunda.

En la temporada seca 2020, el nivel del agua en los cuerpos de agua evaluados fue muy bajo en comparación a las otras dos temporadas evaluadas (TH 2021 y TS 2021). Asimismo, la velocidad del agua fue de moderada a lenta disminuyendo la disponibilidad de oxígeno; estas condiciones permiten la proliferación de las Cyanobacteria. Por otro lado, en temporada húmeda 2021, la división Ochrophyta fue la más abundante, debido a la corriente rápida que se registró al momento de la evaluación en la mayoría de las estaciones. Al removerse el sustrato, estas algas, que usualmente se encuentran precipitadas en los fondos de los cuerpos de agua, entran en suspensión en la columna del agua debido al arrastre del agua, permitiendo un mayor registro.

En la temporada seca 2021, se observa un ligero incremento de la abundancia del fitoplancton con respecto a la temporada húmeda 2021, el que se debe al aumento de la división Ochrophyta.

Con respecto a la temporada húmeda 2022, si bien los valores de abundancia fueron menores a los de la temporada anterior, los índices de diversidad aumentaron (4.04 bits/individuos) debido a dominancia de las Bacillariophyta, que registraron el 49% de la abundancia total.

Cuadro 5.8. Abundancia y diversidad total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

Índices	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	Total
CHAROPHYTA	19,721	443	92	87	20,343
CHLOROPHYTA	24,701	1,777	514	3,860	30,852
CYANOBACTERIA	199,700	543	542	1,399	202,184
DINOPHYTA		17	10	4	31
EUGLENOZOA	301	35	4	34	374
BACILLARIOPHYTA	77,009	7,744	12,405	5,180	102,338
Número de especie (S)	80	67	63	74	117
Número de individuos (N)	321,432	10,559	13,567	10,564	356,122
Riqueza de Margalef (d):	6.23	7.12	6.73	7.81	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.46	0.74	0.44	0.65	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.93	4.51	2.64	4.04	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.69	0.93	0.71	0.88	-

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.1.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA HÚMEDA 2022

5.2.1.1.4.1. OPERACIONES

En la presente evaluación se registraron 6,083 células/ml del fitoplancton, siendo las Bacillariophyta las más abundantes, las que representan el 85% de la abundancia total registrada. Como se aprecia en el Cuadro 5.9, las estaciones ALT-4 y MQ-1 registraron la mayor abundancia con 1,859 y 1,134 células/ml.

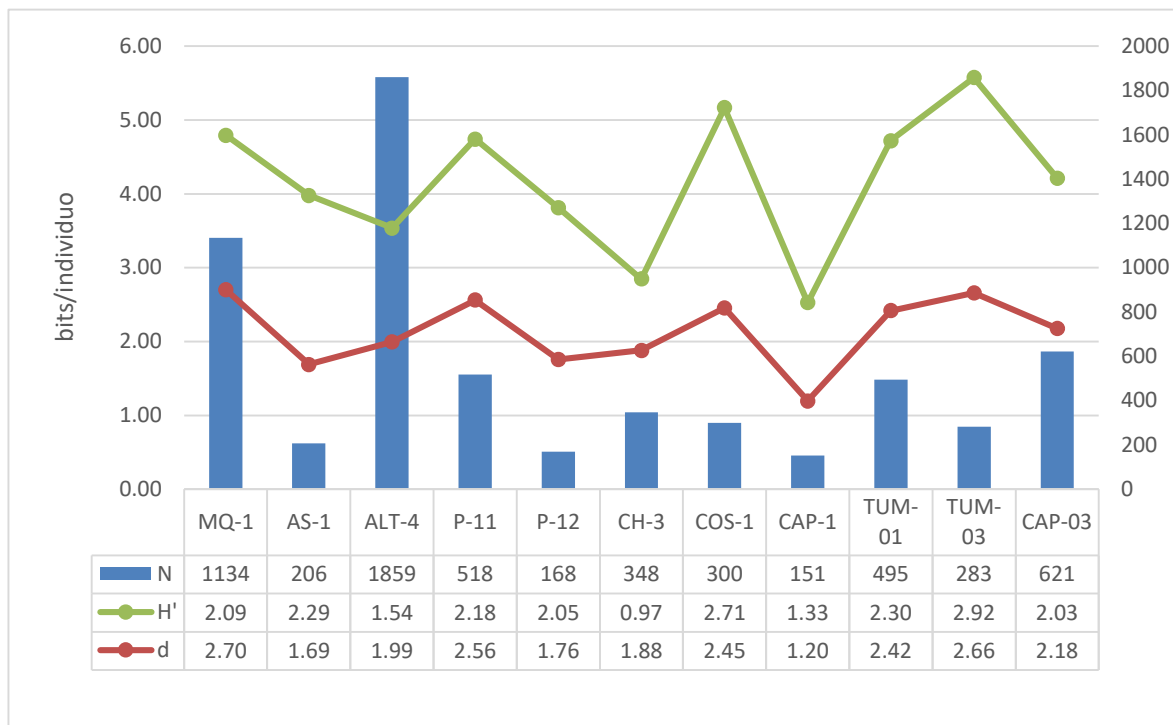
En general los valores de diversidad registrados fueron bajos, siendo la estación TUM-03 la que registro el mayor valor que corresponde a 2.66 bits/individuos y una abundancia de 283 células/ml.

Cuadro 5.9. Abundancia total de especies del fitoplancton por estación

División	MQ-1	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	TUM-01	TUM-03	CAP-03	Total
BACILLARIOPHYTA	509	205	1752	518	168	348	290	150	373	255	621	5189
CHAROPHYTA	14	1					2			1		18
CHLOROPHYTA	6						8	1	122			137
CYANOBACTERIA	605		107							27		739
Total	1,134	206	1,859	518	168	348	300	151	495	283	621	6,083

Elaboración: ASILORZA, 2022

Figura 5.8. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.1.4.2. ABASTECIMIENTO

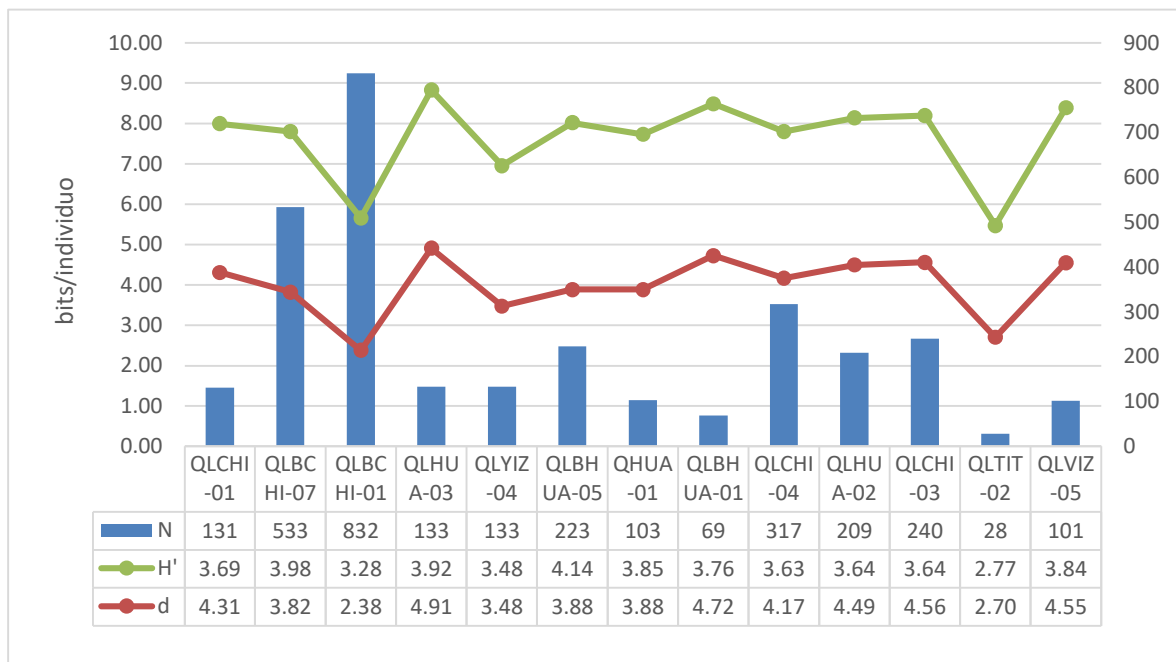
Como se aprecia en el Cuadro 5.10, de forma similar a los resultados obtenidos en el área de almacenamiento, se registró una alta densidad de individuos predominando principalmente las Chlorophyta (3,723 células/ml, 53% del total). La segunda división más abundante fueron las Bacillariophyta que representaron el 36% del total (2,502 células/ml).

Cuadro 5.10. Abundancia total de especies del fitoplancton

División	QLCHI-01	QLBCHI-07	QLBCHI-01	QLHUA-03	QLYIZ-04	QLBHUA-05	QHUA-01	QLBHUA-01	QLCHI-04	QLHUA-02	QLCHI-03	QLTIT-02	QLVIZ-05	Total
BACILLARIOPHYTA	325	961		180	305	137	2	134	109	63	117	6	163	2,502
CHAROPHYTA		10						57			2			69
CHLOROPHYTA		211	3228	44		1		134	17	19	11		58	3,723
CYANOBACTERIA		140		44				217	46	2	89	106	16	660
DINOPHYTA					4									4
EUGLENOZOA		23		7	3								1	34
Total	325	1,345	3,228	275	312	138	2	542	172	84	219	112	238	6,992

Elaboración: ASILORZA, 2022

Figura 5.9. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Por otro lado, los valores de diversidad en las estaciones variaron de bajo (2.38 bits/individuos) a alto (4.14 bits/individuos). Como se muestra en la Figura 5.9, las estaciones QLHUA-03 y QLHUA-01 registraron los valores más altos de riqueza de Margalef.

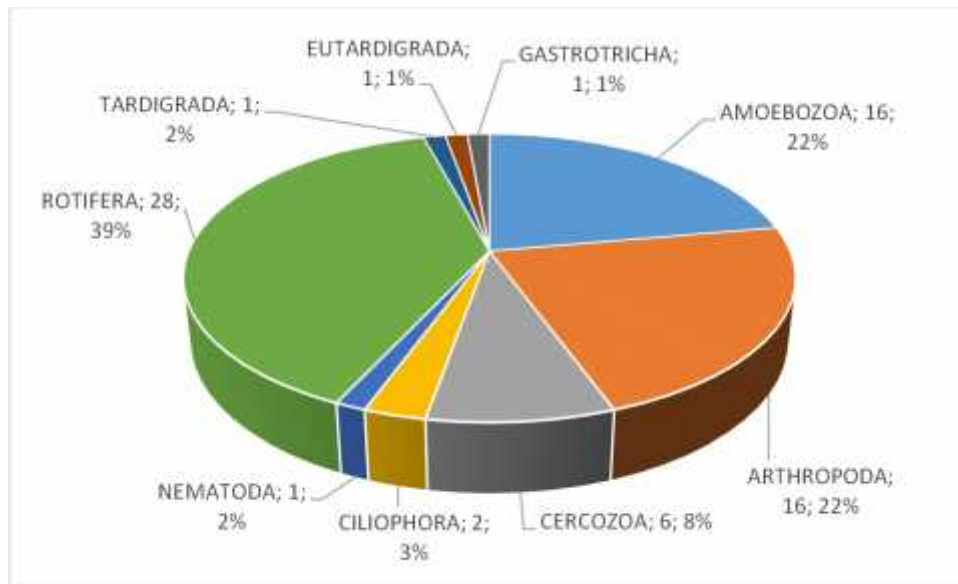
5.2.1.2. ZOOPLANCTON

5.2.1.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de especies del zooplancton estuvo representada por 72 especies agrupadas en nueve phyla, distribuidos en 28 especies de Rotifera, que corresponde al 39% de la riqueza total, seguido de los Arthropoda con 16 especies (22%), Amoebozoa (16 especies, 22%), Rotifera (28 especies, 39%) y otros. Figura 5.10.

En el caso del zooplancton, la relación con respecto a los periodos hidrológicos fue inversa a la registrada para el fitoplancton; en la temporada húmeda 2021 se registró un mayor número de especies (55) que en temporada seca 2020 (31) y que en la temporada seca 2021 (24) y en la presente temporada húmeda 2022 (40). Como se aprecia en el Cuadro 5.11, los Rotifera fueron los más diversos, registrándose en total 28 especies, que corresponden al 40% de la riqueza total.

Figura 5.10. Composición porcentual por phylum del Zooplancton



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.11. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	Total
AMOEBOZOA	5	12	5	9	16
ARTHROPODA	7	11	9	7	16
CERCOZOA	4	6		5	6
CILIOPHORA	2	2	2	2	2
NEMATODA	1	1	1	1	1
ROTIFERA	11	22	8	14	28
TARDIGRADA	1	1			1
EUTARDIGRADA				1	1
GASTROTRICHA				1	1
Total	31	55	25	40	72

Elaboración: ASILORZA, 2022.

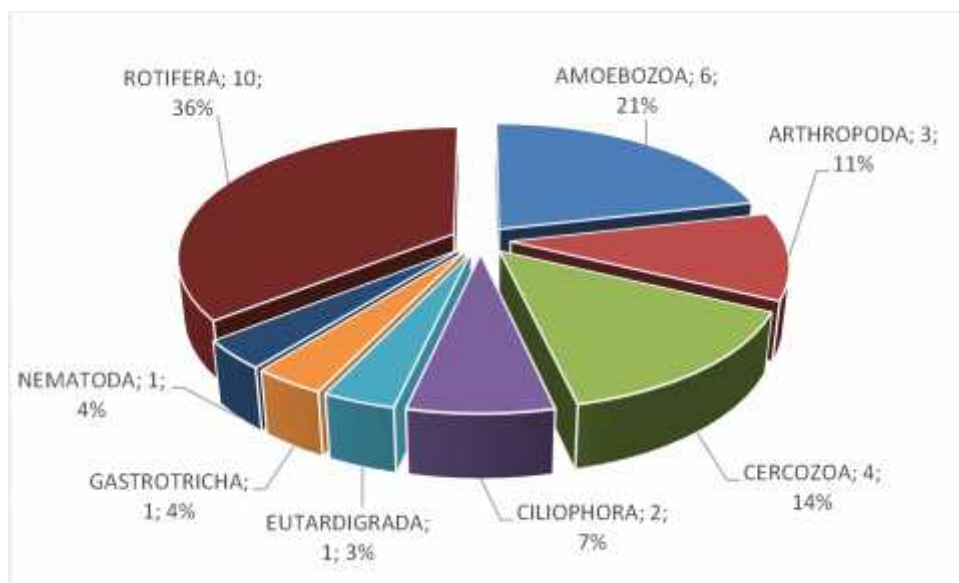
5.2.1.2.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN TEMPORADA HÚMEDA 2022

5.2.1.2.2.1. OPERACIONES

Se registró un total de 28 especies distribuidas en 9 phylum, cuya riqueza corresponde a Rotifera 10 especies (36%), seguido de los Arthropoda (3 especies, 11%), Amoebozoa (6 especies, 21%), Cercozoa (4 especies, 14%), Ciliophora (2 especies, 7%), Nematoda (1 especie, 4%) y otros. Figura 5.11

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.12, la estación con mayor riqueza de especies fue la CAP-03 con 21 especies, seguida de MQ-1 con 19 especies. En todas las estaciones se registraron los phylla Amoebozoa, Ciliophora y Rotifera.

Figura 5.11. Composición y riqueza por división del Zooplancton



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.12. Composición y número de especies del Zooplancton por estación

Phylum	MQ-1	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	TUM-01	TUM-03	CAP-03	Total
AMOEBOZOA	4	4	4	3	1	3	3	4	3	3	4	6
ARTHROPODA				1	1	1		1			3	3
CERCOZOA	3	3	3	3		2		3	1	3	4	4
CILIOPHORA	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
EUTARDIGRADA				1		1			1			1
GASTROTRICHA	1										1	1
NEMATODA	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
ROTIFERA	8	5	4	4	2	5	2	7	5	2	6	10
Total	19	15	14	15	7	15	8	18	12	10	21	28

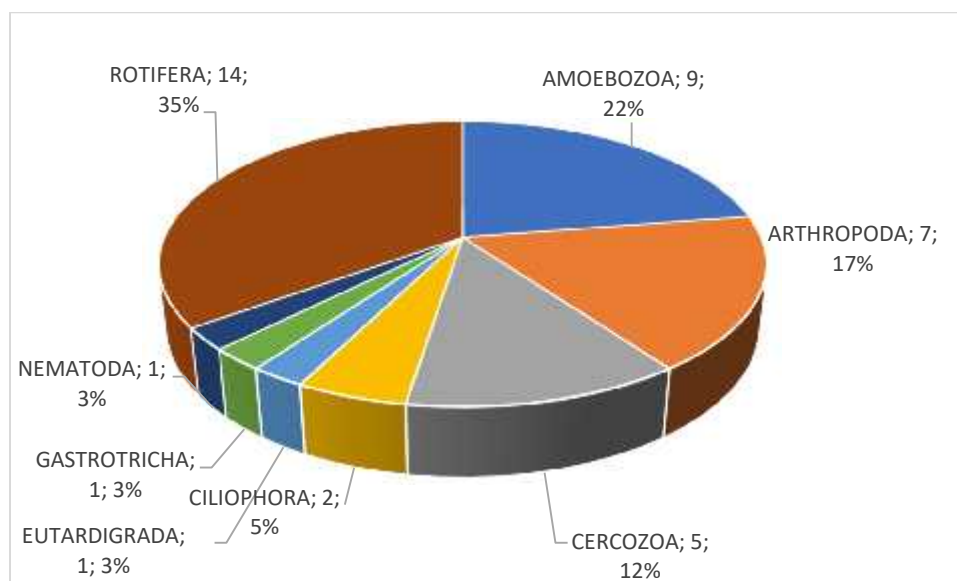
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.2. ABASTECIMIENTO

Se registraron un total de 40 especies distribuidas en 8 phylla siendo los más diversos los Rotifera que registraron el 35% del total (14 especies), seguidas de los Amoebozoa (9 especies, 22%), Arthropoda (7 especies, 17%), Cercozoa (5 especies, 12%), Ciliophora (2 especies, 5%), Nematoda (una especie, 3%) y otros. Figura 5.12.

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.13, la estación con la mayor riqueza de especies fue QLCHI-03 con 26 especies, sin embargo, la riqueza registrada fue homogénea en todas las estaciones. Los Amoebozoa, Arthropoda, Cercozoa, Ciliophora, Nematoda y Rotifera fueron registrados en todas las estaciones evaluadas.

Figura 5.12. Composición y riqueza por división del Zooplancton



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.13. Composición y número de especies del Zooplancton por estación

Phylum	QLCHI-01	QLBCHI-07	QLBCHI-01	QLHUA-03	QLYZ-04	QLBHUA-05	QHUA-01	QLBHUA-01	QLCHI-04	QLHUA-02	QLCHI-03	QLTIT-02	QLVIZ-05	Total
AMOEBOZOA	4	8	5	4	5	6	5	5	4	4	4	2	4	9
ARTHROPODA	3	4	2	3	4	3	3	5	5	5	5	1	2	7
CERCOZOA	4	4	3	4	3	5	4	3	4	3	5	2	4	5
CILIOPHORA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
EUTARDIGRADA	1												1	1
GASTROTRICHA		1					1		1					1
NEMATODA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ROTIFERA	7	5	4	11	3	5	3	5	8	10	9	2	8	14
Total	22	25	17	25	18	22	19	21	25	25	26	10	22	40

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

Como se aprecia en el Cuadro 5.14, se registró una mayor abundancia en temporada húmeda 2021, con predominancia de los Arthropoda. Los valores de diversidad total variaron de bajos a altos: 2.96 bits/individuos en temporada seca 2020, 5.03 bits/individuos en temporada húmeda 2021 y 2.92 bits/individuos en temporada seca 2021. En la Temporada húmeda 2022 se registró 3,662 distribuidos en 40 especies con una diversidad de 4.31, el valor más alto registrado durante el monitoreo.

Cuadro 5.14. Abundancia y diversidad total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

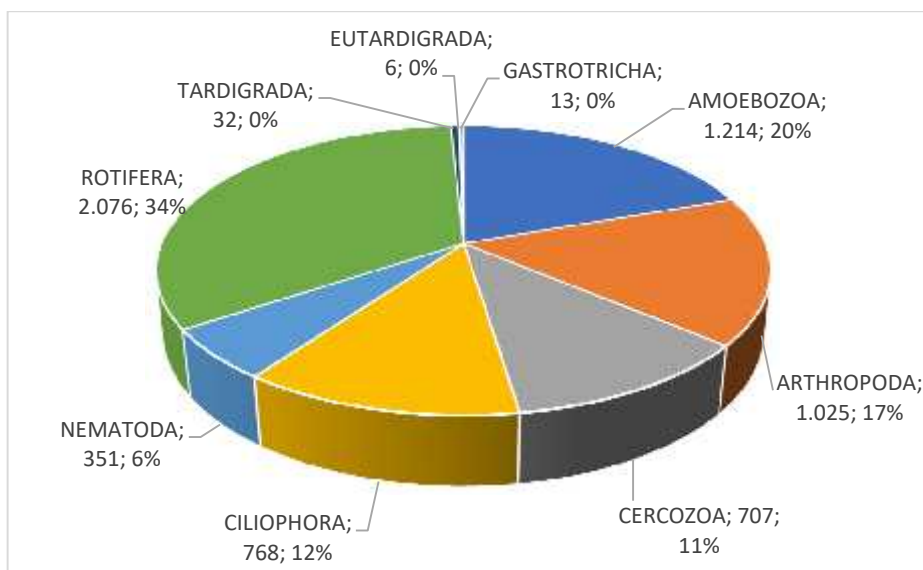
Índices	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	Total
---------	---------	---------	---------	---------	-------

AMOEBOZOA	212	229	30	743	1,214
ARTHROPODA	117	262	487	159	1,025
CERCOZOA	47	78		582	707
CILIOPHORA	73	53	23	619	768
NEMATODA	41	39	54	217	351
ROTIFERA	295	409	49	1,323	2,076
TARDIGRADA	19	13			32
EUTARDIGRADA				6	6
GASTROTRICHA				13	13
Número de especie (S)	31	55	25	40	72
Número de individuos (N)	804	1,083	643	3,662	6,192
Riqueza de Margalef (d):	8.67	12.92	9.31	4.75	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.44	0.73	0.45	0.81	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.96	5.03	2.92	4.31	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.69	0.94	0.73	0.93	-

Elaboración: ASILORZA, 2022.

En el análisis acumulado, la abundancia se distribuyó en 34% Rotifera, 20% Amoebozoa, 17% Arthropoda, 6% Nematoda y el resto, como se aprecia en la Figura 5.13.

Figura 5.13. Distribución porcentual de la abundancia del Zooplancton por phylum (célula/ml), abastecimiento.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA HÚMEDA 2022

5.2.1.2.4.1. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.15 se registró una alta densidad de especies predominando los Rotifera (224 células/ml, 37% del total).

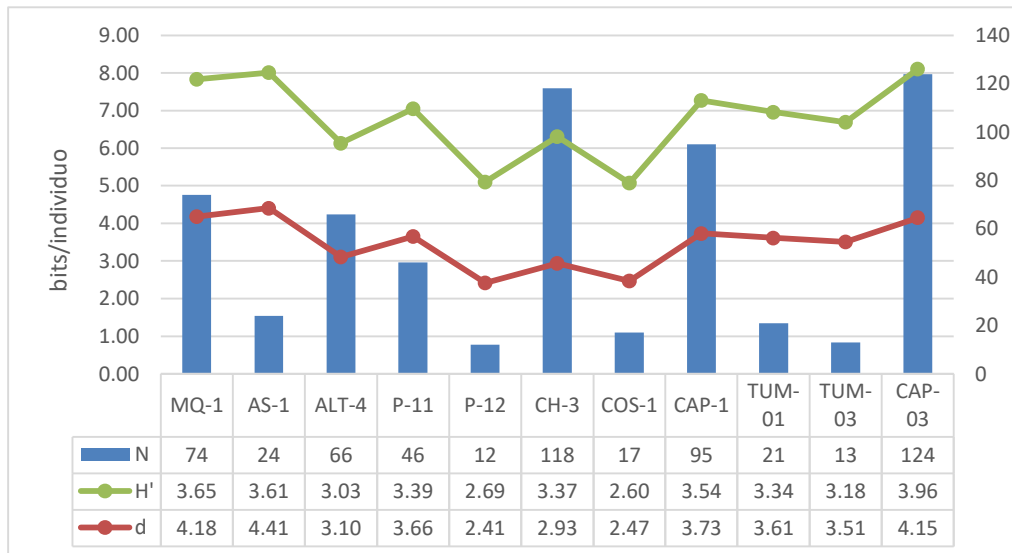
Cuadro 5.15. Abundancia total de especies del Zooplancton

Phyllum	MQ-1	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	TUM-01	TUM-03	CAP-03	Total
AMOEBOZOA	15	5	8	5	1	20	3	11	4	3	35	110
ARTHROPODA				1	1	1		1			5	9
CERCOZOA	5	3	4	5		6		6	1	3	20	53
CILIOPHORA	13	4	33	15	4	35	6	17	4	4	12	147
EUTARDIGRADA				1		2			1			4
GASTROTRICHA	2										5	7
NEMATODA	7	2	9	5	3	17	2	6	2		3	56
ROTIFERA	32	10	12	14	3	37	6	54	9	3	44	224
Total	74	24	66	46	12	118	17	95	21	13	124	610

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se aprecia en la Figura 5.14, los valores de diversidad en las estaciones variaron de bajos a moderados como en las estaciones QLCHI-04, QLHUA-02, QLHUA-01 y QLBHUA-05 donde los valores variaron entre 5.07, 5.23, 5.03, y 5.06 bits/individuo respectivamente.

Figura 5.14. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación y por temporada de monitoreo



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Legenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

5.2.1.2.4.2. ABASTECIMIENTO

La abundancia acumulada, como se aprecia en el Cuadro 5.16 estuvo distribuida en Amoebozoa con 633 células/ml (20.7%); Arthropoda con 150 células/ml (4.9%), Cercozoa con 529 células/ml (17.3%),

Ciliophora con 472 células/ml (15.5%), Nematoda con 161 células/ml (5.3%), Rotifera con 1099 células/ml (36.0%) y otros.

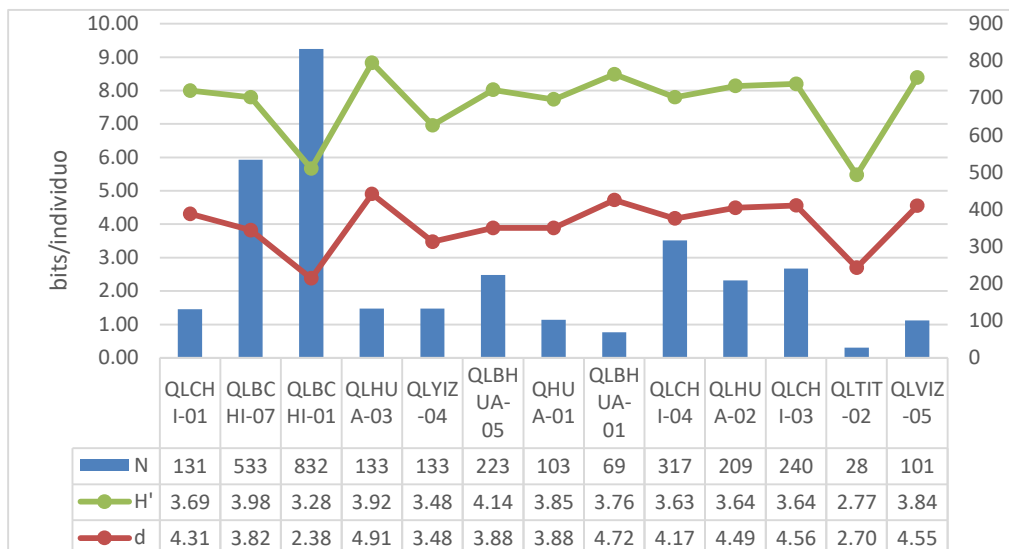
Cuadro 5.16. Abundancia total de especies del Zooplancton

Phylum	QLCHI-01	QLBCHI-07	QLBCHI-01	QLHUA-03	QLYIZ-04	QLBHUA-05	QHU A-01	QLBHUA-	QLCHI-04	QLHUA-02	QLCHI-03	QLTIT-02	QLVIZ-05	Total
AMOEBOZOA	21	200	118	22	47	79	40	9	39	22	21	3	12	633
ARTHROPODA	5	25	11	7	15	17	7	14	19	13	13	1	3	150
CERCOZOA	29	180	102	13	5	72	20	7	31	30	22	2	16	529
CILIOPHORA	34	26	218	29	11	20	10	21	36	14	32	9	12	472
EUTARDIGRADA	1												1	2
GASTROTRICHA		3					1		2					6
NEMATODA	6	34	26	6	11	10	10	6	11	13	16	6	6	161
ROTIFERA	35	65	357	56	44	25	15	12	179	117	136	7	51	1099
Total	131	533	832	133	133	223	103	69	317	209	240	28	101	3052

Elaboración: ASILORZA, 2022

Como se muestra en la Figura 5.15, los valores de diversidad y riqueza de especies fueron moderados en las estaciones evaluadas, registrándose el valor más alto del índice de Shannon – Wiener en la estación QLBHUA-05 con 4.14 bits/individuo.

Figura 5.15. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación y por temporada de monitoreo



Legenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon – Wiener

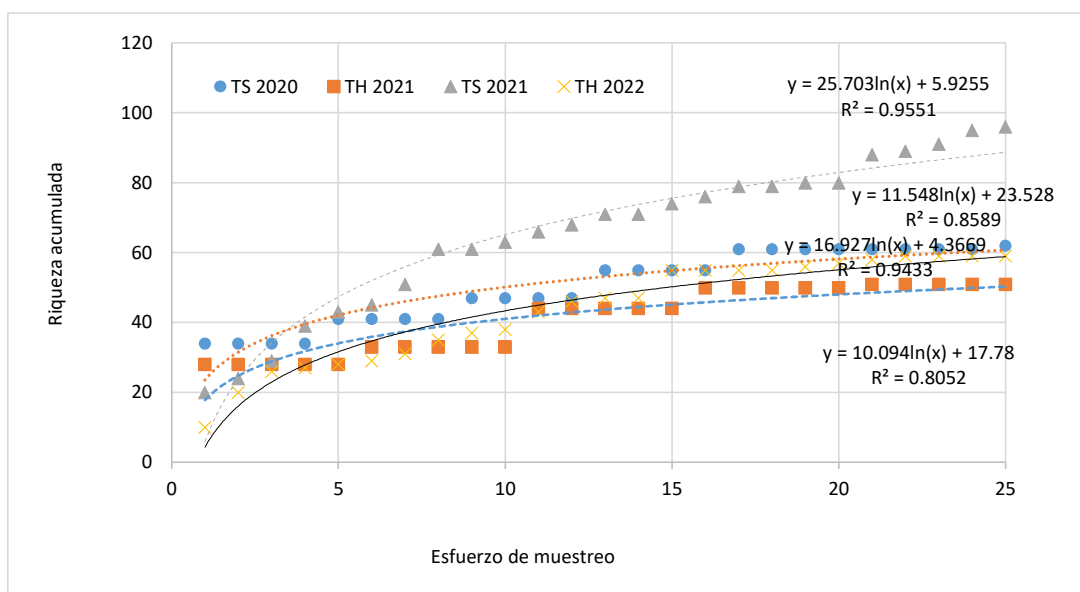
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2. BENTOS

5.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de macroinvertebrados a la fecha incluye 112 especies, y como se aprecia en la curva de acumulación de especies Figura 5.16, en la temporada húmeda 2021 la riqueza de especies fue mayor. En el Cuadro 5.17 se observa que la riqueza se ha incrementado durante las dos últimas evaluaciones. En la temporada húmeda 2020 se registraron 36 especies, es decir la riqueza de especies disminuyó con respecto a la evaluación anterior; sin embargo, el total acumulado fue de 74 especies, es decir se colectaron 14 especies (23%) más como nuevos registros para el área. En el caso de la temporada seca 2021, la riqueza se incrementó en 65 especies, de las cuales 38 (51%) fueron nuevos registros para el área de evaluación. En el caso de la Temporada húmeda 2022 se registraron 20 nuevas especies para el área de evaluación.

Figura 5.16. Curva de acumulación de especies de Macroinvertebrados del área de estudio



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.17. Composición y número de especies de macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	Total
ANNELIDA	4	3	6	5	7
ARTHROPODA	55	31	88	49	106
MOLLUSCA		1	4	4	6
NEMATODA	1		1		1
PLATYHELMINTHES		1	2	1	2
Total	60	36	101	59	122
Composición acumulada	60	74	112	122	

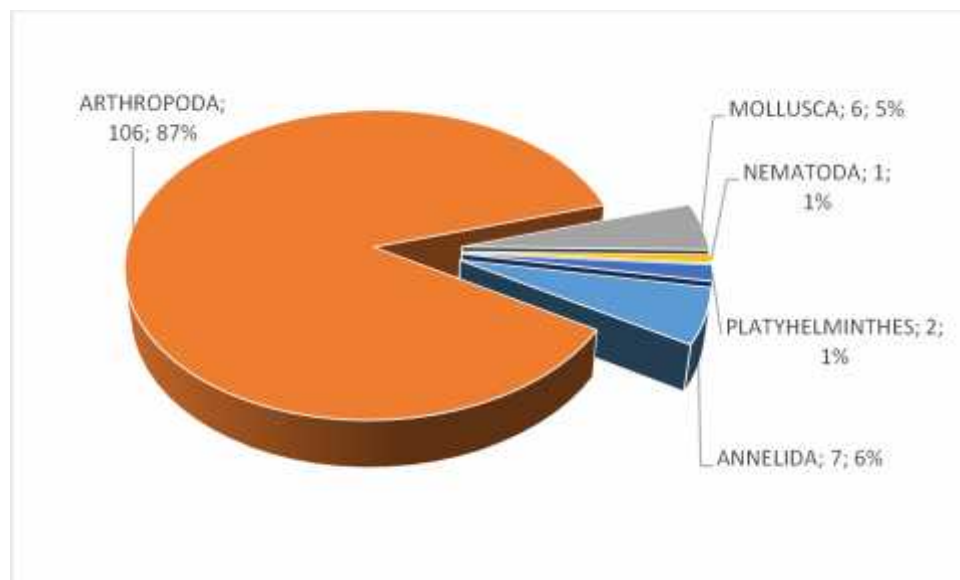
Elaboración: ASILORZA, 2022.

Los macroinvertebrados se encuentran distribuidos en cinco phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 106 especies (87%), seguido de los phylum Annelida (7 especies,

6%), Mollusca (6 especies, 5%), Platyhelminthes (2 especies, 1%) y Nematoda (una especie, 1%). Figura 5.17.

La predominancia del Phylum Arthropoda está basada en la alta riqueza de especies de la clase Insecta, que representa el 69% de las especies registradas (51 especies). Los insectos que tiene larvas acuáticas inician su ciclo reproductivo en la temporada húmeda, estimulados principalmente por las lluvias, al inicio de la temporada seca colocan los huevos sobre las áreas poco profundas, asegurando que puedan adherirse a los filamentos de las algas que les brindaran alimentación durante la época de larvas. Durante la temporada seca, los huevos eclosionan y se convierten en larvas y pupas, que luego originara a los insectos adultos que se desplazaran hacia su etapa terrestre (Díptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleópteras entre otros).

Figura 5.17. Composición porcentual de Macroinvertebrados por phylum



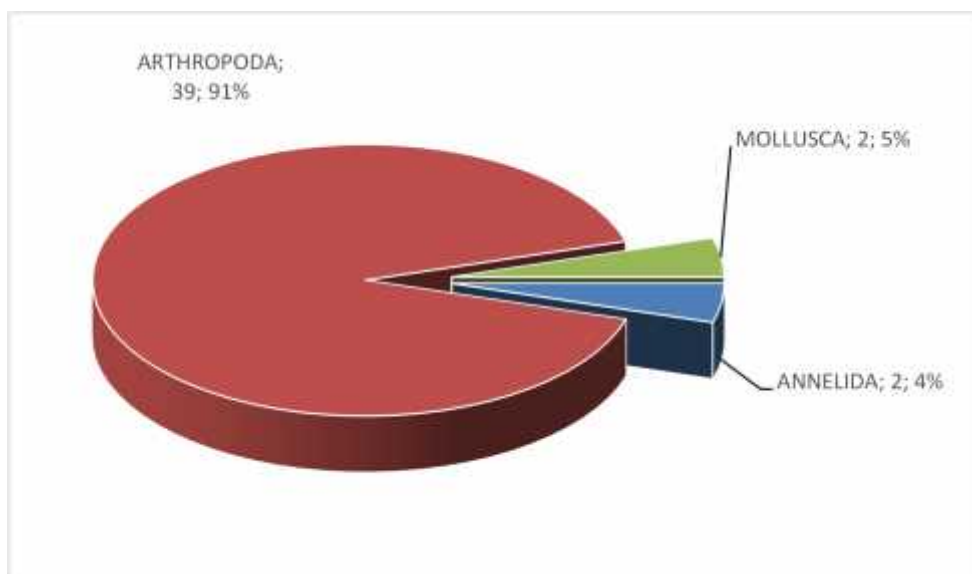
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA HÚMEDA 2022

5.2.2.2.1. OPERACIONES

Se registró un total de 43 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 3 phylla. Como se aprecia a en la Figura 5.18, los Arthropoda fueron los más diversos en términos de riqueza de especies agrupando el 91% de las especies registradas; mientras que los Mollusca y Rotifera corresponden al 5% y 4%.

Figura 5.18. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.18, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. Las estaciones ALT-04 y TUM-03 fueron las que registraron el mayor número de especies; mientras que en la estación CAP-03 se registraron especies de los 3 phyla colectados en el área de estudio siendo la que presentó la mejor composición durante la última evaluación realizada.

Cuadro 5.18. Composición y número de especies del Macroinvertebrados

Phyllum	MQ-1	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	TUM-01	TUM-03	CAP-03	Total
ANNELIDA							1			1	1	2
ARTHROPODA	9	14	15	13	2	12	8	13	13	14	17	39
MOLLUSCA	1										1	2
Total	10	14	15	13	2	12	9	13	13	15	19	43

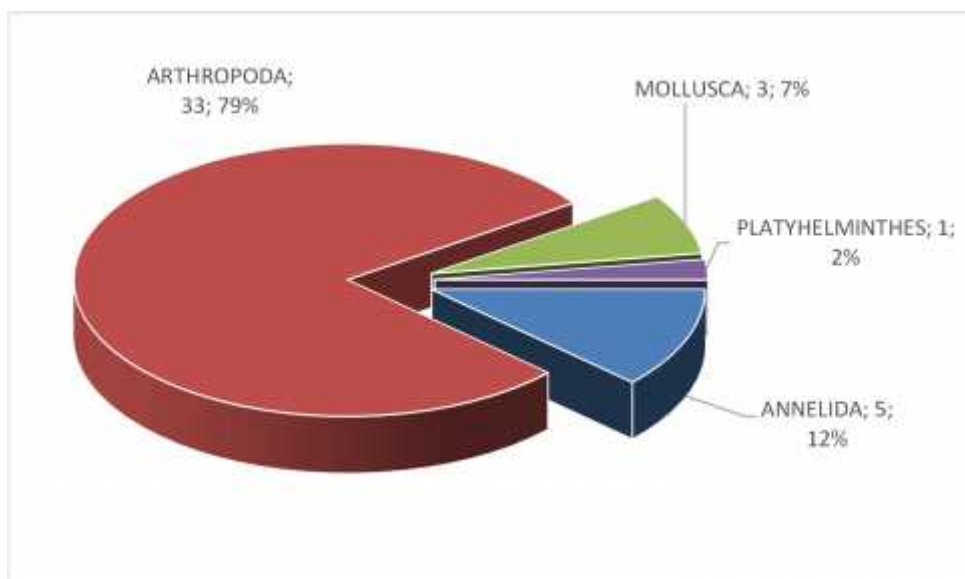
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2. ABASTECIMIENTO

Se registró un total de 42 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 4 phylla. En la Figura 5.19 se observa la composición y riqueza de especies por división. El phyllum que presentó una mayor riqueza de especies fue el Arthropoda con 33 especies que corresponde al 79% del total; seguido de los phylla Mollusca (3 especies, 7%), Platyhelminthes (1 especies, 2%) y Annelida (5 especies, 12%).

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.19, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio; se registró un número alto de especies en estado de pupas y ninfas.

Figura 5.19. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.19. Composición y número de especies del Macroinvertebrados

Phylum	QLCHI-01	QLBCHI-07	QLBCHI-01	QLHUA-03	QLYZ-04	QLBHUA-05	QHUA-01	QLBHUA-01	QLCHI-04	QLHUA-02	QLCHI-03	QLTIT-02	QLYR-05	Total
ANNELIDA	2	1		3		1	2	2	1	2	2	1	1	5
ARTHROPODA	11	4	1	16	10	9	4	10	10	9	11	11	13	33
MOLLUSCA		1		2		1		1						3
PLATYHELMINTHES									1		1			1
Total	13	6	1	21	10	11	6	13	12	11	14	12	14	42

Elaboración: ASILORZA, 2022.

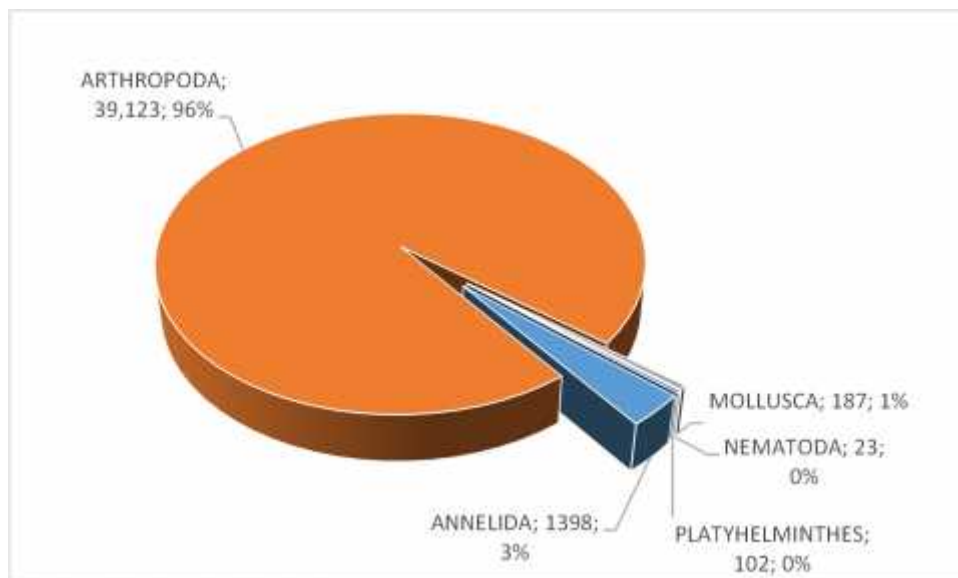
5.2.2.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

Para el análisis de la abundancia se tomaron las densidades bentónicas en los diferentes puntos de muestreo dentro de las cuencas ubicadas en el área de estudio, registrándose un total de 40,833 organismos/muestra.

El phylum con mayor abundancia de individuos fue Arthropoda (97%) como se aprecia en la Figura 5.20, el que está compuesto principalmente por individuos de la clase Insecta (39,123 organismo/muestra; 96%).

Los valores de diversidad registrados fueron altos al igual que los de la riqueza de Margalef alcanzando valores entre 3.03 y 4.51 bits/individuo en el primer caso y de 4.84 a 9.47 bits/individuo en el otro. Asimismo, los valores observados para los índices de diversidad de Simpson y de equidad según Pielou mostraron que en ambas temporadas existe dominancia de los Arthropoda, por lo que los valores registrados fueron moderados. Cuadro 5.20.

Figura 5.20. Distribución porcentual de la abundancia de Macroinvertebrados por división (célula/ml)



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.20. Abundancia y diversidad total de especies de Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	Total
ANNELIDA	115	41	940	302	1398
ARTHROPODA	8,359	3,493	21,656	5,615	39,123
MOLLUSCA		30	27	130	187
NEMATODA	2		21		23
PLATYHELMINTHES		9	73	20	102
Número de especie (S)	60	36	96	59	122
Número de individuos (N)	8,476	3,588	22,717	6,067	40,833
Riqueza de Margalef (d):	5.58	4.84	9.47	6.66	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.62	0.73	0.69	0.69	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	3.03	3.89	4.51	4.07	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.76	0.89	0.92	0.91	-

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA HÚMEDA 2022

5.2.2.4.1. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.21 se registró una densidad alta de especies predominando los Arthropoda (1,209 células/ml, 97% del total).

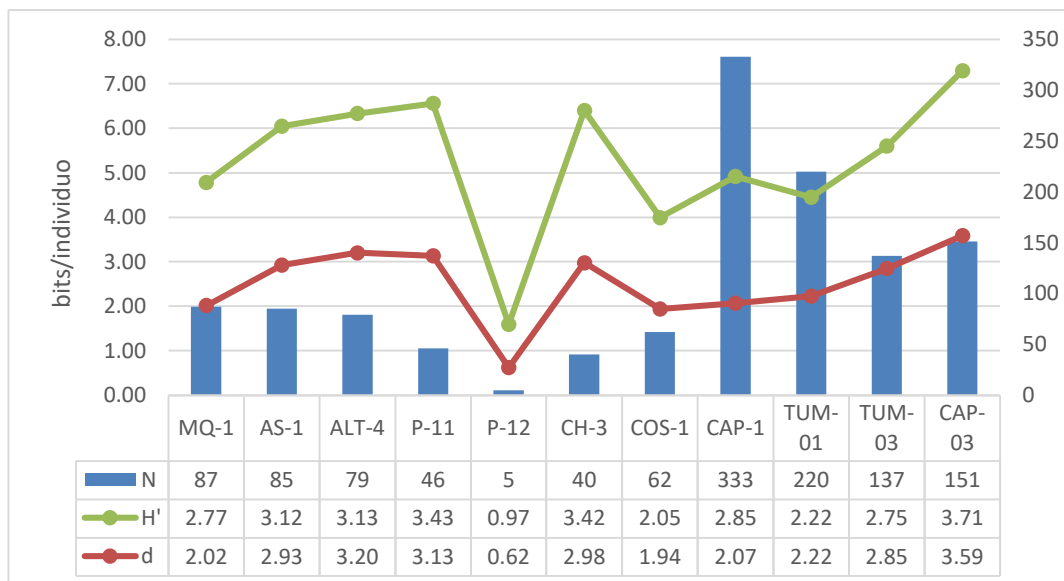
Como se aprecia en la Figura 5.21, los valores de diversidad en las estaciones variaron de bajos ($H' = 0.97$, estación P-12) a moderado ($H' = 3.43$, estación P-11). La estación CAP-01 registró la mayor abundancia con 333 células/ml y valores moderados de la diversidad ($H' = 2.85$ bits/individuos) y riqueza de especies de Margalef ($H' = 2.07$ bits/individuos). Con respecto a la estación P-11, que registro la mayor diversidad registro una abundancia baja (46 células/ml) y una riqueza de especies de Margalef moderada ($H' = 3.13$ bits/individuos).

Cuadro 5.21. Abundancia total de especies de Macroinvertebrados

Phyllum	MQ-1	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	TUM-01	TUM-03	CAP-03	Total
ANNELIDA							8			2	22	32
ARTHROPODA	85	85	79	46	5	40	54	333	220	135	127	1,209
MOLLUSCA	2										2	4
Total	87	85	79	46	5	40	62	333	220	137	151	1,245

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 5.21. Comparación de la abundancia y diversidad de Macroinvertebrados por estación



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.2. ABASTECIMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.22, la abundancia de especies fue de 4,822 células/ml. Los Arthropoda registraron el 91% de la abundancia total (4,406 células/ml).

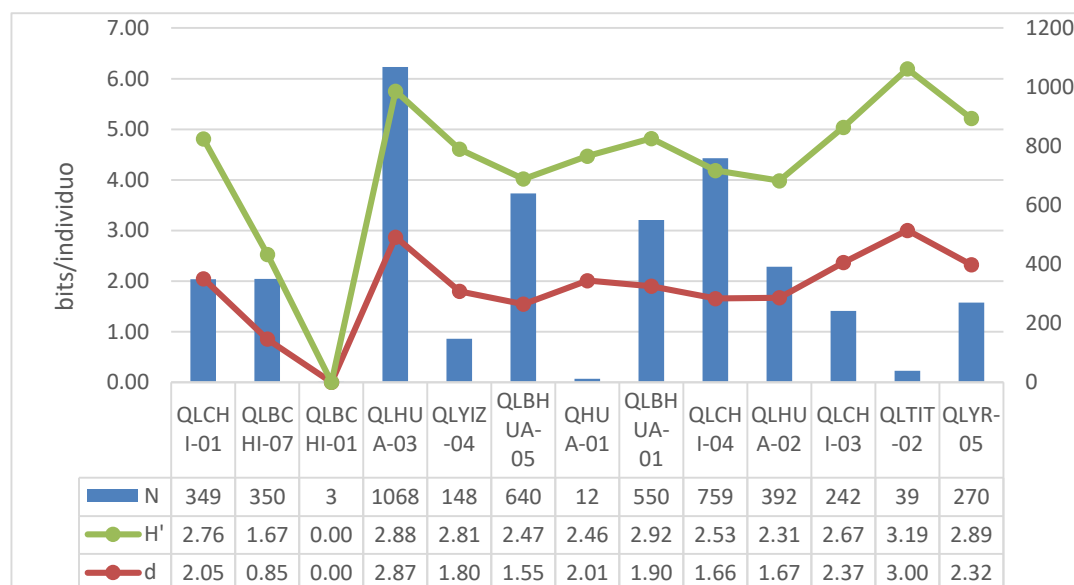
Como se muestra en la Figura 5.22, los valores de diversidad y riqueza de especies fueron moderados en las estaciones evaluadas. Los valores de diversidad en las estaciones variaron de bajos ($H'=0$); como en la estación QLBCHI-01 donde se registraron 3 células/ml de una sola especie; a moderado ($H'=3.19$, estación QLTIT-02). La estación QLHUA-03 registro la mayor abundancia con 1,068 células/ml y valores moderados de la diversidad ($H'=2.88$ bits/individuos) y riqueza de especies de Margalef ($H'=2.87$ bits/individuos). Con respecto a la estación QLTIT-02, que registro la mayor diversidad registró una abundancia baja (39 células/ml) y una riqueza de especies de Margalef moderada ($H'=3.00$ bits/individuos).

Cuadro 5.22. Abundancia total de especies de Macroinvertebrados

Phylum	QLCHI-01	QLBCHI-07	QLBCHI-01	QLHUA-03	QLYIZ-04	QLBHUA-05	QHUA-01	QLBHUA-01	QLCHI-04	QLHUA-02	QLCHI-03	QLTIT-02	QLYR-05	Total
ANNELIDA	7	3		51		7	4	49	20	15	30	2	82	270
ARTHROPODA	342	344	3	1,007	148	525	8	496	723	377	208	37	188	4,406
MOLLUSCA		3		10		108		5						126
PLATYHELMINTHES									16		4			20
Total	349	350	3	1,068	148	640	12	550	759	392	242	39	270	4,822

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 5.22. Comparación de la abundancia y diversidad de macroinvertebrados por estación



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

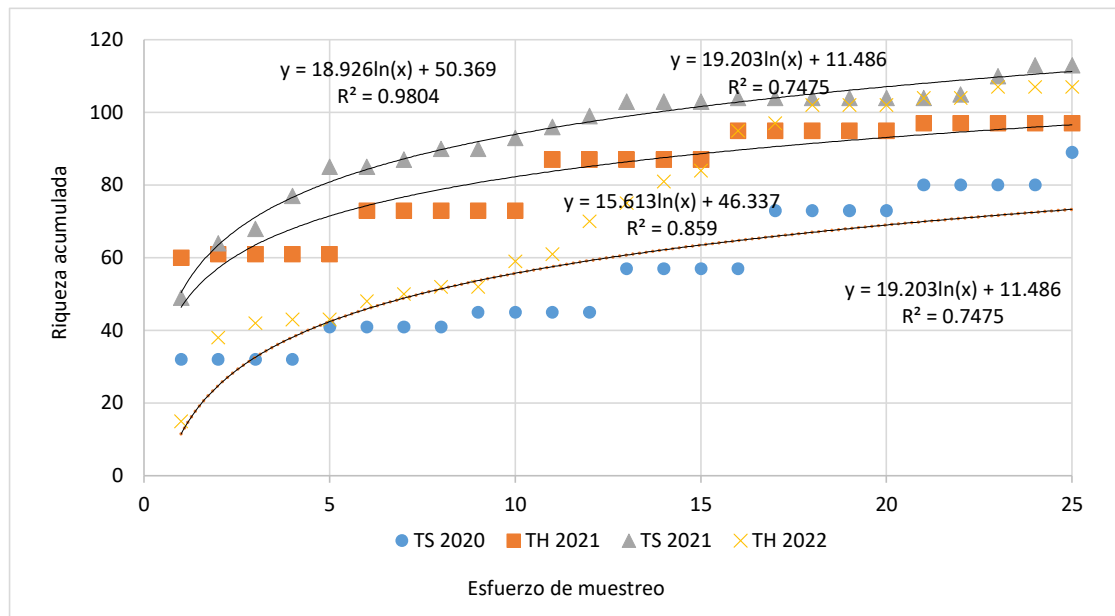
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3. PERIFITON

5.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de especies del perifiton de las cuatro evaluaciones realizadas a la fecha incluye 161 especies. Como se aprecia en la Figura 5.23 y en Cuadro 5.23, la riqueza se ha incrementado durante las dos últimas evaluaciones. En la temporada seca 2020 se registraron 90 especies, incrementándose a 97 especies en la temporada húmeda 2021, identificándose 13 especies como nuevos registros, haciendo un total acumulado de 113 especies. En la temporada seca 2021 se registraron 112 especies de las cuales 17 representan nuevos registros para el área evaluada. En la temporada húmeda 2022 la riqueza de especies se incrementó en 31 especies, registros nuevos para el área de evaluación.

Figura 5.23. Curva de acumulación de especies del perifiton del área de estudio

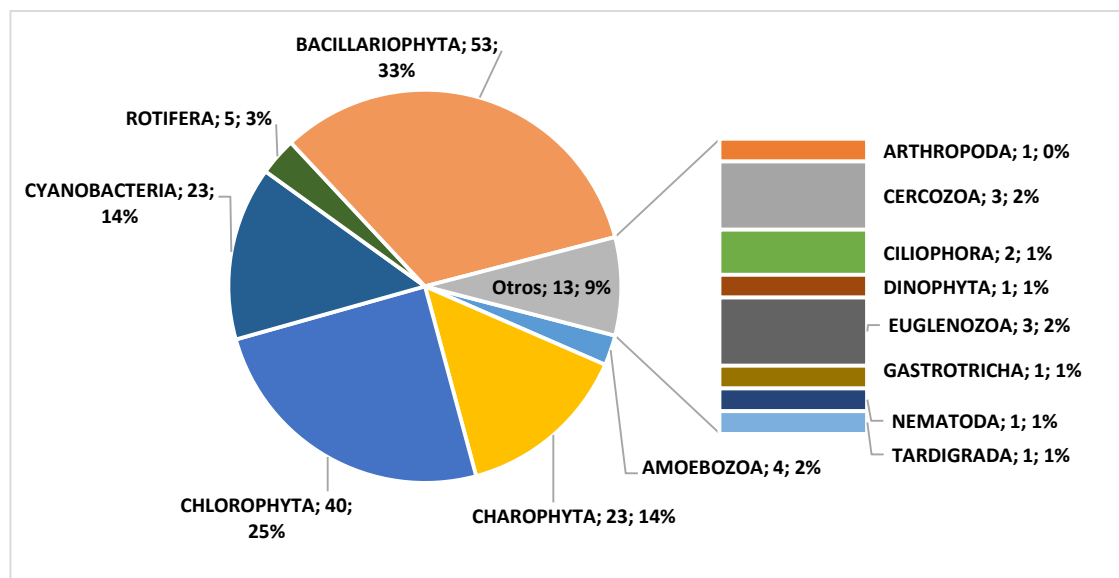


Elaboración: ASILORZA, 2022

Con respecto a la distribución de especies, como se muestra en la Figura 5.24 la composición de especies estuvo distribuida en 14 taxa, 8 de ellas corresponde a microinvertebrados (Amoebozoa, Arthropoda, Cercozoa, Ciliophora, Gastrotrichia, Nematoda, Rotifera y Tardigrada) y; 6 a microalgas (Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenozoa y Dinophyta). Si bien el número de taxa de microinvertebrados fue mayor al de las microalgas, estas últimas fueron más diversas en su composición.

La taxa con mayor riqueza de especies fue Bacillariophyta que representa el 33% del total acumulado, seguido de las Chlorophyta (25%), Charophyta (14%), Cyanobacteria (14%), Rotifera 3%. Amoebozoa (2%) y otros con 9%.

Figura 5.24. Composición porcentual del Perifiton por taxa



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.23. Composición y número de especies de perifiton por temporada de evaluación

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	Total
AMOEBOZOA	1	2	3	2	4
ARTHROPODA			1		1
CERCOZOA	3	2	3	2	3
CHAROPHYTA	7	10	10	16	23
CHLOROPHYTA	21	21	22	19	40
CILIOPHORA	2	1	1	2	2
CYANOBACTERIA	12	12	17	15	23
DINOPHYTA		1	1	1	1
EUGLENOZOA	3	1	1	1	3
GASTROTRICHA			1		1
NEMATODA	1	1	1	1	1
ROTIFERA	1	2	5	1	5
TARDIGRADA			1		1
BACILLARIOPHYTA	39	44	44	42	53
Total	90	97	111	102	161
Composición acumulada	90	113	130	161	-

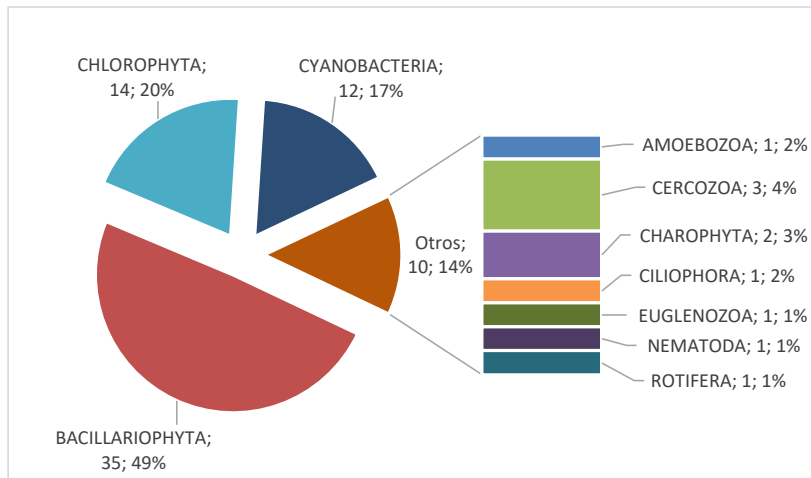
Elaboración: ASILORZA, 2022

5.2.3.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN TEMPORADA HÚMEDA 2022

5.2.3.2.1. OPERACIONES

Se registró un total de 71 especies, cuya composición estuvo distribuida en 11 taxones, 49% Bacillariophyta, 20% Chlorophyta, 17% Cyanobacteria y 14% otros. Figura 5.25.

Figura 5.25. Composición y riqueza por taxones de perifiton



Elaboración: ASILORZA, 2022

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.24, las Bacillariophyta y Cyanobacteria fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. La estación con el mayor registro de especies fue la TUM-03, donde se registraron 8 de los 11 taxa colectados.

Cuadro 5.24. Composición y número de especies del Perifiton

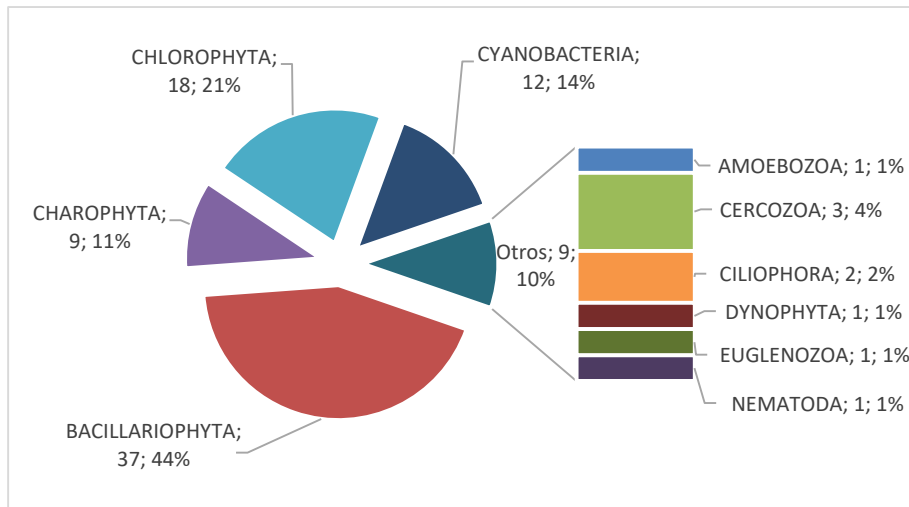
Phyllum	MQ-1	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	TUM-01	TUM-03	CAP-03	Total
AMOEBOZOA										1		1
BACILLARIOPHYTA	9	19	15	17	4	15	17	14	18	13	18	35
CERCOZOA	1	1								3		3
CHAROPHYTA	1	2	1	1		1		1	1			2
CHLOROPHYTA	1	3	3	2		3	6	4	2	6	3	14
CILIOPHORA		1	1	1			1	1				1
CYANOBACTERIA	3	3	2	3	1	1	3	2	2	7	3	12
DINOPHYTA												
EUGLENOZOA										1		1
NEMATODA										1		1
ROTIFERA										1		1
Total	15	29	22	24	5	20	27	22	23	33	24	71

Elaboración: ASILORZA, 2022

5.2.3.2.2. ALMACENAMIENTO

Se registró un total de 85 especies del perifiton, distribuidos en 10 taxones. Como se aprecia en la Figura 5.26, la riqueza de especies fue mayor en las taxa correspondientes a las microalgas siendo la más diversa las Bacillariophyta con 44%, seguido de Chlorophyta con 21%, Charophyta con 11%, Cyanobacteria con 14% y 10% otros.

Figura 5.26. Composición y riqueza por taxones de perifiton



Elaboración: ASILORZA, 2022

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.25, las Ochrophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. En la estación QLTIT-02 no se registraron organismos del perifiton, mientras que la estación QLHUA-02 registró el mayor número de especies (43 especies).

Cuadro 5.25. Composición y número de especies del Macroinvertebrados

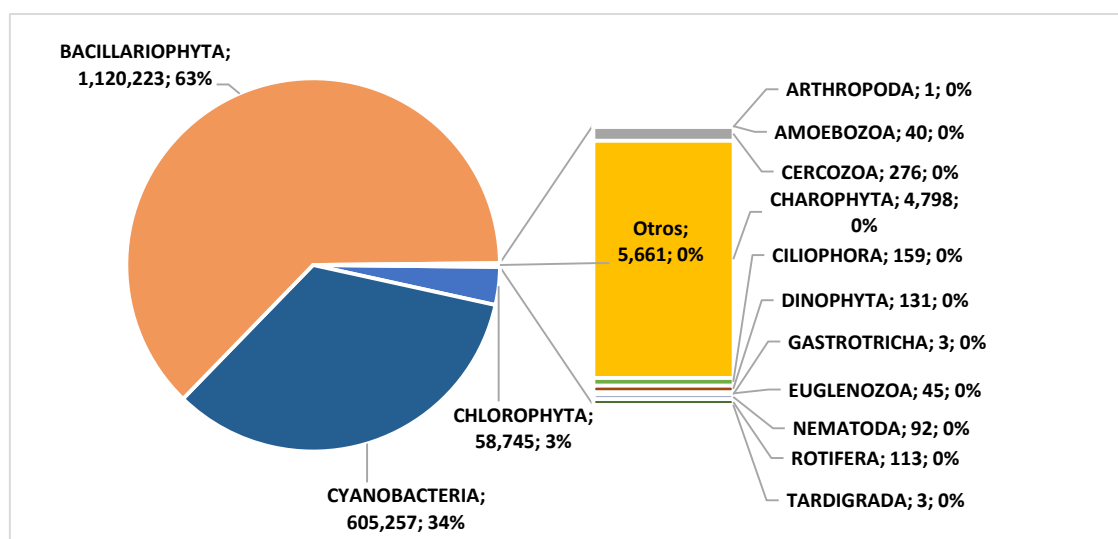
Phylum	QLCHI-01	QLBCHI-07	QLBCHI-01	QLHUA-03	QLYZ-04	QLBHUA-05	QHUA-01	QLBHUA-01	QLCHI-04	QLHUA-02	QLCHI-03	QLTIT-02	QLYR-05	Total
AMOEBOZOA			1											1
BACILLARIOPHYTA	9	18	14	27	11	13	1	19	19	20	10		14	37
CERCOZOA			1	3		2		2		1				3
CHAROPHYTA	1					2		6	2	3	1		1	9
CHLOROPHYTA	3	1	1	8	3	3	2	8	9	15	3		7	18
CILIOPHORA						1			2	1				2
CYANOBACTERIA	2	1		1	2	2	2	5	4	3	1		6	12
DYNOPHYTA						1							1	1
EUGLENOZOA				1										1
NEMATODA						1								1
Total	15	20	17	40	16	25	5	40	36	43	15		29	85

Elaboración: ASILORZA, 2022

5.2.3.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

Para el análisis de la abundancia se tomaron las densidades del perifiton en los diferentes puntos de muestreo dentro de las cuencas ubicadas en el área de estudio, registrándose un total de 1,789,886 células/mm². El taxón con mayor densidad fue el de las microalgas de la división Bacillariophyta (1,069,509 células/mm²) que represento el 63% del total colectado.

Figura 5.27. Distribución porcentual de la abundancia del perifiton por división (célula/mm²)



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.26. Abundancia y diversidad total de especies del Perifiton por temporada de evaluación

Phyllum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	Total
AMOEOBOZA	4	11	18	7	40
ARTHROPODA			1		1
CERCOZOA	17	32	207	20	276
CHAROPHYTA	179	504	3,873	242	4,798
CHLOROPHYTA	3,511	5,879	44,551	4,804	58,745
CILIOPHORA	17	24	61	57	159
CYANOBACTERIA	35,824	10,318	447,349	111,766	605,257
DINOPHYTA		17	112	2	131
EUGLENOZOA	27	5	11	2	45
GASTROTRICHA			3		3
NEMATODA	4	5	80	3	92
ROTIFERA	5	20	87	1	113
TARDIGRADA			3		3
BACILLARIOPHYTA	14,874	16,076	1,038,559	50,714	1,120,223
Número de especie (S)	90	97	113	102	161
Número de individuos (N)	54,462	32,891	1,534,915	164,713	1,789,886
Riqueza de Margalef (d):	6.34	9.23	7.86	3.16	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.52	0.68	0.48	0.59	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.76	4.54	3.28	3.12	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.68	0.93	0.78	0.83	-

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Los valores de diversidad registrados fueron moderados al igual que los de la riqueza de Margalef variando entre 2.76 y 4.54 bits/individuos. En el caso de la temporada húmeda 2022, la diversidad se mantuvo como moderada debido a la alta densidad de células colectadas de la división Bacillariophyta (50,714 células/individuo) que refleja una dominancia de estas especies sobre la otras dentro de esta comunidad acuática.

5.2.3.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN TEMPORADA HÚMEDA 2022

5.2.3.4.1. OPERACIONES

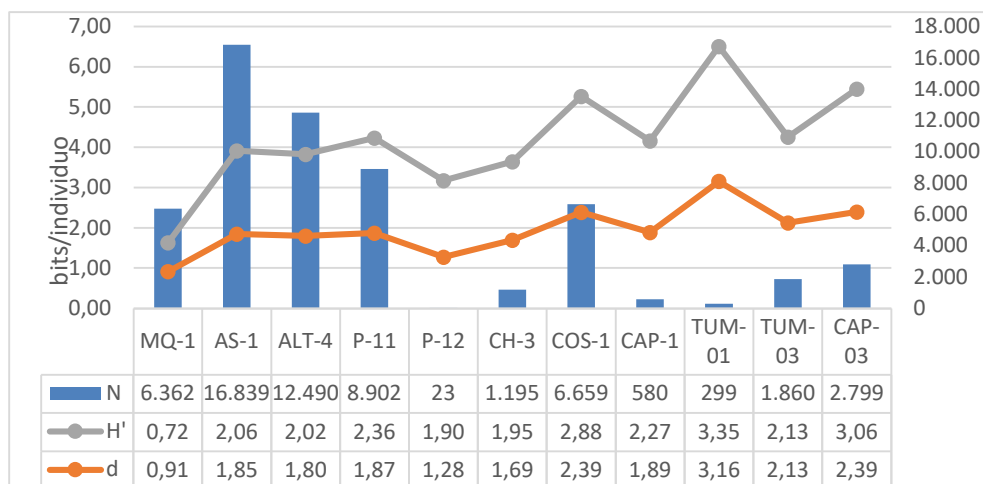
Como se aprecia en el Cuadro 5.27 se registró una densidad alta de especies predominando las microalgas de las divisiones Cyanobacteria (30,274 células/mm², 50% del total) y Bacillariophyta (29,316 células/mm², 95% del total), principalmente en la estación AS-01. Como se aprecia en la Figura 5.27, los valores de diversidad variaron entre bajos (0.72 bits/individuos) hasta moderados (3.35 bits/individuos).

Cuadro 5.27. Abundancia total de especies del Perifiton

Phyllum	MQ-1	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	TUM-01	TUM-03	CAP-03	Total
AMOEOZOA										1		1
BACILLARIOPHYTA	956	7,434	6,191	5,702	13	1,279	3,852	892	281	559	2,157	29,316
CERCOZOA	1	1								6		8
CHAROPHYTA	1	7	1	5		1		9	3			27
CHLOROPHYTA	8	192	140	158		7	236	45	8	70	138	1,002
CILIOPHORA		2	26	17			6	1				52
CYANOBACTERIA	6,327	9,417	6,161	3,065	10	1	2,595	16	18	2,100	564	30,274
DINOPHYTA												
EUGLENOZOA										1		1
NEMATODA										2		2
ROTIFERA										1		1
Total	7,293	17,053	12,519	8,947	23	1,288	6,689	963	310	2,740	2,859	60,684

Elaboración: ASILORZA, 2022

Figura 5.28. Comparación de la abundancia y diversidad del perifiton por estación



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: ASILORZA, 2022

5.2.3.4.2. ALMACENAMIENTO

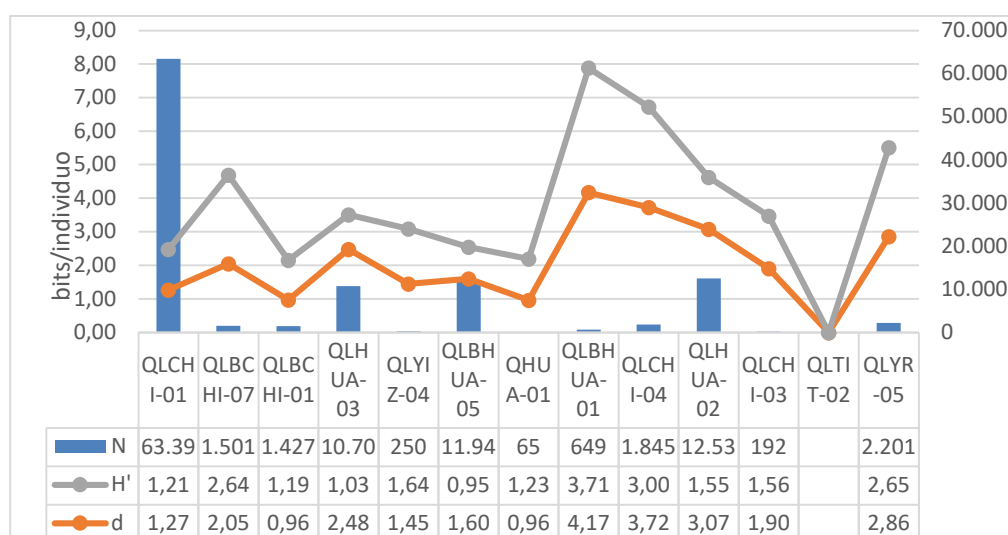
Como se aprecia en el Cuadro 5.28, se registraron 107,029 células/mm². Las Cianobacterias registraron el 76% de la abundancia total. Como se muestra en la Figura 5.29, los valores de diversidad y riqueza de especies variaron de bajo ($H' = 0.95$ bits/individuos, QLBHUA-0) hasta moderados ($H' = 3.71$ bits/individuos, QLBHUA-01) en las estaciones evaluadas.

Cuadro 5.28. Abundancia total de especies del Zooplancton

Phylum	QLCHI-01	QLBCHI-07	QLBCHI-01	QLHUA-03	QLYIZ-04	QLBHUA-05	QHUA-01	QLBHUA-01	QLCHI-04	QLHUA-02	QLCHI-03	QLTIT-02	QLYR-05	Total
AMOEBOZOA			1											1
BACILLARIOPHYTA	781	1,075	724	10,413	257	1,922	17	270	1,082	2,973	42		1,842	21,398
CERCOZOA			1	9		4		2		1				17
CHAROPHYTA	1					6		90	5	10	8		2	122
CHLOROPHYTA	2,153	2	717	218	8	43	2	62	156	415	7		207	3,990
CILIOPHORA						2			2	1				5
CYANOBACTERIA	60,461	436		135	22	10,007	46	247	615	9,197	145		181	81,492
DINOPHYTA						1							1	2
EUGLENOZOA				1										1
NEMATODA						1								1
ROTIFERA														
Total	63,396	1,513	1,443	10,776	287	11,986	65	671	1,860	12,597	202		2,233	107,029

Elaboración: ASILORZA, 2022

Figura 5.29. Comparación de la abundancia y diversidad del perifiton



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: ASILORZA, 2022

5.2.4. PECES

En el área de estudio se registraron y colectaron 4 especies de peces, dos de ellas nativas (*Orestias ispi* “ispi” o “carachi” y *Trichomycterus sp.* “bagre”) y dos especies introducidas (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris” y *Odontesthes bonariensis* “pejerrey”).

Como se muestra en el cuadro 5.29, en la temporada seca 2021, se registraron dos de ellas, *Oncorhynchus mykiss* y *Trichomycterus rivulatus*, y en comparación con las dos temporadas previas, TS 2002 y TH 2021, se colectó un mayor número de “truchas”.

En la temporada seca 2021 se registraron especímenes de *Trichomycterus sp.*, en las estaciones QLHUA-05 y TUM-01. Cabe precisar que la especie fue registrada en los humedales que corresponden QLACHI-01 y QLACHI-07; y en la última evaluación la primera estaba seca y la segunda presentó un nivel de agua bajo, razones por las cuales no se registró en la temporada seca 2021.

En la temporada húmeda 2022 se registraron 251 ejemplares de *Oncorhynchus mykiss*, la colecta más grande de las cuatro evaluaciones realizadas que fueron registrados en 11 estaciones: AS-01, P11, P12, COS1, QLCHI-01, QLACHI-07, QLBHUA-05, QLVIZ-04, QLCHI-04, QLCHI-03 y QLVIZ-05.

Cuadro 5.29. Composición y abundancia de peces por temporada de evaluación

Orden	Familia	Especie	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Temporada húmeda 2022
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	31	47	76	251
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi</i>	2	1	-	Indeterminado
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>	6	3	4	68
Actinopterygii	Atherinopsidae	<i>Odontesthes bonaerensis</i>	-	-	-	1
Total			39	51	80	310

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto a las muestras de peces del género *Trichomycterus*, ambas corresponden preliminarmente a formas en desarrollo de una misma especie, que presentan un patrón de coloración que va de punteado a moteado conforme desarrollan hasta la forma adulta. Representa un patrón de coloración único, recién registrado para Moquegua.

Una investigación reciente (Moran, 2019) realizada en las cuencas hidrográficas del departamento de Tacna. Para describir la ictiofauna presente. En relación con *Trichomycterus*, concluyó la ausencia de *Trichomycterus punctulatum*; sin embargo, confirmó la presencia de *Trichomycterus. dispar* y *Trichomycterus rivulatus* en los tributarios relacionados con el lago Titicaca. Lo destacable fue que registró *Trichomycterus sp.*, con ilustraciones de la forma punteada y moteada para la cuenca del río Locumba, sección media, en la laguna Aricota (río Callazas). (Informe de identificación de peces del Laboratorio del Museo de Historia Natural – UNMSM, temporada seca 2021)

En los Cuadros 5.31, 5.32 y 5.33 se muestran las estaciones donde cada especie fue registrada en temporada seca 2020, húmeda 2021, seca 2021 y húmeda 2022, así como el estadio de crecimiento que presentaron al momento de la captura.

Figura 5.30. *Trichomycterus* sp. Espécimen colectado en la estación QLHUA-05



Figura 5.31. *Trichomycterus* sp. Espécimen colectado en la estación TUM-01



Cuadro 5.30. Composición de especies de Peces en temporada seca 2020

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P-12	Rio ASANA	Operaciones	7	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS-1	Rio ASANA	Operaciones	10	Adultos			
ALT-4	Quebrada Altarani	Operaciones	4	Adultos			
COS-1	Rio Coscore	Operaciones	4	Adultos			
QVILZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	4	Adultos			
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	1	Adultos			
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	1	Adultos			
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Alevines			
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	Indeterminado	Alevines			
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Alevines			
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	1	Adultos	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
			1				
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	6	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycteru sp.s</i>

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.31. Composición de especies de Peces en temporada húmeda 2021

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
AS-1	Rio ASANA	Operaciones	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS-1	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P-11	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P-12	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adultos			
QLCHI-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	9	Adultos			
QLCHI-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adultos			
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	14	Adultos			
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	4	Adultos			
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	9	Adultos			
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	1	Huevos	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
TUM-3	Rio Tumilaca	Operaciones	3	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycteru sp.</i>

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.32. Composición de especies de Peces en temporada seca 2021

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P-12	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS-01	Rio ASANA	Operaciones	9	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS-01	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	3	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			2	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	15	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			2	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
QLCHI-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	18	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLVIZ-04	Rio Vizcacha	Abastecimiento	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	17	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.33. Composición de especies de Peces en temporada húmeda 2022

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P-12	Rio Asana	Operaciones	18	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS-1	Rio Asana	Operaciones	9	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
P-11	Rio Asana	Operaciones	12	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS-1	Rio Coscore	Operaciones	5	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
CAP-03	Rio Huancane	Operaciones	2	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	23	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
MQ-01	Rio Moquegua	Operaciones	1	Adulto	Actinopterygii	Atherinopsidae	<i>Odontesthes bonariensis</i>
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	34	Adultos y Juveniles	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLCHI-04	Río Chilota	Abastecimiento	16	Adultos y Juveniles	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			2	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Adulto	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
QLHUA-02	Río Calasaya	Abastecimiento	9	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			5	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	20	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			12	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
QLCHI-01	Río Chilota	Abastecimiento	43	Adultos y Juveniles	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLVIZ-04	Río Vizcachas		37	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	26	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
			Indeterminado	Adulto	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.4.1. FACTOR DE CONDICIÓN (K)

Temporada seca 2020

Un total de 23 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* “trucha” fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. De estos 23 especímenes, 2 fueron hembras grávidas. Cuadro 5.34.

La talla mínima fue de 7.1 cm y la máxima de 28.0 cm, situándose la talla promedio de 18.26 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 9.1 g. y el máximo de 207.0 g. En el caso del peso, el valor promedio estuvo influenciado por los dos individuos hembras que se encontraban grávidas al momento de la colecta, el cual fue de 63.91 g.

Cuadro 5.34. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

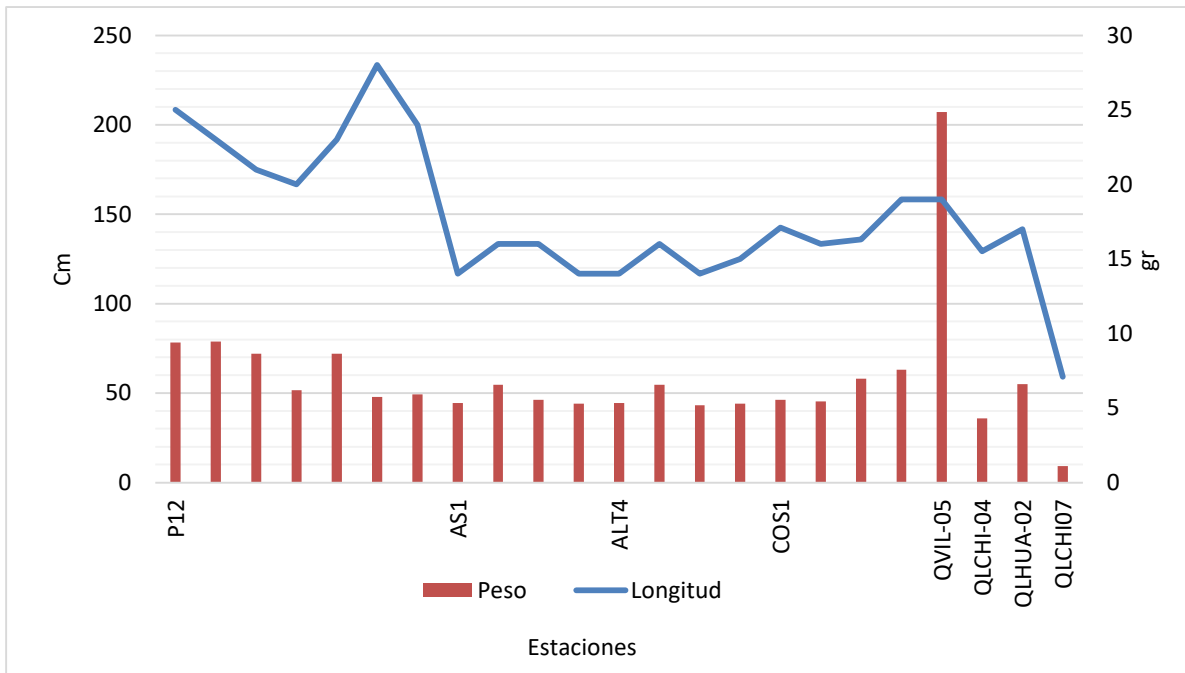
Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) g/cm ³
P12	25.0	78.24	0.005
	23.0	78.80	0.005
	21.0	72.00	0.006
	20.0	51.59	0.015
	23.0	72.00	0.006
	28.0	47.90	0.025
	24.0	49.30	0.020
AS1	14.0	44.50	1.622
	16.0	54.50	1.331
	16.0	46.10	1.125
	14.0	44.10	1.607
ALT4	14.0	44.50	1.622
	16.0	54.50	1.331
	14.0	43.20	1.574
	15.0	44.20	1.310
COS1	17.1	46.20	0.924
	16.0	45.30	1.106
	16.3	58.00	1.339
	19.0	63.00	0.919
QVIL-05(*)	19.0	207.00	3.018
QLCHI-04	15.5	35.90	0.964
QLHUA-02(*)	27.0	180.00	0.914
QLCHI07	7.1	9.10	2.543
Mínimo	7.10	9.10	0.005
Máximo	28.00	207.00	3.018
Promedio	18.26	63.91	1.014

Elaboración: ASILORZA, 2022.

(*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.32 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g).

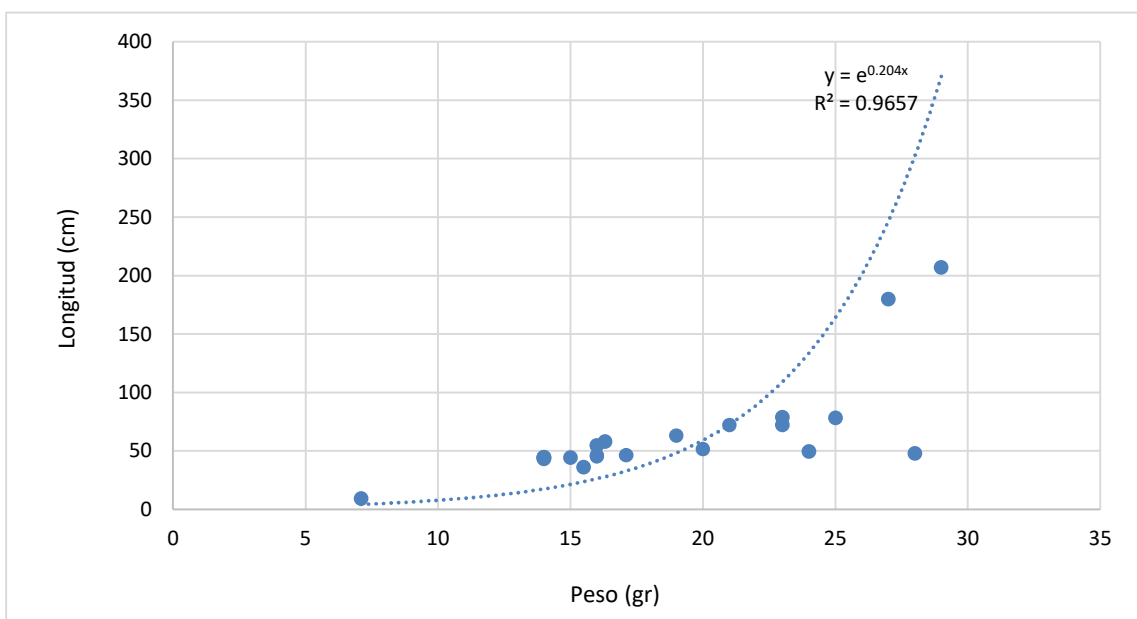
Figura 5.32. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 5.33, los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron entre $K=0.005$ a 3.018 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 1.014 gr/cm^3 .

Figura 5.33. Relación Longitud – Peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Temporada húmeda 2021

Un total de 47 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* “trucha” fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. Cuadro 5.35.

La talla mínima fue de 9.0 cm y la máxima de 42.0 cm, situándose la talla promedio de 15.52 cm, por lo que se demuestra que, en el área de estudio, la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 70 g. y el máximo de 600 g. En el caso del peso, el valor promedio estuvo influenciado por los dos individuos hembras que se encontraban grávidas al momento de la colecta, el cual fue de 128.87 g.

Cuadro 5.35. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

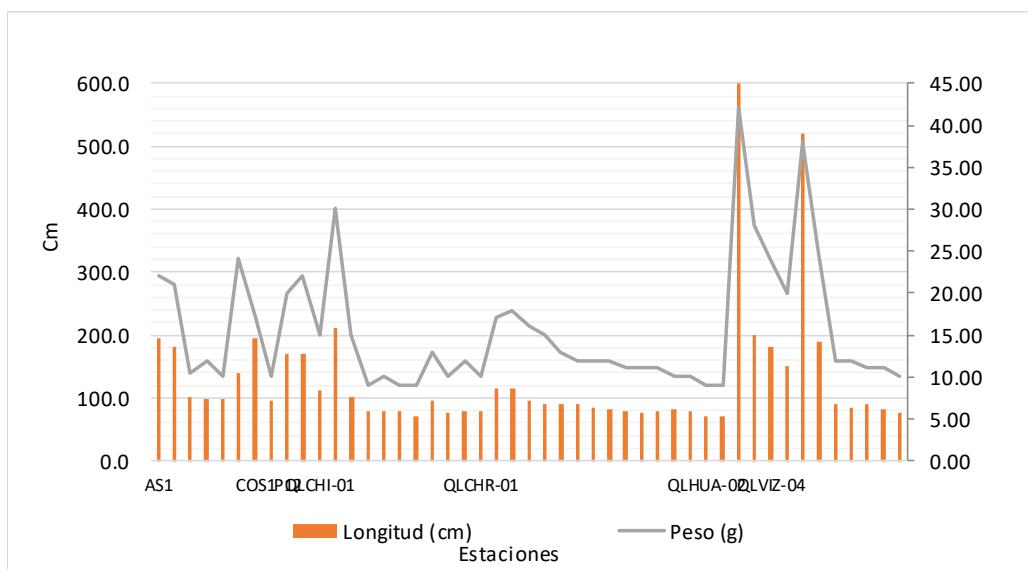
Estación	Peso (g)	Longitud (cm)	Factor de condición (K) gr/cm^3
AS1	195.0	22.00	1.831
	180.0	21.00	1.944
	100.0	10.50	8.638
	99.0	12.00	5.729
	98.0	10.00	9.800
	140.0	24.00	1.013
COS1	195.0	17.00	3.969
P11	95.0	10.00	9.500
P12	170.0	20.00	2.125
QLBHUA-05	169.0	22.00	1.587
QLCHI-01	112.0	15.00	3.319
	210.0	30.00	0.778
	100.0	15.00	2.963
	80.0	9.00	10.974
	79.0	10.00	7.900
	78.0	9.00	10.700
	70.0	9.00	9.602
	95.0	13.00	4.324
QLCHI-03	75.0	10.00	7.500
QLCHR-01	79.0	12.00	4.572
	78.0	10.00	7.800
	115.0	17.00	2.341
	115.0	18.00	1.972
	95.0	16.00	2.319
	90.0	15.00	2.667
	89.0	13.00	4.051
	90.0	12.00	5.208
	85.0	12.00	4.919
	83.0	12.00	4.803
	78.0	11.00	5.860
75.0	11.00	5.635	

Estación	Peso (g)	Longitud (cm)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	80.0	11.00	6.011
	81.0	10.00	8.100
	79.0	10.00	7.900
QLHUA-02	70.0	9.00	9.602
	72.0	9.00	9.877
	600.0	42.00	0.810
	200.0	28.00	0.911
QLVIZ-04	180.0	24.00	1.302
	151.0	20.00	1.888
	520.0	38.00	0.948
	190.0	25.00	1.216
	91.0	12.00	5.266
	85.0	12.00	4.919
	89.0	11.00	6.687
	82.0	11.00	6.161
	75.0	10.00	7.500
Mínimo	70.00	9.00	0.78
Máximo	600.00	42.00	10.97
Promedio	128.87	15.52	5.01

Elaboración: ASILORZA, 2022. (*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.34 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g):

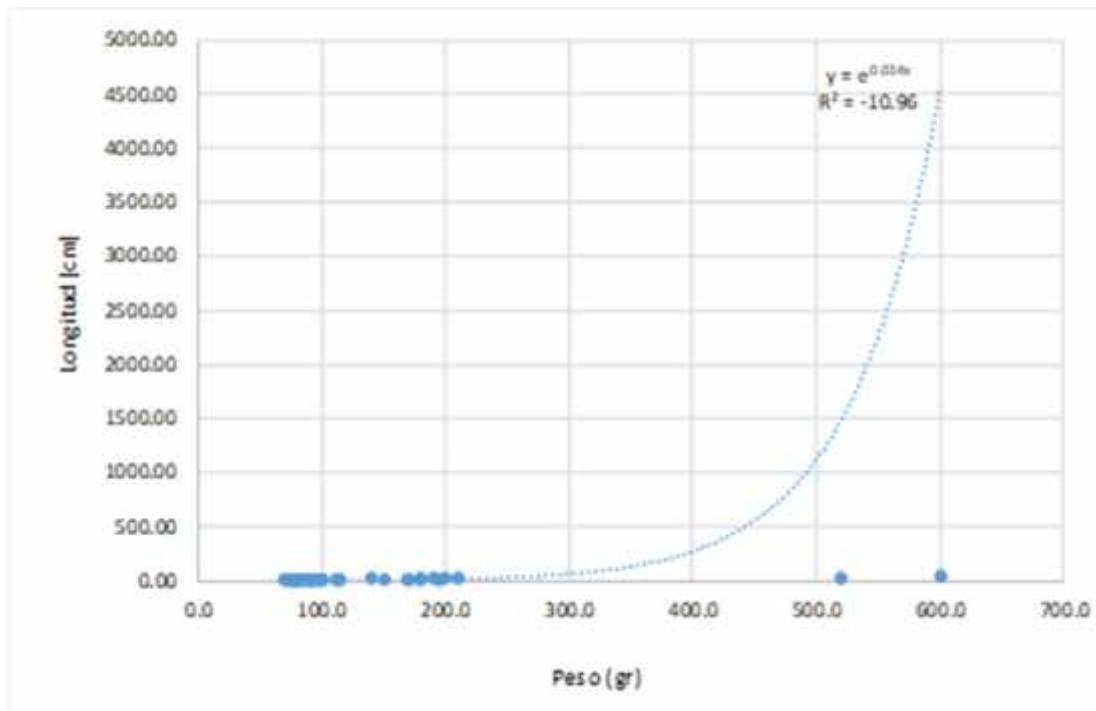
Figura 5.34. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 5.35, los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron entre $K=0.78$ a 10.97 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 5.01 gr/cm^3 .

Figura 5.35. Relación Longitud – Peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Temporada seca 2021

Un total de 76 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* “trucha” fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. Cuadro 5.36

La talla mínima fue de 6.0 cm y la máxima de 30.0 cm, situándose la talla promedio de 14.44 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 4.86 g. y el máximo de 600 g, siendo el valor promedio de 107.56 g.

Cuadro 5.36. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
AS-01	11.9	20.90	0.130
	12.0	23.80	0.089
	12.2	24.10	0.087
	11.8	24.00	0.085
	8.0	7.90	1.623
	6.0	4.86	5.227
	6.7	6.00	3.102
	12.8	27.80	0.060
	15.0	46.30	0.015
	19.0	69.16	0.006
P-12	18	600	0.000
COS-01	15	350	0.000

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
QLHUA 02	23.5	190.00	0.000
	30.0	330.00	0.000
	14.5	80.00	0.003
	26.0	210.00	0.000
	24.0	200.00	0.000
	15.0	70.00	0.004
QLBHUA 05	14.5	176	0.000
	20.4	240	0.000
	17	120	0.001
	14.5	90	0.002
	14.3	90	0.002
	13.5	100	0.001
	16.5	140	0.001
	12	80	0.002
	11	70	0.003
	15	120	0.001
	13	100	0.001
	10	50	0.008
	11.9	85	0.002
	12.5	84	0.002
	11.5	70	0.003
	10.5	65	0.004
10.9	65	0.004	
QLCHI 01	19	50	0.015
	18.9	110	0.001
	14	70	0.004
	16	90	0.002
	20.5	160	0.001
	12.5	80	0.002
	17	140	0.001
	17	135	0.001
	17.5	135	0.001
	17.6	135	0.001
	15.5	100	0.002
	16	50	0.013
	18.0	160.00	0.000
	15.8	100.00	0.002
	15.5	110.00	0.001
	11.5	70.00	0.003
12.7	80.00	0.002	
13.0	85.00	0.002	
QLVIZ 04	15.0	110.00	0.001
	15.0	100.00	0.002
	12.0	70.00	0.003
	13.5	75.00	0.003
	16.0	110.00	0.001
	12.5	95.00	0.001
QLCHR 01	17.0	160.00	0.000
	14.0	120.00	0.001
	13.0	90.00	0.002

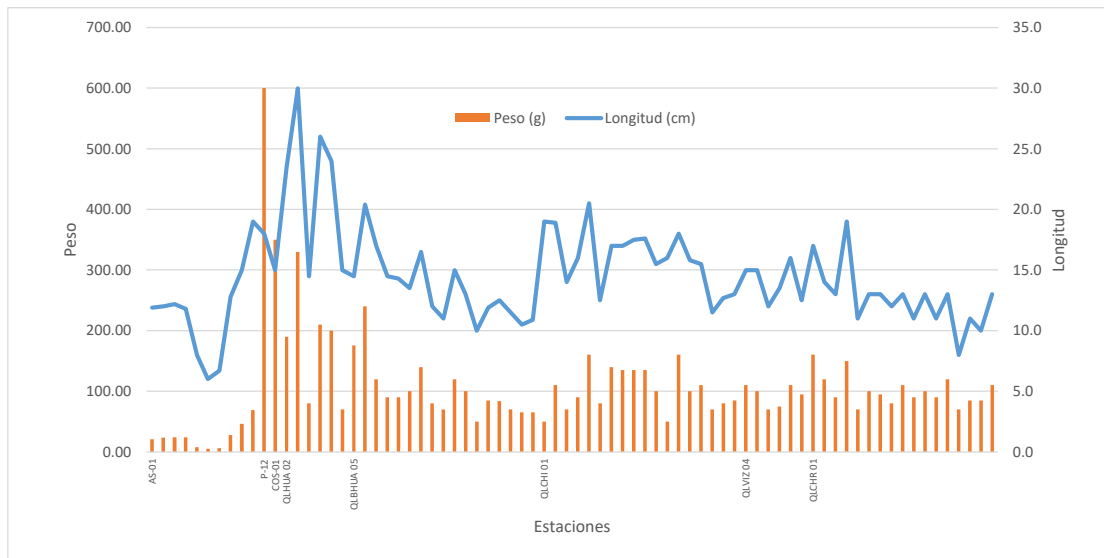
Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	19.0	150.00	0.001
	11.0	70.00	0.003
	13.0	100.00	0.001
	13.0	95.00	0.002
	12.0	80.00	0.002
	13.0	110.00	0.001
	11.0	90.00	0.002
	13.0	100.00	0.001
	11.0	90.00	0.002
	13.0	120.00	0.001
	8.0	70.00	0.002
	11.0	85.00	0.002
	10.0	85.00	0.002
	13.0	110.00	0.001
Minimo	6.00	4.86	0.00
Máximo	30.00	600.00	5.23
Promedio	14.44	107.56	0.14

Elaboración: ASILORZA, 2022

(*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.36 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g):

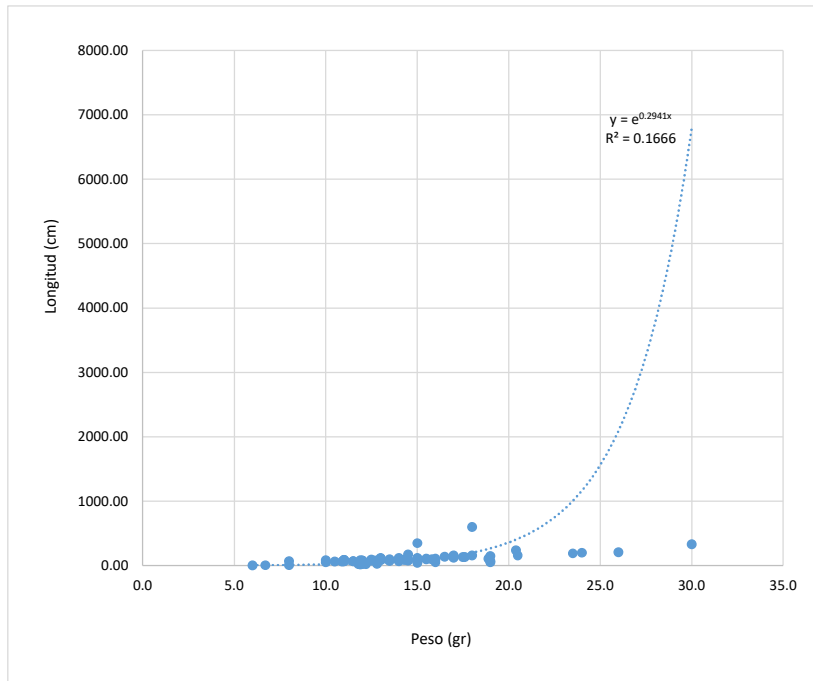
Figura 5.36. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 5.37 los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron desde cero hasta a 5.23 gr/cm³ situándose el valor promedio en 0.14 gr/cm³.

Figura 5.37. Relación Longitud – Peso



Elaboración: ASILORZA, 2022

Temporada húmeda 2022

Un total de 251 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* “trucha” fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. Cuadro 5.37

La talla mínima fue de 3.0 cm y la máxima de 45.0 cm, situándose la talla promedio de 17.28 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 1.00 g. y el máximo de 1150.00 g, siendo el valor promedio de 109.34 g.

Cuadro 5.37. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
AS-1	23	7.5	5.452
	6.3	6	2.917
	20	84	0.003
	13.3	22	0.125
	24	138	0.001
	7.5	76	0.002
	6.2	5	4.960
	13.8	33	0.038
8	6	3.704	
P-11	20	538	0.000

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	23	146	0.001
	19.8	108	0.002
	18.7	79	0.004
	13.5	23	0.111
	12.2	17	0.248
	10.8	10	1.080
	36.8	1150	0.000
	33	929	0.000
	33	928	0.000
	30	888	0.000
	30	852	0.000
P-12	9.5	19	0.139
	20	84	0.003
	20	93	0.002
	21	113	0.001
	33.7	411	0.000
	16	36	0.034
	26	244	0.000
	40	835	0.000
	45	888	0.000
	37	470	0.000
	35.5	450	0.000
	21	87	0.003
	21.5	108	0.002
	22	104	0.002
	16.5	57	0.009
	8.2	6	3.796
	9	7	2.624
10	16	0.244	
COS-1	25	53	0.017
	20.5	86	0.003
	22.5	118	0.001
	25	201	0.000
	15	33	0.042
QLCHI-01	11.9	21	0.128
	7.9	8	1.543
	10.5	12	0.608
	9.2	8	1.797
	10.4	14	0.379
	9.7	15	0.287
	11.3	22	0.106

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	10.6	11	0.796
	11.2	13	0.510
	10.4	14	0.379
	11.1	15	0.329
	8.2	6	3.796
	9.5	10	0.950
	9.6	8	1.875
	8.4	9	1.152
	7.7	5	6.160
	7.9	7	2.303
	6.4	6	2.963
	21	103	0.002
	18.8	71	0.005
	17.7	55	0.011
	16.9	52	0.012
	12.5	26	0.071
	11.2	28	0.051
	14.1	31	0.047
	10.9	17	0.222
	10	16	0.244
	21	81	0.004
	12.9	25	0.083
	12.5	25	0.080
	12.2	22	0.115
	18.4	59	0.009
	11.9	21	0.128
	10.3	15	0.305
	10.7	14	0.390
	13.3	31	0.045
	9.7	11	0.729
	10.6	13	0.482
	13.2	23	0.108
	12.8	26	0.073
	3	9	0.412
	7.8	7	2.274
	9.3	13	0.423
QLBCHI-07	7	2	87.500
	6.5	13	0.296
	5.7	1	570.000
	11	5	8.800
	8	4	12.500

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	5	2	62.500
	4.5	1	450.000
	6	3	22.222
	6.5	4	10.156
	8	6	3.704
	7.2	6	3.333
	6	3	22.222
	4.5	1	450.000
	7.5	6	3.472
	4.5	2	56.250
	5.5	2	68.750
	3.3	1	330.000
QLBHUA-05	23	155	0.001
	21.5	109	0.002
	20.8	114	0.001
	21.5	106	0.002
	17	75	0.004
	18.2	67	0.006
	23.5	178	0.000
	13.5	34	0.034
	22.4	110	0.002
	21.2	112	0.002
	18.6	86	0.003
	21	108	0.002
	17.5	69	0.005
	14.4	34	0.037
	12.6	25	0.081
	15	38	0.027
	13.3	25	0.085
	13.2	27	0.067
	13	22	0.122
	10.8	16	0.264
QLVIZ-04	34.8	409	0.000
	33	380	0.000
	27	239	0.000
	34.7	462	0.000
	35.2	181	0.001
	34	340	0.000
	18	97	0.002
	40	614	0.000
	9.7	9	1.331

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	38	575	0.000
	39	584	0.000
	40	600	0.000
	26	223	0.000
	24.9	155	0.001
	20	128	0.001
	17.5	69	0.005
	18.5	110	0.001
	23.5	152	0.001
	23	149	0.001
	25	94	0.003
	19.5	101	0.002
	19	67	0.006
	13	32	0.040
	20	90	0.003
	24.6	203	0.000
	25	124	0.001
	19.5	92	0.003
	14.5	36	0.031
	26	171	0.001
	35	168	0.001
	14.5	59	0.007
	21.5	131	0.001
	23.5	149	0.001
	15.4	47	0.015
	22	133	0.001
	21.5	100	0.002
	22.5	154	0.001
QLCHI-04	11	16	0.269
	14.2	34	0.036
	15.3	48	0.014
	16.4	59	0.008
	10.6	10	1.060
	34	502	0.000
	28.3	239	0.000
	15.3	40	0.024
	18.2	68	0.006
	14.6	42	0.020
	25.3	211	0.000
	13	23	0.107
	17.8	70	0.005

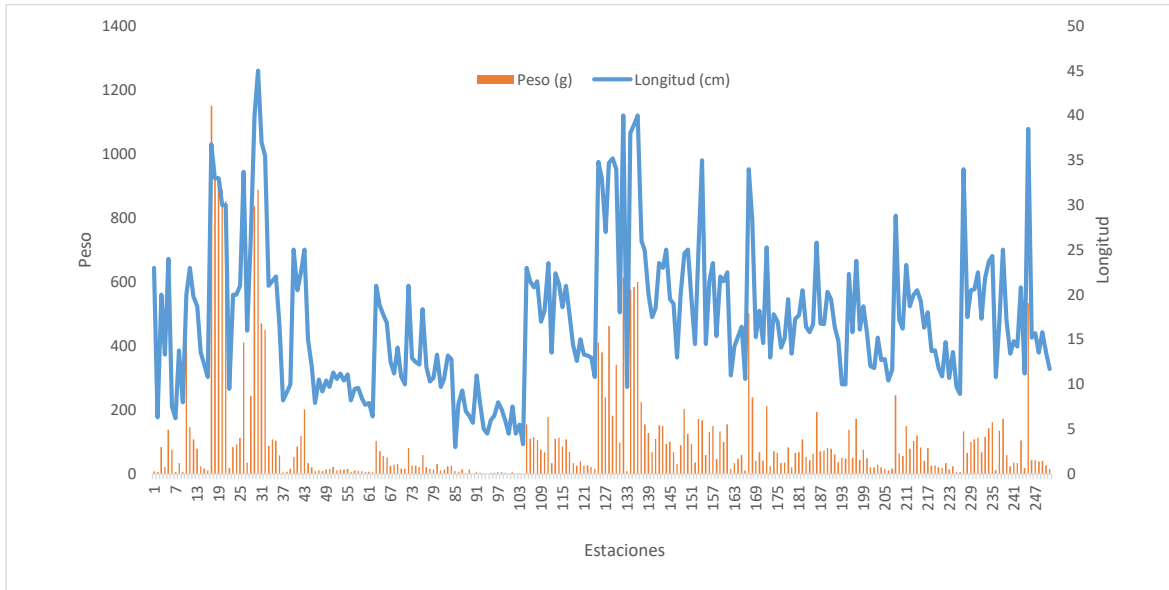
Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	17	65	0.006
	14.1	34	0.036
	15.1	36	0.032
QLCHI-03	19.5	83	0.003
	13.4	21	0.145
	17.3	66	0.006
	17.7	67	0.006
	20.5	108	0.002
	16.4	53	0.011
	15.8	43	0.020
	16.7	62	0.007
	25.8	194	0.000
	16.8	70	0.005
	16.7	72	0.004
	20.3	80	0.004
	19.5	79	0.004
	16.3	60	0.008
	14.8	37	0.029
	10	51	0.008
	10	48	0.009
	22.3	138	0.001
	15.8	51	0.012
	23.8	171	0.000
	16.1	44	0.019
	18.7	75	0.004
	15.8	49	0.013
	12	21	0.130
	11.8	21	0.127
	15.2	29	0.062
	12.7	20	0.159
	12.8	16	0.313
	10.4	11	0.781
	11.6	17	0.236
	28.8	246	0.000
	17.2	64	0.007
16.2	55	0.010	
23.3	150	0.001	
18.7	79	0.004	
20	102	0.002	
20.5	119	0.001	
19.3	82	0.004	

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	16.3	41	0.024
	18	80	0.004
QLVIZ-05	13.7	26	0.078
	13.8	27	0.070
	11.8	21	0.127
	10.9	19	0.159
	14.7	33	0.041
	10.7	14	0.390
	13.6	24	0.098
	9.7	5	7.760
	8.9	5	7.120
	34	132	0.001
	17.5	66	0.006
	20.5	100	0.002
	20.6	107	0.002
	22.5	112	0.002
	17.3	67	0.006
	21.8	116	0.001
	23.7	143	0.001
	24.3	162	0.001
	10.8	12	0.625
	17	134	0.001
	25	172	0.000
	17.2	59	0.008
	13.4	23	0.110
	14.8	35	0.035
	14.2	34	0.036
	20.8	105	0.002
	11.2	18	0.192
	38.5	534	0.000
	15.2	43	0.019
	15.7	43	0.020
13.5	38	0.025	
15.8	40	0.025	
13.5	27	0.069	
11.7	16	0.286	
Mínimo	3.00	1.00	0.00
Máximo	45.00	1150.00	570.00
Promedio	17.28	109.34	8.94

Elaboración: ASILORZA, 2022

En la Figura 5.38 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g):

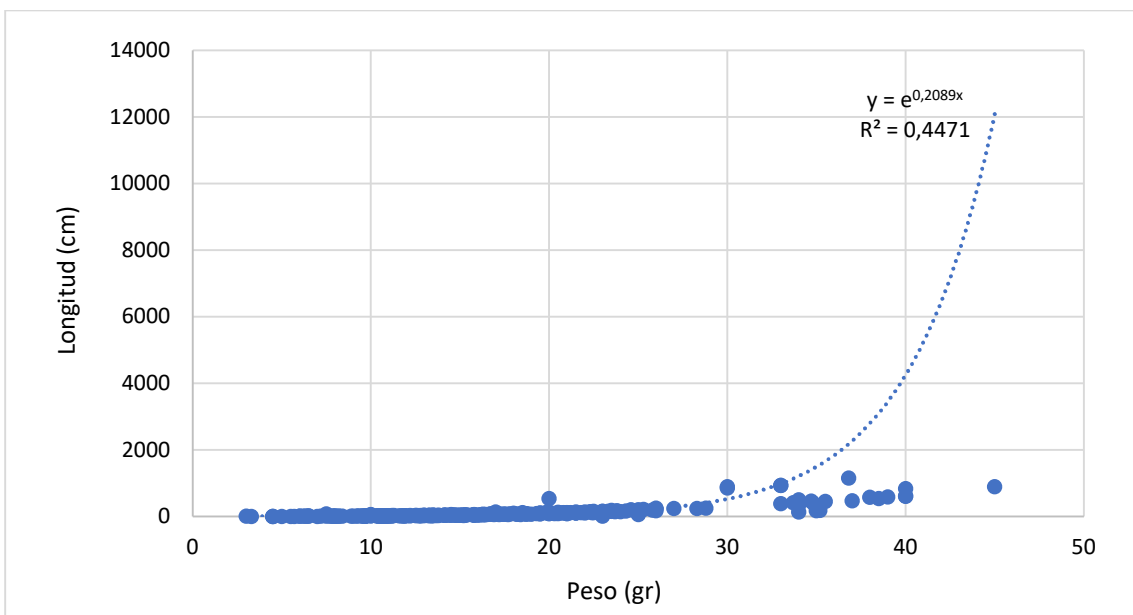
Figura 5.38. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 5.39 los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron desde cero hasta a 570 gr/cm³ situándose el valor promedio en 8.64 gr/cm³.

Figura 5.39. Relación Longitud – Peso



Elaboración: ASILORZA, 2022

5.2.4.2. CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (PECES)

Temporada seca 2020

En el Cuadro 5.38 se muestra el promedio del índice de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que se registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue AS-1.

Cuadro 5.38. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo-100 m)
P12	7	1,800	0.0039
AS1	10	1,800	0.0056
ALT4	4	1,800	0.0022
COS1	4	1,800	0.0022
QVIL-05	4	1,800	0.0022
QLCHI-04	1	1,800	0.0006
QLHUA-02	1	1,800	0.0006
QLCHI07	1	1,800	0.0006

Elaboración: ASILORZA, 2022

Temporada húmeda 2021

En el Cuadro 5.39 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue QLCHR-01.

Cuadro 5.39. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo-100 m)
AS1	6	1,800	0.0033
COS1	1	1,800	0.0006
P11	1	1,800	0.0006
P12	1	1,800	0.0006
QLBHUA-05	1	1,800	0.0006
QLCHI-01	9	1,800	0.0050
QLCHI-03	1	1,800	0.0006
QLCHR-01	14	1,800	0.0078

QLHUA-02	4	1,801	0.0022
QLVIZ-04	9	1,802	0.0050

Elaboración: ASILORZA, 2022

Temporada seca 2021

En el Cuadro 5.40 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue QLCHI 01.

Cuadro 5.40. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo)
AS-01	10	1,800	0.0056
P-12	1	1,800	0.0006
COS-01	1	1,800	0.0006
QLHUA 02	6	1,800	0.0033
QLBHUA 05	17	1,800	0.0094
QLCHI 01	18	1,800	0.0100
QLVIZ 04	6	1,800	0.0033
QLCHR 01	17	1,800	0.0094

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Temporada húmeda 2022

En el Cuadro 5.41 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue QLCHI 01.

Cuadro 5.41. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo)
AS-01	9	623	0.0144
P11	12	618	0.019417476
P12	18	625	0.0288
COS1	5	632	0.007911392
QLCHI-01	43	619	0.069466882
QLBCHI-07	17	812	0.020935961

QLBHUA-05	20	947	0.021119324
QLVIZ-04	37	654	0.056574924
QLCHI-04	16	852	0.018779343
QLCHI-03	40	675	0.059259259
QLVIZ-05	34	668	0.050898204

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.3. ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL

La evaluación de la calidad del agua es un concepto ampliamente utilizado. Actualmente el monitoreo biológico y/o biomonitoreo es muy promovido, y está orientado a la utilización de la entidad biológica como indicador de contaminantes orgánicos y su respuesta como una herramienta que nos permite detectar condiciones ambientales específicas (Karr & Chu, 1997); asimismo nos proporciona información acerca de la composición biológica y estado trófico del sistema acuático, revelándonos aquellos cambios ocurridos en un periodo determinado. Para analizar la calidad del agua en el estudio realizado, se calcularon los índices EPT, BMWP/COL, IBF y ABI en las estaciones por componente del proyecto.

5.3.1. ABASTECIMIENTO

Comparando los valores registrados en ambas evaluaciones, se observa que en temporada seca 2021 los valores del índice EPT se incrementaron reflejando un estado de conservación muy bueno, mientras que los valores de los índices BMWP, IBF y ABI se mantuvieron constantes durante las cuatro evaluaciones. Se resalta el estado de conservación de las estaciones QLHUA-04 (EPT= 94) y QLBCHI-07 (EPT= 73). Asimismo, estos valores se corroboran con los resultados registrados para los parámetros fisicoquímico.

5.3.2. OPERACIONES

Comparando los valores registrados, se observa que en temporada seca 2021 los valores del índice EPT se incrementaron reflejando un estado de conservación muy bueno, mientras que los valores de los índices BMWP, IBF y ABI se mantuvieron constantes en las evaluaciones realizadas. Se resalta el estado de conservación de las estaciones CAP-1 (EPT= 84) y CH3 (EPT= 72). Asimismo, estos valores se corroboran con los resultados registrados para los parámetros fisicoquímico-descritos en el Informe de Calidad de agua.

Cuadro 5.42. Valores de índices de calidad de agua, abastecimiento

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca 2020				Temporada Húmeda 2021				Temporada Seca 2021				Temporada Húmeda 2022			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	19%	50	4.3	40	22%	49	4.3	40	19%	50	4.3	40	22%	49	4.3	40
QLCHI-04	Rio Chilota	19%	50	4.5	40	18%	49	4.5	40	19%	50	4.5	40	18%	49	4.5	40
QLTIT-02	Rio Titire	16%	70	5.2	37	18%	70	5.2	37	16%	70	5.2	37	18%	70	5.2	37
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	9%	65	5.3	32	39%	65	5.3	32	9%	65	5.3	32	39%	65	5.3	32
QLHUA-02	Rio Calasaya	16%	70	5.01	37	70%	70	5.01	37	16%	70	5.01	37	70%	70	5.01	37
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	45%	80	4.26	45	33%	80	4.15	45	45%	80	4.26	45	33%	80	4.15	45
QLBCHI-07	Humedal Chilota	22%	68	5.4	40	73%	68	5.7	40	22%	68	5.4	40	73%	68	5.7	40
QLCHI-01	Rio Chilota	50%	72	4.3	40	25%	72	4.3	40	50%	72	4.3	40	25%	72	4.3	40
QLCHR-01	Quebrada Chichune	9%	65	5.06	31	33%	65	5.06	31	9%	65	5.06	31	33%	65	5.06	31
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	8%	65	5.2	35	33%	65	5.2	30	8%	65	5.2	35	33%	65	5.2	30
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	2%	65	5.5	34	94%	65	5.5	34	2%	65	5.5	34	94%	65	5.5	34
QLBCHI-01	Humedal Chilota	9%	65	5.04	32	70%	65	5.04	30	9%	65	5.04	32	70%	65	5.04	30
QLHUA-01	Rio Calasaya	20%	70	4.4	30	6%	70	4.4	32	20%	70	4.4	30	6%	70	4.4	32
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	13%	68	4.4	35	65%	68	4.4	36	13%	68	4.4	35	65%	68	4.4	36

Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.43. Valores de índices de calidad de agua, operaciones

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca 2020				Temporada Húmeda 2021				Temporada Seca 2021				Temporada Húmeda 2022			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
P12	Rio Asana	5%	65	5.04	30	14%	60	5.04	30	5%	65	5.04	30	14%	60	5.04	30
AS1	Rio Asana	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35
CH3	Quebrada Charaque	16%	70	4.5	37	72%	75	4.5	37	16%	70	4.5	37	72%	75	4.5	37
ALT4	Quebrada Altarani	8%	65	5.05	28	44%	65	5.05	28	8%	65	5.05	28	44%	65	5.05	28
P11	Rio Asana	13%	68	4.2	35	28%	68	4.2	35	13%	68	4.2	35	28%	68	4.2	35
COS1	Rio Coscore	10%	66	5.1	32	13%	66	5.1	32	10%	66	5.1	32	13%	66	5.1	32
CAP3	Rio Huancane	63%	75	4.5	50	20%	75	4.7	60	63%	75	4.5	50	20%	75	4.7	60
TUM 3	Rio Tumulaca	91%	110	4	80	20%	100	4	70	91%	110	4	80	20%	100	4	70
TUM 1	Rio Tumulaca	69%	80	3.9	60	20%	80	3.9	60	69%	80	3.9	60	20%	80	3.9	60
CAP1	Rio Capillune	15%	68	5.1	40	84%	68	5.1	40	15%	68	5.1	40	84%	68	5.1	40
MQ-1	Rio Moquegua	86%	102	4.3	75	20%	100	4.6	75	86%	102	4.3	75	20%	100	4.6	75

Elaboración: ASILORZA, 2022

5.4. ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN NACIONAL

Las comunidades de plancton y bentos no son consideradas para protección por la legislación nacional. Por otro lado, en el área evaluada, no se han registrado especies endémicas ni especies en veda.

5.5. ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

En la presente evaluación no se registraron especies incluidas en categorías de conservación internacional (IUCN 2019 y CITES 2019). En la actualidad solo la especie *Arapaima gigas* “paiche”, especie amazónica, se encuentra registrada como especie vulnerable (CITES Apéndice II).

5.6. ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES

De las 3 especies registradas, la que usa la población para su autoconsumo es la especie introducida *Oncorhynchus mykiss* “trucha”. No se evidenció actividad pesquera durante la evaluación.

5.7. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

A continuación, se realiza el análisis comparativo de los resultados de riqueza y diversidad de las comunidades acuáticas monitoreadas, obtenidos hasta la fecha desde el inicio de monitoreo de este componente.

- Diciembre 2014. Informe de resultados de tercera campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP iii) – época seca agua superficial – zona de abastecimiento de agua suelo, aire e hidrobiología.
- Abril 2015. Informe de resultados de tercera campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP iii) – época húmeda agua superficial – zona de abastecimiento de agua-, aire, ruido, vibraciones e hidrobiología.
- Julio 2017. Presentación de resultados de quinta campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP-5) época húmeda agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo aire – zona de operaciones hidrobiológico. Temporada húmeda 2017.
- Diciembre 2018. Informe de interpretación de monitoreo de hidrobiología de la sexta campaña. Época seca 2018.
- Marzo 2019. Informe de interpretación de monitoreo hidrobiológico MAP 7. Época húmeda 2019.
- Noviembre 2019. Informe de interpretación de monitoreo hidrobiológico MAP 7. Época seca 2019.

- Octubre 2020, Informe de Monitoreo Ambiental Participativo-Quellaveco-Temporada seca
- Abril 2021, Monitoreo Ambiental Participativo-Quellaveco-Temporada húmeda

Se debe tener en consideración que en no en todas las evaluaciones coinciden la misma cantidad de puntos de monitoreo, ni las mismas coordenadas. Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizado de forma cualitativa.

En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmeda 2019 y Época seca 2019 se monitorearon las mismas 19 estaciones de muestreo; mientras que en la evaluación de la época seca 2020 se evaluaron 25 estaciones. Las estaciones que no se monitorearon con respecto a las evaluaciones previas fueron 6: QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-TUM-1, QL-VIZ-01, QL-BCHI-06 y QL-COR-01. Las estaciones que se añadieron a la evaluación de temporada seca 2020 fueron 12, detalladas a continuación: P11, P12, QLACHI-01, CAP3, COS1, QLCHI-01, QLCHI-04, QLHUA-01, QLHUA-02, QLTIT-02, QLVIZ-04 y TUM-3.

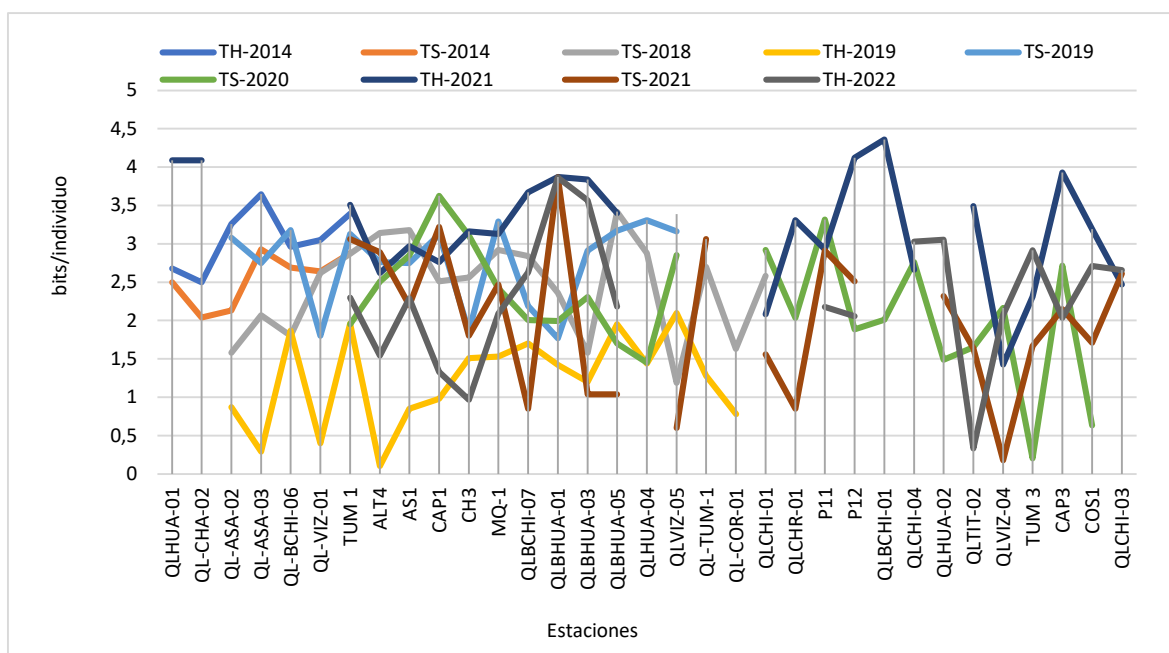
5.7.1. PLANCTON

En todas las evaluaciones realizadas se registraron organismos del fitoplancton. Como se observa en la Figura 6.1, la diversidad de esta comunidad varió entre las distintas evaluaciones realizadas, siendo mayor en las temporadas secas del 2018, 2019, 2020 y 2021 en comparación a la temporada húmeda 2021 y 2022.

Si bien en la temporada húmeda 2019 se registraron valores bajos menores a 2.96 bits/individuo (MQ-1); en la mayoría de las estaciones los valores fueron moderados 3.14 bits/individuos (ALT4), 3.18 bits/individuos (AS1) y 3.42 bits/individuos (QLBHUA-05).

Como se muestra en la Figura 6.1, la diversidad sigue un patrón, manteniéndose en un rango aceptable de diversidad, con valores de Intermedio a alto. Asimismo, la diversidad está influenciada por la temporalidad, siendo mayor en temporada seca.

Figura 6.1. Comparación de los valores de diversidad del fitoplancton

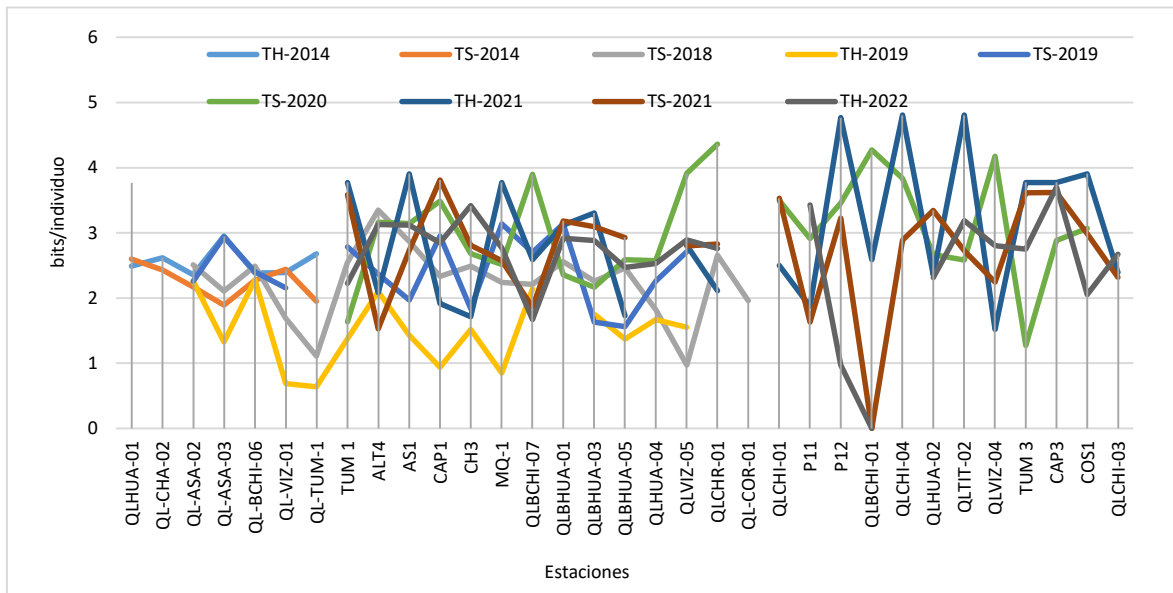


Elaboración: ASILORZA, 2022

5.7.2. BENTOS

Los valores de diversidad siguieron la misma tendencia que los valores registrados para el fitoplancton y el plancton, manteniendo valores de intermedios a altos en las temporadas secas. En la Figura 6.2, se observa que los valores de diversidad están influenciados por la temporalidad. Los máximos valores registrados en las evaluaciones de la temporada seca 2014 (2.95 bits/individuo, estación QLHUA-01), temporada seca 2018 (3.35 bits/individuos, estación ALT4) y temporada seca 2019 (3.14 bits/individuo, QLBHUA-01) y temporada seca 2020 (4.36 bits/individuos, QLCHR-01) son considerados valores altos de diversidad.

Figura 6.2. Comparación de los valores de diversidad de macroinvertebrados



Elaboración: ASILORZA, 2022

5.7.3. PECES

En el área de evaluación se han registrado y colectado 4 especies de peces, dos de ellas nativas (*Orestias ispi* "ispi" o "carachi" y *Trichomycterus rivulatus* "bagre") y dos especies introducidas (*Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoíris" y *Odontesthes sp.* "pejerrey").

En la temporada seca del 2018 solo se colectaron *Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoíris", mientras que en siguientes temporadas (temporada seca 2019, húmeda 2019, seca 2020 y húmeda 2021) se colectaron las tres especies mencionadas. En esta última evaluación en temporada Húmeda 2022 solo se colectó la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoíris".

6. CONCLUSIONES

6.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

- De acuerdo con los resultados del análisis de calidad de hábitats, comparando las temporadas seca 2020, húmeda 2021, seca 2021 y húmeda 2022, los valores obtenidos se han mantenido, de tal forma que cinco estaciones registraron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad”, ocho estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”, diez estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular” y, por último, dos estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre”.

Fotografía 9. En el índice SVAP para el río Asana (AS-1) se obtuvo un puntaje 8.22. Esto nos indica una “buena calidad” de hábitat para peces y otros organismos acuáticos.



Fotografía 10.
Según el índice SVAP el río Titire tiene un hábitat de “calidad pobre”.



6.2. COMUNIDADES ACUÁTICAS

6.2.1. PLANCTON

- ⑥ Los grupos encontrados de fitoplancton (divisiones) se ha mantenido en las últimas dos evaluaciones (TH 2021 y TS 2021). Para esta temporada se encontró dos nuevos grupos (Tardigrada y Gastrotrichia) de zooplancton.
- ⑥ El número de especies ha ido incrementándose de 111 especies registradas en la temporada seca 2020 hasta 189 especies registradas en la temporada húmeda 2022, lo que representa un aumento del 70% desde la primera evaluación realizada.
- ⑥ La composición acumulada total registrada en las cuatro evaluaciones realizadas estuvo representada por 117 especies de fitoplancton, distribuidas en seis divisiones, siendo las Ochrophyta o diatomeas, las dominantes en los hábitats evaluados.
- ⑥ El grupo (división) Ochrophyta fue el más diverso, esto debido a que estos organismos tienen un exoesqueleto que tiende a precipitarse y mezclarse con los sólidos en suspensión.
- ⑥ El grupo (división) con mayor abundancia fue Cyanobacteria (57%), algas dominantes en ambientes acuáticos con alta concentración de materia orgánica en descomposición. El índice de Shannon-Wiener (H') mide la diversidad biótica en los ecosistemas acuáticos y terrestres, para esta temporada se presentaron registros de moderados a altos (2,92 a 4,51 bits/Individuo).
- ⑥ Con respecto a la temporada húmeda 2022, si bien los valores de abundancia fueron menores a los de la temporada anterior, los índices de diversidad aumentaron (4.04

bits/individuos) debido a dominancia de las Bacillariophyta, que registraron el 49% de la abundancia total.

- ④ La composición acumulada de especies del zooplancton estuvo representada por 72 especies agrupadas en nueve grupos (phyla).
- ④ En el caso del zooplancton, la relación con respecto a los periodos hidrológicos fue inversa a la registrada para el fitoplancton; en la temporada húmeda 2021 se registró un mayor número de especies (55) que en temporada seca 2020 (31) y que en la temporada seca 2021 (24) y en la presente temporada húmeda 2022 (40).
- ④ Se registró una mayor abundancia en temporada húmeda 2021, con predominancia de los Arthropoda. Los valores de diversidad total variaron de bajos a altos: 2.96 bits/individuos en temporada seca 2020, 5.03 bits/individuos en temporada húmeda 2021 y 2.92 bits/individuos en temporada seca 2021. En la Temporada húmeda 2022 se registró 3,662 distribuidos en 40 especies con una diversidad de 4.31, el valor más alto registrado durante el monitoreo.
- ④ En el análisis acumulado, la abundancia se distribuyó en 34% Rotifera, 20% Amoebozoa, 17% Arthropoda, 6% Nematoda y el resto.

6.2.2. BENTOS

- ④ A la fecha se tiene 112 especies encontradas; la riqueza (cantidad de especies) se ha incrementado durante las dos últimas evaluaciones. En el caso de la Temporada húmeda 2022 se registraron 20 nuevas especies para el área de evaluación
- ④ Los macroinvertebrados se encuentran distribuidos en cinco phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 106 especies (87%), seguido de los phylum Annelida (7 especies, 6%), Mollusca (6 especies, 5%), Platyhelminthes (2 especies, 1%) y Nematoda (una especie, 1%).
- ④ La predominancia del Phylum Arthropoda está basada en la alta riqueza de especies de la clase Insecta (larvas de insectos), que representa el 69% de las especies registradas (51 especies). Los insectos que tienen larvas acuáticas, inician su ciclo reproductivo en la temporada húmeda, estimulados principalmente por las lluvias, al inicio de la temporada seca colocan los huevos sobre las áreas poco profundas, asegurando que puedan adherirse a los filamentos de las algas que les brindaran alimentación durante la época de larvas. Durante la temporada seca, los huevos eclosionan y se convierten en larvas y pupas, que luego originara a los insectos adultos que se desplazarán hacia su etapa terrestre (Díptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleópteras entre otros).
- ④ Los valores de diversidad registrados fueron altos (3.03 y 4.51 bits/individuo) al igual que los de la riqueza de Margalef (4.84 a 9.47 bits/individuo). Asimismo, los valores observados

para los índices de diversidad de Simpson y de equidad según Pielou mostraron que en ambas temporadas existe dominancia de los Arthropoda (predomina larvas de insectos), por lo que los valores registrados fueron moderados

6.2.3. PERIFITON

- ⑥ La composición acumulada de especies del perifiton de las cuatro evaluaciones realizadas a la fecha incluye 161 especies. La riqueza se ha incrementado durante las dos últimas evaluaciones. En la temporada seca 2020 se registraron 90 especies, incrementándose a 97 especies en la temporada húmeda 2021, identificándose 13 especies como nuevos registros, haciendo un total acumulado de 113 especies. En la temporada seca 2021 se registraron 112 especies de las cuales 17 representan nuevos registros para el área evaluada. En la temporada húmeda 2022 la riqueza de especies se incrementó en 31 especies, registros nuevos para el área de evaluación.
- ⑥ Con respecto a la distribución de especies la composición de especies estuvo distribuida en 14 taxa (grupos), 8 de ellas corresponde a microinvertebrados (Amoebozoa, Arthropoda, Cercozoa, Ciliophora, Gastrotrichia, Nematoda, Rotifera y Tardigrada) y; 6 a microalgas (Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenozoa y Dinophyta). Si bien el número de taxa de microinvertebrados fue mayor al de las microalgas, estas últimas fueron más diversas en su composición.
- ⑥ La taxa (el grupo) con mayor riqueza de especies fue Bacillariophyta (o diatomeas) que representa el 33% del total acumulado, seguido de las Chlorophyta (25%), Charophyta (14%), Cyanobacteria (14%), Rotifera 3%, Amoebozoa (2%) y otros con 9%.
- ⑥ Los valores de diversidad registrados fueron moderados al igual que los de la riqueza de Margalef variando entre 2.76 y 4.54 bits/individuos. En el caso de la temporada húmeda 2022, la diversidad se mantuvo como moderada debido a la alta densidad de células colectadas de la división Bacillariophyta (50,714 células/individuo) que refleja una dominancia de estas especies sobre la otras dentro de esta comunidad acuática.

6.2.4. PECES

- ⑥ Las colectas de *Oncorhynchus mykiss* "trucha" más numerosas fueron las realizadas en los puntos ubicados en el río Asana, antes y después del túnel que desvía el río en la zona de operaciones; a su vez en los puntos de la zona de abastecimiento, principalmente en el punto ubicado a la salida de la represa de Vizcachas. Estas estaciones de monitoreo fueron: AS-01, P11, P12, COS1, QLCHI-01, QLBCHI-07, QLBHUA-05, QLVIZ-04, QLCHI-04, QLCHI-03 y QLVIZ-05.

- Se colectaron 4 especies de peces, dos de ellas nativas (*Orestias ispi* “ispi” o “carachi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre”) y dos especies introducidas (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris” y *Odontesthes sp.* “pejerrey”).
- En la temporada húmeda 2022 se registraron 4 especies; 68 ejemplares de *Trichomycterus rivulatus* “bagre” en la zona de abastecimiento y en el puente Tumilaca, 1 ejemplar de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” en puente Montalvo, *Orestias ispi* “ispi” en la zona de abastecimiento y 251 ejemplares de *Oncorhynchus mykiss* “trucha”.

Fotografía 11. Uno de los 18 ejemplares de *Oncorhynchus mykiss* “trucha” encontrados en el punto P-12, estación ubicada a la salida del túnel que desvía el río Asana.



Fotografía 12. *Orestia ispi* “ispi” encontrado en un bofedal de Huachunta.



Fotografía 13. Uno de los 23 ejemplares de bagre encontrados en el monitoreo realizado en el puente Tumilaca (TUM-1)



Fotografía 14. *Odontesthes bonariensis* "pejerrey" encontrado a la altura del puente Montalvo (MQ-1)



7. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C., Ríos B., Rieradevall, M. & N. Prat (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28 (1): 35-64.
- ARMITAGE, P. D., D. MOSS Y M.T. FURSE. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res*, 17: 33-347.
- Domínguez, E. & H. Fernández. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. 654 pp.
- Forster, K. (1982). *Das phytoplankton des süßwassers*, 8 teil 1 hälfte Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiaceae. Printed Nägele u obermiller, Stuttgart - Germany.
- Frenguelli, J. (1942) Diatomeas del Neuquén. *Revista del Museo de la Plata*. Tomo V, Botánica N°20.
- Froese, r. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253.
- Kadlubowska, J.Z. (1984). Conjugatophyceae I Zygnematales = Chlorophyta VIII. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. (Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. Eds) Vol. 16, pp. 1-532. Stuttgart: Gustav Fischer.
- Komárek J. (2005). *Süßwasserflora von Mitteleuropa – Cyanoprokaryota 2 Teil/2nd Part: Oscillatoriales*. Band/Volume 19/2.
- Krammer, K. & H. Lange-bertalot (1986). *Bacillariophyceae, 1: Naviculaceae*. Pp 1-876. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Eds.) *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. G. Fischer, Stuttgart.
- Karr, J.R. & E.W. Chu. (1997). *Biological monitoring and assessment: using multimetric indexes effectively*. EPA 235-R97-001. University of Washington, Seattle. 149 pp.
- Krammer, K. (1991). *Süßwasserflora von Mitteleuropa – Bacillariophyceae 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Printed in Germany.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 179 pp.
- *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú / Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural/ Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología -- Lima: Ministerio del Ambiente, 2014.*
- MONTOYA, M.Y. & RAMÍREZ, R.J. 2007. Variación estructural de la comunidad perifítica colonizadora de sustratos artificiales en la zona de ritral del río Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

- MOREIRA, J.A. 1988. Productividad primaria do periphyton em viveiros destinados a piscicultura. Disertação do Mestrado, Univ. Federal de Bahia, Bahía, Brasil. 250 p.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de la UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 pp.
- National Water and Climate Center. Stream Visual Assessment Protocol. (1998). Technical Note 99-1.
- ROLDÁN, G. 2003. La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad de la Antioquia, Medellín. 170p.
- Roldán, G. & J. Ramírez (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Segunda edición. Universidad de Antioquia.
- WETZEL, R.G. (ED.) 1983. Periphyton of aquatic ecosystem. B.V. Junk, The Hague, Holanda. 346 p.